Documento

CONPES

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN

3943

POLÍTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Departamento Nacional de Planeación
Ministerio de Salud y Protección Social
Ministerio de Minas y Energía
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Ministerio de Transporte

Versión aprobada

Bogotá, D.C., 31 de julio de 2018

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
CONPES

Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República

General (R) Óscar Adolfo Naranjo Trujillo
Vicepresidente de la República

Guillermo Abel Rivera Flórez
Ministro del Interior

Mauricio Cárdenas Santamaría
Ministro de Hacienda y Crédito Público

Luis Carlos Villegas Echeverri
Ministro de Defensa Nacional

Alejandro Gaviria Uribe
Ministro de Salud y Protección Social

Germán Arce Zapata
Ministro de Minas y Energía

Yaneth Giha Tovar
Ministra de Educación Nacional

Camilo Armando Sánchez Ortega
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

Germán Cardona Gutiérrez
Ministro de Transporte

María Ángela Holguín Cuéllar
Ministra de Relaciones Exteriores

Enrique de Jesús Gil Botero
Ministro de Justicia y del Derecho

Claudia Jimena Cuervo Cardona
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural (E)

Luz Mary Coronado Marín
Ministra de Trabajo (E)

María Lorena Gutiérrez Botero
Ministra de Comercio, Industria y Turismo

Luis Gilberto Murillo Urrutia
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Juan Sebastián Rozo Rengifo
Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (E)

Mariana Garcés Córdoba
Ministra de Cultura

Luis Fernando Mejía Alzate
Director General del Departamento Nacional de Planeación

Alejandra Corchuelo Marmolejo
Subdirectora General Sectorial

Santiago Matallana Méndez
Subdirector General Territorial

Resumen ejecutivo

La contaminación del aire es generada por emisiones de fuentes naturales, como los volcanes, y humanas, como las emisiones de los vehículos e industrias que funcionan para satisfacer las demandas de una población urbana creciente que, para 2050, se estima superará en Colombia los 52 millones de habitantes (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014). En el país, la contaminación del aire es mayor en las principales ciudades, como por ejemplo en Bogotá, donde el aporte de los vehículos a las emisiones es del 78 % (Secretaría Distrital de Ambiente [SDA], 2014). Por su parte, en Medellín, el 81 % de las emisiones de partículas proviene de los vehículos que, sumado a las características geográficas y del clima, ocasionan episodios críticos de contaminación del aire, principalmente en marzo y octubre, épocas de alta nubosidad y transición entre la temporada seca y de lluvias, limitando la dispersión de los contaminantes (Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA], 2015). La exposición de la población a la contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud, generando costos sociales y económicos representados en enfermedades, restricción en el desarrollo de actividades, atenciones por el sistema de salud y muertes. En el país, estos costos se estiman en 12,3 billones de pesos, equivalentes al 1,5 % del PIB del año 2015 (DNP, 2018).

Para solucionar este problema, la presente política propone acciones para reducir las concentraciones de contaminantes en el aire a través de la renovación y modernización del parque automotor, la reducción del contenido de azufre en los combustibles, la implementación de mejores técnicas y prácticas en la industria, la optimización de la gestión de la información, el desarrollo de la investigación, el ordenamiento del territorio y la gestión del riesgo por contaminación del aire.

Para implementar estas soluciones se requiere de la articulación intersectorial en el desarrollo de las acciones para enfrentar el reto que supone el mejoramiento de la calidad del aire. Se estima que el desarrollo de las acciones propuestas alcanzará un valor indicativo cercano a los 16.637 millones de pesos para los próximos siete años, horizonte de tiempo en el que se planea la consecución de los objetivos de la presente política.

Entre los actores involucrados en esta política se encuentran el Ministerio de Transporte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Unidad de Planeación Minero Energética y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Clasificación: F18, Q51, Q56

Palabras clave: contaminación del aire, calidad del aire, emisiones, fuentes móviles, fuentes fijas, estrategias de prevención.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 10

2.1. Antecedentes 11

2.1.1. Recomendaciones internacionales 11

2.1.2. Antecedentes nacionales 12

2.2. Justificación 23

3. MARCO CONCEPTUAL 24

3.1. Emisiones al aire provenientes de fuentes móviles 25

3.2. Emisiones al aire provenientes de fuentes fijas 27

3.3. Estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire 29

4. DIAGNÓSTICO 31

4.1. Emisiones al aire provenientes de fuentes móviles 33

4.2. Emisiones al aire provenientes de fuentes fijas 43

4.3. Insuficientes estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire 50

4.3.1. Deficiente cobertura, calidad y disponibilidad de la información de emisiones y calidad del aire, así como de la investigación 50

4.3.2. Debilidad de las autoridades ambientales para la elaboración de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire 54

4.3.3. Baja gestión del riesgo por contaminación del aire 55

4.3.4. Inexistencia de una tasa retributiva por emisiones contaminantes 56

4.3.5. Ausencia de directrices nacionales para promover la participación ciudadana en la prevención, reducción y control de la contaminación del aire 56

5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA 57

5.1. Objetivo general 58

5.2. Objetivos específicos 58

5.3. Plan de acción 58

5.3.1. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles 58

5.3.2. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes fijas 64

5.3.3. Mejoramiento de las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire 67

5.4. Seguimiento 72

5.5. Financiamiento 73

6. RECOMENDACIONES 75

ANEXOS 78

Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS) 78

BIBLIOGRAFÍA 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de resultado de la política para el mejoramiento de la calidad del aire 72
Tabla 2. Financiamiento estimado indicativo de la política para el mejoramiento de la calidad del aire..... 74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Concentración anual promedio de $PM_{2.5}$ y población en 2016, en $\mu g/m^3$ (a) 32
Gráfico 2. Porcentaje de emisión de material particulado $PM_{2.5}$ en 2016 ($\mu g/m^3$) 33
Gráfico 3. Edad promedio del parque automotor para el año 2015 (años) 36
Gráfico 4. Proporción de tecnología por clase de vehículo registrado. 37
Gráfico 5. Tecnología de vehículos diésel según clase 40
Gráfico 6. Vehículos revisados en operativos en vías y cumplimiento de estándares de emisión y revisión técnico-mecánica 42
Gráfico 7. Consumo energético de la industria manufacturera 44

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Índice de densidad industrial 2008 48
Mapa 2. Municipios que requieren Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, 2017[a] . 52

SIGLAS Y ABREVIACIONES

AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
Bancóldex	Banco de desarrollo empresarial y comercio exterior de Colombia
BECO	Balance Energético Colombiano
CAI	*Clean Air Institute* (Instituto del Aire Limpio)
CDA	Centros de Diagnóstico Automotor
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DADS	Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EPA	*Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
GEI	Gases Efecto Invernadero
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
iNNpulsa	Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial del Gobierno Nacional
PM_{10}	Material particulado igual o inferior a 10 micras
$PM_{2.5}$	Material particulado igual o inferior a 2,5 micras
ppm	Partes por millón
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAS	Plan de Acción y Seguimiento
PIB	Producto Interno Bruto
PTP	Programa de Transformación Productiva
RUA	Registro Único Ambiental
RUNT	Registro Único Nacional de Tránsito
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
Sisaire	Sistema de Información sobre Calidad del Aire
SIUR	Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables
SVCA	Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire

UE	Unión Europea
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
$\mu g/m^3$	Microgramo por metro cúbico

1. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población, del nivel de ingreso y de la búsqueda de una mejor calidad de vida, demandan una mayor prestación de servicios como el transporte y la producción de bienes. Esto, mediante el desarrollo de actividades industriales que generan emisiones de contaminantes, ocasionando que la calidad del aire en el país se encuentre en niveles que afectan la salud y el ambiente. De acuerdo con el estudio de valoración económica de la degradación ambiental en Colombia[1], en el año 2015 se asociaron con la baja calidad del aire más de 8.000 muertes por cáncer de pulmón y enfermedad cardiovascular en mayores de 44 años, y 22 muertes por todas las causas en menores de 5 años, así como 67 millones de enfermedades y síntomas respiratorios, además de restricción en el desarrollo de actividades y atenciones en los servicios de urgencias y hospitalización por causas respiratorias. Los costos estimados por estas causas ascendieron a 12,3 billones de pesos, equivalentes al 1,5 % del PIB de 2015 (DNP, 2018).

Para abordar este problema, el Consejo Nacional Ambiental aprobó en el año 2010 la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire[2] con un plan de acción para los años 2010 a 2019, cuyo objetivo fue impulsar la gestión de este recurso en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar niveles adecuados de calidad del aire para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible. A pesar de los esfuerzos realizados por las entidades del Sistema Nacional Ambiental[3] en la implementación de acciones para reducir los niveles de contaminación del aire, se observa un incremento en estos niveles debido a que el problema es generado por las dinámicas del crecimiento poblacional y económico, y requiere de la intervención de distintas entidades del Gobierno nacional y local.

En respuesta a la necesidad de abordar de manera integral las causas de la contaminación del aire, el objetivo de este documento CONPES es el mejoramiento de la calidad de este recurso, de tal manera que proteja la salud y el ambiente. No obstante, la presente política se diferencia de la anterior, en la coordinación y compromiso de diferentes entidades del Gobierno nacional que influyen en la problemática; en la inclusión de nuevas estrategias enfocadas a la prevención, reducción y control de las emisiones contaminantes; y en que su enfoque es más técnico que normativo.

---

[1] https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/publicaciones/Paginas/2018.aspx

[2] http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_de_Prevenci%C3%B3n_y_Control_de_la_Contaminaci%C3%B3n_del_Aire.pdf

[3] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ideam y autoridades ambientales.

Esta política aporta en la definición de objetivos y metas medibles para el mejoramiento de la calidad del aire; en el reconocimiento de la calidad del aire en el ordenamiento territorial; en la necesidad de promover la investigación en esta materia; en el desarrollo de planes de gestión del riesgo y en la participación ciudadana para la prevención y el control de la contaminación del aire.

En este sentido, este documento CONPES busca prevenir, reducir y controlar los contaminantes criterio del aire[4] generados por las fuentes que aportan a esta problemática, tales como vehículos e industrias, mediante un conjunto de acciones que deben desarrollar las entidades del Gobierno nacional en el marco de sus competencias. Así mismo, propone recomendaciones a las autoridades ambientales, sugerencias a las entidades territoriales en el sentido de definir acciones para promover la investigación en calidad del aire y sus efectos en la salud y el ambiente.

El documento tiene seis secciones, incluyendo esta introducción. La segunda sección presenta los antecedentes y la justificación de la política para el mejoramiento de la calidad del aire. La tercera sección incluye el marco conceptual en el que se establecen las nociones claves para la comprensión de la política. La cuarta sección presenta el diagnóstico de las causas que originan la problemática de la baja calidad del aire. La quinta sección establece los lineamientos de la política e identifica el plan de acción, así como los responsables, los plazos para su ejecución, el esquema de seguimiento y financiamiento de la política propuesta. La última sección presenta las principales recomendaciones al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) para la implementación efectiva de esta política.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Esta sección presenta un contexto general de la política y el marco normativo relacionado con la calidad del aire. En la primera parte se identifican las iniciativas desarrolladas en el país que han adoptado las recomendaciones técnicas propuestas por organismos internacionales para atender la contaminación del aire. Posteriormente, se desarrolla la justificación en donde se evidencian las barreras para el mejoramiento de la calidad del aire a niveles que no afecten la salud ni el ambiente.

[4] Los contaminantes criterio se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de estudios de evaluación publicados en documentos sobre criterios de calidad del aire (University College London – Universidad de los Andes, 2013). Los contaminantes criterio son: Material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), material particulado menor a 2,5 micras ($PM_{2.5}$), ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO_2) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

2.1. Antecedentes

En esta sección se presentan las recomendaciones internacionales incluidas en agendas de desarrollo, las metas nacionales de calidad del aire y las iniciativas desarrolladas para avanzar en su cumplimiento.

2.1.1. Recomendaciones internacionales

La Organización Mundial de la Salud (OMS) definió en el año 2005 guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono (O_3), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el dióxido de azufre (SO_2)[5], en las que recomienda valores para la concentración de contaminantes en el aire como orientación para que los gobiernos fijen metas considerando sus condiciones locales en pro de la protección de la salud. Los valores guía para material particulado inferior a 2,5 micras ($PM_{2.5}$) es de 10 microgramos por metro cúbico (μg/m^3) para un tiempo de exposición anual y de 25μg/m^3 para 24 horas; para material particulado inferior a 10 micras (PM_{10}) el valor anual es de 20μg/m^3 y el de 24 horas es de 50μg/m^3. Para el ozono el valor es de 100μg/m^3 para 8 horas[6]. Reconociendo que estos niveles guía deben ser alcanzados de manera gradual, se proponen objetivos intermedios para cada contaminante, en donde el de nivel III es el más cercano al nivel guía[7] (OMS, 2005). La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) recomendó a Colombia en 2014 adoptar de manera progresiva estas guías de calidad del aire (OCDE, 2014).

Para definir acciones encaminadas a alcanzar los valores guía propuestos por la OMS, es necesario partir del conocimiento de las condiciones locales que determinan la calidad del aire. Para esto, históricamente la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), el Instituto del Aire Limpio (CAI, por sus siglas en inglés) y la OCDE recomiendan para cualquier país que esté interesado en reducir las emisiones contaminantes del aire, desarrollar inventarios de las fuentes que generan contaminantes y medir la concentración de estos en el aire a través de sistemas de vigilancia. Adicionalmente, la Unión Europea (UE) promueve el desarrollo de la investigación como herramienta para la comprensión del problema de contaminación del aire, incluyendo sus causas y efectos (UE, (2018); EPA, (2018)). Hacia esto se ha enfocado el país desde los años noventa con la implementación de los primeros sistemas de vigilancia de la calidad del aire e investigaciones

[5] http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1

[6] Los valores guía para Dióxido de Nitrógeno (NO_2) es 40μg/m^3 año y 200μg/m^3 para una hora. En cuanto al Dióxido de Azufre (SO_2) el valor para 24 horas es de 20μg/m^3 y para 10 minutos 500μg/m^3.

[7] Para consultar estos objetivos revisar el siguiente enlace: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=C51B1A24AAAC8B43C094E6A6D7A1C707?sequence=1.

de los efectos de la contaminación del aire en la salud, y a partir del 2010 en la elaboración de inventarios de fuentes de emisión.

Para alcanzar niveles de calidad del aire que protejan la salud y el ambiente, la EPA y la UE proponen límites sobre las emisiones de contaminantes que provienen de vehículos e industrias con el fin de promover el desarrollo de acciones para su control y reducción. Dentro de las medidas promovidas se encuentran la planificación urbana que debe considerar la calidad del aire dentro del ordenamiento del territorio, tal como lo recomienda la OMS; el uso eficiente y la mejora en la calidad de los combustibles recomendado por la EPA; y el uso de tecnologías más eficientes en los procesos productivos y en los vehículos como lo propone la UE. Como complemento de lo anterior, la OMS, el CAI y la OCDE resaltan la importancia del desarrollo de planes de movilidad urbana orientados a la reducción de contaminantes (EPA, (2018); OMS, 2005).

De igual manera, la UE y el CAI proponen el desarrollo de instrumentos económicos, fondos de inversión, capacitación y asistencia técnica para que las autoridades competentes logren implementar las medidas antes mencionadas. Finalmente, la EPA recomienda la aplicación de acciones de seguimiento y control de las fuentes con el fin de medir la eficiencia en la implementación de las medidas (UE, (2018); EPA, (2018); CAI, (2012)), el desarrollo de indicadores de seguimiento y el fortalecimiento de los sistemas de información que garanticen el acceso del público (OMS, 2005; UE, (2018); CAI, (2012)).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Tomando como referente las recomendaciones internacionales, en especial las orientaciones técnicas incluidas en la Ley de Calidad del Aire de la EPA de 1955[8], el país adoptó el Decreto 002 de 1982[9] que fue el primer instrumento específico en materia de calidad del aire y sentó las bases para la gestión de este recurso en el país. Este decreto fue derogado por el reglamento de protección y control de la calidad del aire adoptado mediante el Decreto 948 de 1995[10], incluido en el Decreto 1076 de 2015[11]. Este definió que se debía desarrollar una política y norma de calidad del aire, así como definir los estándares de

[8] La Ley de Calidad del Aire de EE. UU. regula las emisiones atmosféricas procedentes de fuentes estacionarias o móviles. Esta ley ha sido enmendada en 1977, 1990 y 2004.

[9] Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.

[10] Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

[11] Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

emisión[12] de contaminantes, establecer niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, restringir el uso de combustibles contaminantes, clasificar las áreas contaminadas[13] y limitar la circulación de vehículos por razones de antigüedad. También definió las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de las autoridades ambientales, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y de las entidades territoriales frente a la calidad del aire. Además, estableció los mecanismos de evaluación y certificación de vehículos, las medidas para la atención de episodios críticos de contaminación del aire, así como los planes de contingencia[14]; definió las acciones de vigilancia y control de fuentes fijas[15] y su reconversión tecnológica, y promovió la participación ciudadana en el control de la contaminación del aire.

El Decreto 948 de 1995 fue modificado el mismo año de su expedición, mediante el Decreto 2107 de 1995[16] para prohibir los crudos pesados con alto contenido de azufre de uso industrial, reducir emisiones de vehículos diésel, evaluar las emisiones de vehículos automotores, aplicar estándares de emisión para fuentes fijas, definir los plazos para la adopción de tecnologías limpias, clasificar las industrias contaminantes y definir sanciones a vehículos automotores por emisiones contaminantes generadas. En junio de 1997, el Decreto 1697[17] modificó nuevamente el Decreto 948, en lo relacionado con la restricción en el contenido de plomo, azufre y otros contaminantes en la gasolina, que posteriormente fue modificado por el Decreto 2622 de 2000[18], el cual definió no excepcionar de esta restricción los combustibles distribuidos en las zonas de frontera. Estos decretos fueron compilados en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente, Decreto 1076 de 2015 y permitieron orientar el mejoramiento progresivo de la calidad de los combustibles en el país.

---

[12] La emisión es la descarga de una sustancia o elementos al aire en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos proveniente de una fuente fija (industria) o móvil (vehículo) (Decreto 948 de 1995).

[13] Denominado área fuente de contaminación del aire.

[14] Los planes de contingencia por contaminación atmosférica, es el conjunto de estrategias, acciones y procedimientos preestablecidos para controlar y atender los episodios por emisiones atmosféricas que puedan eventualmente presentarse en el área de influencia de actividades generadoras de contaminación atmosférica, para cuyo diseño han sido considerados todos los sucesos y fuentes susceptibles de contribuir a la aparición de tales eventos contingentes (Decreto 979 de 2006).

[15] Fuente fija es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa (Decreto 948 de 1995).

[16] Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

[17] Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.

[18] Por medio del cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2° del Decreto 1697 de 1997.

Adicionalmente, en 1995 el entonces Ministerio del Medio Ambiente definió en la Resolución 898[19] los criterios de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial, así como en los motores de los vehículos. Estos parámetros han venido siendo actualizados en conjunto con el Ministerio de Minas y Energía en once oportunidades, la más reciente en junio de 2017 con la Resolución 40619[20] específicamente en lo relacionado con el contenido de poliaromáticos en los combustibles.

Los Decretos 2532 de 2001[21] y 3172 de 2003[22], compilados en el Decreto 1625 de 2016[23], Decreto Único Reglamentario en materia tributaria, establecieron que serán beneficiarios de la exclusión de IVA y deducción de renta por inversiones en control y mejoramiento del ambiente, los bienes, elementos, equipos y maquinaria destinados a proyectos, programas o actividades de reducción en el consumo de energía o eficiencia energética, siempre y cuando correspondan al logro de metas ambientales para el desarrollo de las estrategias, planes y programas nacionales de producción más limpia, ahorro y eficiencia energética.

Para impulsar el uso de etanol y biodiesel como combustible, la Ley 631 de 2001[24] creó los estímulos para su producción, comercialización y consumo. Adicionalmente, la Ley 939 de 2004[25] promovió la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en el combustible diésel.

---

[19] Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial, y en motores de combustión interna de vehículos automotores.

[20] Por la cual se modifica el artículo 4 de la Resolución 898 de 1995, en relación con los criterios de calidad del combustible diésel (ACPM) y los biocombustibles para su uso en motores diésel como componente de la mezcla de procesos de combustión y se dictan otras disposiciones. Esta resolución fue expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía.

[21] Por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 424-5 y el literal f) del artículo 428 del Estatuto Tributario.

[22] Por medio del cual se reglamenta el artículo 158-2 del Estatuto Tributario. Reglamentarios de los artículos 424-5 y 428, y 158-2 del Estatuto Tributario y del Decreto 642 de 1989 respectivamente. Este Decreto fue modificado por la Ley 1607 de 2012.

[23] Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario en materia tributaria, expedido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Este decreto fue modificado por el Decreto 1564 de 2017.

[24] Por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo, y se dictan otras disposiciones.

[25] Por medio de la cual se subsanan los vicios de procedimiento en que incurrió en el trámite de la Ley 818 de 2003 y se estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en Motores diésel y se dictan otras disposiciones.

En el año 2006 se expidió el Decreto 979[26], compilado en el Decreto 1076 de 2015, y la Resolución 601[27] del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que posteriormente fue modificada por la Resolución 610 de 2010[28] y luego la Resolución 2254 de 2017[29], mediante los cuales se establecieron estándares de calidad del aire y medidas para la atención de episodios de prevención, alerta y emergencia con niveles más restrictivos que las normas precedentes. También, se reglamentó a través de la Resolución 601 de 2006 un procedimiento más detallado para la clasificación de áreas-fuente de contaminación para que las autoridades ambientales establezcan planes de reducción de la contaminación y de contingencia en estas áreas con el apoyo de las autoridades de tránsito, de salud y de planeación.

La Ley 1083 de 2006[30], reglamentada parcialmente por el Decreto 798 de 2010[31], compilado en el Decreto 1077 de 2015[32], Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, estableció que los municipios y distritos con planes de ordenamiento territorial formularían y adoptarían planes de movilidad, con el fin de dar prelación a la movilización en modos alternativos de transporte[33] y en los sistemas de transporte público que funcionen con combustibles limpios. Actualmente, solo el 29 %[34] de los 65 municipios que deben implementar estos planes los han adoptado[35]. Así mismo, la mencionada ley estableció que los Ministerios de Minas y Energía, de Salud y Protección Social, y de Ambiente y Desarrollo Sostenible determinarían los combustibles limpios, como el gas natural, gas licuado de petróleo, diésel hasta con 50 partes por millón (ppm) de azufre, hidrógeno,

[26] Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.

[27] Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

[28] Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[29] Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

[30] Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.

[31] Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 1083 de 2006.

[32] Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

[33] Desplazamiento peatonal y bicicleta.

[34] Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Ibagué, Pereira, Valledupar, Pasto, Manizales, Palmira, Armenia, Popayán, Itagüí, Floridablanca, Dosquebradas, Tunja, Rionegro, Yumbo, Duitama y Girardot.

[35] Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible del DNP, con base en información estadística DANE – Proyecciones de población municipal por área 2005-2020 y con base en datos de control del DNP del proceso Plan de Movilidad en municipios con población mayor a 100.000 habitantes.

mezcla de diésel con biodiésel, mezcla de gasolina con etanol, teniendo como criterio su contenido de componentes nocivos para la salud y el ambiente.

En 2008, el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 909[36], la cual estableció normas y estándares de emisión para la industria, los procedimientos de medición de emisiones y el desarrollo de convenios de reconversión a tecnologías limpias. Así mismo, esta resolución señaló que se debía adoptar un protocolo para el control y vigilancia de la contaminación generada por fuentes fijas, el cual fue adoptado por esta misma entidad en 2010 mediante la Resolución 760[37]. Según la evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire realizada en 2017, los resultados más notorios relacionados con estas normas son el cumplimiento de estándares de emisión y la implementación de sistemas de control en las fuentes fijas.

La Resolución 910 de 2008[38], posteriormente modificada por la Resolución 1111 de 2013[39] del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estableció niveles de emisión de contaminantes al aire por vehículos y motocicletas, y reglamentó los requisitos y certificaciones a las que están sujetos las fuentes móviles[40], sean importadas o de fabricación nacional. Adicionalmente estableció los límites de emisión en prueba estática[41], los cuales se verifican en Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) habilitados por el Ministerio de Transporte de conformidad con lo definido en el Código Nacional de Tránsito y considerando las condiciones determinadas en la Resolución 3768 de 2013[42].

En 2008 se expidió la Ley 1205[43] con el fin de mejorar la calidad del diésel. Dicha ley señaló que el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible debían expedir la reglamentación que condujera a mejorar la calidad del diésel,

---

[36] Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones. Modificada por la Resolución 1309 de 2010, por la Resolución 802 de 2014 y por la Resolución 1377 de 2015.

[37] Por la cual se adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Ajustada por la Resolución 2153 de 2010 y modificada por la Resolución 1632 de 2012.

[38] Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[39] Por la cual se modifica la Resolución 910 de 2008.

[40] Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza (Decreto 948 de 1995).

[41] Prueba de emisiones que se realiza a los vehículos sin acelerarlos.

[42] Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los centros de diagnóstico automotor para su habilitación, funcionamiento y se dictan otras disposiciones. Resolución expedida por el Ministerio de Transporte.

[43] Por medio de la cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diésel y se dictan otras disposiciones.

mediante la disminución progresiva de los niveles de azufre hasta alcanzar concentraciones inferiores a 50 ppm, lo cual permitió la adopción progresiva de estándares de emisión Euro IV[44] para vehículos diésel nuevos a partir de 2010 y que fue una de las medidas más eficaces en la reducción de la contaminación del aire. Basados en los resultados de distintos estudios nacionales e internacionales, se puede concluir que, una vez alcanzada una concentración de azufre de 50 ppm, las mayores reducciones en emisiones resultan de la incorporación de nuevas tecnologías vehiculares. Por tanto, el principal beneficio de reducciones adicionales en el contenido de azufre es la habilitación de la entrada de dichas tecnologías (Blumberg, Walsh, & Pera, 2003).

En 2009, la Resolución 2604[45], expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Minas y Energía, determinó los combustibles limpios[46] y reglamentó los límites máximos de emisión permisibles en prueba dinámica[47] para los vehículos vinculados a la prestación del servicio público de transporte terrestre de pasajeros y para motocarros[48] vinculados a la prestación del servicio público de transporte terrestre con automotor mixto[49].

En 2009, mediante la Resolución 941[50], se adoptó el Registro Único Ambiental (RUA) que captura la información sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los sectores productivos. Este subsistema gestiona la información ambiental relacionada con: captaciones, vertimientos, consumo de energía, emisiones atmosféricas,

---

[44] Para mayor claridad sobre los estándares Euro remitirse al capítulo de marco conceptual.

[45] Por la cual se determinan los combustibles limpios teniendo como criterio fundamental el contenido de sus componentes, se reglamentan los límites máximos de emisión permisibles en prueba dinámica para los vehículos que se vinculen a la prestación del servicio público de transporte terrestre de pasajeros y para motocarros que se vinculen a la prestación del servicio público de transporte terrestre automotor mixto y se adoptan otras disposiciones.

[46] Hidrógeno, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), diésel hasta de 50 ppm de azufre, las mezclas de diésel con biodiésel que no superen las 50 ppm de azufre, gasolina hasta de 50 ppm de azufre y mezclas de gasolina con alcohol carburante o etanol anhidro desnaturalizado que superen las 50 ppm de azufre.

[47] Medición que se hace de las emisiones generadas por los vehículos nuevos que se importen o ensamblen en el país, teniendo en cuenta el peso de este durante un recorrido simulado.

[48] Vehículo de tres ruedas, con motor, para transportar cargas ligeras. Disponible en: http://dle.rae.es/?id=PwJqAMq

[49] Es aquel que se presta bajo la responsabilidad de una empresa de transporte legalmente constituida y debidamente habilitada, a través de un contrato celebrado entre la empresa y cada una de las personas que han de utilizar el vehículo de servicio público a esta vinculado, para su traslado simultáneo con el de sus bienes o carga, en un recorrido legalmente autorizado o registrado (Decreto 175 de 2001).

[50] Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

residuos y demás factores que afecten el agua, el suelo, el aire, el clima y la biodiversidad del país. En 2010, la Resolución 1023[51] adoptó el protocolo para el diligenciamiento del RUA para el sector manufacturero.

En 2010, la Resolución 651[52] creó el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (Sisaire) como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la contaminación del aire. La Resolución 650 de 2010[53] adoptó el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, que contiene las generalidades sobre los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA)[54] y describe elementos comunes a todos los SVCA como el programa de control y aseguramiento de la calidad del aire, el análisis de la información obtenida y la generación de reportes. Este protocolo fue ajustado mediante la Resolución 2154 en el año 2010[55]. Si bien este protocolo buscaba homogenizar e incrementar la calidad de los datos obtenidos en los SVCA, su implementación no ha sido efectiva debido a la complejidad de su contenido.

En 2011, la Secretaría Distrital de Ambiente adoptó el Plan Decenal de Descontaminación del aire de Bogotá mediante el Decreto 98[56]. Este fue el primer plan de prevención, reducción y control de la contaminación del aire del país, y definió medidas para la industria como el uso de sistemas de control de emisiones, la conversión de carbón a gas natural y la formalización. Para reducir las emisiones provenientes de los vehículos, promovió el uso de sistemas de control de emisiones en el transporte de carga, en motocicletas y en los vehículos que ingresan al Sistema Integrado de Transporte Público, así como la implementación de este sistema. Sin embargo, la implementación de algunas de estas

[51] Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[52] Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - Sisaire. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[53] Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[54] Los SVCA son el conjunto de equipos para el monitoreo de la concentración de los contaminantes en el aire que son instalados en un lugar determinado.

[55] Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones. Resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

[56] Por el cual se adopta el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

medidas no tuvo los resultados esperados en la reducción de emisiones razón por la cual el plan fue actualizado en 2017 mediante el Decreto 335[57].

Por su parte, en el mismo año, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá mediante el Acuerdo Metropolitano Nro. 08[58], adoptó su plan para reducir la contaminación del aire que estableció medidas para controlar las emisiones al aire provenientes del sector transporte y la industria, entre las que se destacan: el fortalecimiento del sistema de transporte público del Valle de Aburrá que incluye el Metro, Metroplus, cable, sistema de bicicletas públicas, tranvía; la implementación de planes empresariales de movilidad sostenible en entidades públicas y privadas como teletrabajo, compartir el vehículo, flexibilidad horaria, movilización no motorizada; la promoción de lineamientos a las entidades de planeación de los municipios para el adecuado uso del territorio, buscando disminuir las necesidades de transporte; el fortalecimiento a la red de monitoreo de calidad del aire; el acompañamiento técnico a las industrias para la implementación de sistemas de control de emisiones, entre otros. Estas medidas fueron actualizadas en 2017 en el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (PIGECA).

Con el fin de recoger en un solo cuerpo normativo todos los decretos reglamentarios vigentes expedidos hasta la fecha, que desarrollan las leyes en materia ambiental, en el año 2015 se expidió el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076), que estableció normas y principios generales para la protección de la calidad del aire, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, los instrumentos y medios de control y vigilancia, y la participación ciudadana en el control de la contaminación atmosférica, entre otros aspectos.

En 2017, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó la Resolución 1988[59] que estableció como metas ambientales las de eficiencia energética definidas por el Ministerio de Minas y Energía en la Resolución 41286 de 2016[60], en la que el sector transporte contempló la introducción de vehículos eléctricos, dedicados a gas natural e híbridos. Adicionalmente, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo expidió el Decreto 1116 de 2017[61] mediante el cual se aprobó la reducción de arancel para vehículos eléctricos e híbridos con el 0 % y 5 % respectivamente, para un total de importación de 52.800

[57] Por medio del cual se adopta la estrategia para la actualización del Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá – PDDAB.

[58] Por el cual se modifica el Acuerdo Metropolitano No. 25 de 2007, se aprueba y se adopta el Plan de Descontaminación del Aire en la Región Metropolitana del Valle de Aburrá.

[59] Por la cual se establecen como metas ambientales las de eficiencia energética y se dictan otras disposiciones.

[60] Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2017-2022 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (Proure), que define objetivos y metas indicativas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y estrategias base para el cumplimiento de metas y se adoptan otras disposiciones al respecto.

[61] Por el cual se modifica parcialmente el arancel de aduanas y se establece disposiciones para la importación de vehículos eléctricos e híbridos y sistemas de carga.

unidades entre 2017 y 2027. No obstante, la introducción al país de este tipo de vehículos ha sido baja debido a las deficiencias en el procedimiento de acceso a incentivos para su adquisición, las cuales se mencionan en el capítulo de diagnóstico.

Adicionalmente, como respuesta a la propuesta de valores guía de calidad del aire realizada por la OMS, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el año 2017, adoptó la Resolución 2254 en la que se definió que a 2030 el país tendrá como estándar de calidad del aire el objetivo III de las guías de calidad del aire de la OMS correspondiente a 30μg/m^3 de PM_{10} en promedio de un año y 15μg/m^3 para $PM_{2.5}$. A partir del 1 de julio de 2018 los niveles para concentraciones de 24 horas son de 75μg/m^3 y 37μg/m^3 para PM_{10} y $PM_{2.5}$ respectivamente.

En cuanto a las políticas nacionales, el Documento CONPES 3344 *Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire*[62], aprobado en 2005, entregó orientaciones para la elaboración de políticas y estrategias intersectoriales enfocadas en la prevención y el control de la contaminación del aire en las ciudades y zonas industriales de Colombia.

En 2008 el Documento CONPES 3510 *Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia*[63] estableció objetivos para diversificar la canasta energética del país, incrementar la producción sostenible de biocombustibles, contribuir a la generación de empleo formal en el sector rural, promover una alternativa de desarrollo productivo para la ocupación formal del suelo rural, garantizar un desempeño ambientalmente sostenible en la cadena productiva de biocombustibles, y posicionar al país como exportador de biocombustibles.

Con base en esto, el Ministerio de Minas y Energía ha desarrollado un programa de uso de mezclas obligatorias con productos de origen fósil. Actualmente, se emplea una mezcla del 10 % de etanol anhidro combustible desnaturalizado en las gasolinas motor conforme a lo establecido en la Resolución 40185 de 2018[64], y una mezcla de biodiesel con diésel fósil del 10 % de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 40184 de 2018[65]. Estas mezclas se emplean a nivel nacional, salvo circunstancias especiales. Los

[62] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3344.pdf

[63] https://www.fenalce.org/archivos/conpesbiocombustibles.pdf

[64] Por la cual se establece el porcentaje de mezcla de alcohol carburante en la gasolina motor corriente y extra a nivel nacional. Expedida por el Ministerio de Minas y Energía.

[65] Por la cual se modifica la Resolución 18 2124 de 2007, en relación con el porcentaje de mezcla de biocombustible para uso en motores diésel, en Bogotá, D.C., centro del país y llanos orientales. Expedida por el Ministerio de Minas y Energía.

biocombustibles mejoran variables de los combustibles fósiles como el octanaje[66], cetano y el contenido de azufre y, debido a esto, contribuyen en la reducción de las emisiones provenientes de las fuentes móviles (DNP, 2008; DNP, 2015).

En 2008 se aprobó el Documento CONPES 3550 *Lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química*[67], a través del cual se buscó fortalecer la gestión integral de la salud ambiental orientada a la prevención, manejo y control de los efectos adversos en la salud, resultado de los factores ambientales. En el marco de la implementación de esta política se ha avanzado en la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental, en la implementación del Sistema Unificado de Información Ambiental y en el fortalecimiento de espacios de coordinación interinstitucional como la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental y los Consejos Territoriales de Salud Ambiental, en los cuales la calidad del aire ha sido una prioridad.

Posteriormente, en 2010 el Consejo Nacional Ambiental adoptó la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, con el objeto de impulsar la gestión para alcanzar niveles de calidad del aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible. Los objetivos establecidos en la política pretendían regular los contaminantes del aire fijando niveles adecuados para proteger la salud; identificar las principales fuentes de emisión de los contaminantes; establecer, promover y fortalecer las estrategias para prevenir la generación de emisiones al aire; y fortalecer los espacios de coordinación, participación y capacitación que involucraran a los diferentes actores.

De acuerdo con la evaluación de esta política realizada por el DNP en 2017, se alcanzaron metas en el mejoramiento de la calidad de los combustibles, en la implementación de sistemas de transporte masivo e integrado y en la reducción del transporte público colectivo tradicional. En menor medida se avanzó en el estímulo al transporte con vehículos limpios y el uso de la bicicleta. Asimismo, la evaluación proyectó un escenario a 2020 para evaluar el impacto en la generación de emisiones y en la calidad del aire de continuar con la implementación de las medidas desarrolladas durante el periodo 2010-2015 como: (i) desincentivo al transporte particular y el uso del transporte masivo; (ii) eliminación total del transporte tradicional; (iii) implementación en las grandes ciudades[68] de los sistemas integrados de transporte público; (iv) reemplazo del 10 % de la flota de motos y vehículos de

[66] A mayor octanaje, la gasolina produce una combustión más efectiva. Para el caso del diésel se denomina nivel de cetano.

[67] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3550.pdf

[68] Bogotá, Medellín y Cali, de acuerdo con la muestra usada en la evaluación de la política. El documento con la información completa se puede consultar en el enlace: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Informe_Evaluacion_Contaminaci%C3%B3n_Aire.pdf

carga por otros con tecnologías de cero y bajas emisiones; (v) uso de combustibles con contenidos de azufre inferiores a 10 ppm; y (vi) adopción de estándares de emisión en todas las fuentes fijas. De lo anterior, se concluyó que las medidas que generarían mayor impacto en la reducción de emisiones de partículas serían la eliminación del transporte público tradicional, la mejora de los combustibles y la completa implantación de los sistemas integrados de transporte.

En conjunto, con la implementación de las medidas incluidas en el escenario ideal mencionado anteriormente, se podría alcanzar una reducción en la generación de partículas contaminantes entre el 12 % y el 32 % de las emisiones de las fuentes móviles registradas en el año 2015 (DNP, 2018). Lo anterior no sería suficiente para identificar si se llega a niveles de calidad del aire que protejan la salud y el ambiente al ser necesario contemplar en la proyección la reducción de las emisiones de las fuentes fijas y otras medidas que no fueron incluidas en la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire de 2010 sobre la cual se realizaron los escenarios de proyección.

El Documento CONPES 3918 *Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*[69], aprobado en 2018, define la "estrategia de implementación de los ODS estableciendo el esquema de seguimiento, reporte y rendición de cuentas, el plan de fortalecimiento estadístico, la estrategia de implementación territorial y el mecanismo de interlocución con actores no gubernamentales". Específicamente, dentro del ODS 11 denominado ciudades y comunidades sostenibles, se tiene como meta para 2030 reducir el impacto ambiental de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire. Como indicador para medir su avance, el Documento CONPES 3918 propone que el 70 % de las estaciones que conforman los SVCA cumplan con el objetivo intermedio III[70] de las guías de calidad del aire de la OMS en PM_{10} y $PM_{2.5}$. En este sentido, con línea base a 2016, el Ideam estimó que ninguna de las estaciones que miden $PM_{2.5}$ y solo el 3,8 % de las que miden PM_{10} cumplen el estándar propuesto por la OMS como objetivo intermedio III[71].

El Documento CONPES 3934 *Política de Crecimiento Verde*[72], aprobado en 2018, establece una hoja de ruta para guiar al país a una transición hacia un modelo económico más sostenible, para lo cual incluye estrategias orientadas a mejorar el uso de los recursos naturales en los sectores económicos de manera que sean más eficientes y productivos, y se reduzcan y minimicen los impactos ambientales y sociales generados por el desarrollo de las actividades productivas. También fomenta los procesos de ciencia, tecnología e innovación,

[69] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf

[70] 30μg/m^3 en concentración anual para PM_{10} y 15μg/m^3 para $PM_{2.5}$.

[71] 30μg/m^3 en concentración anual para PM_{10} y 15μg/m^3 para $PM_{2.5}$.

[72] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf

mediante el acceso del sector empresarial a herramientas financieras como líneas de crédito de redescuento para facilitar las inversiones. Finalmente, establece acciones encaminadas a impulsar la movilidad eléctrica y la eficiencia energética.

Lo mencionado en esta sección permite identificar que desde hace 36 años se ha presentado un amplio desarrollo normativo y de política para la prevención, reducción y control de la contaminación del aire, que ha sufrido actualizaciones para ser adaptado a los cambios temporales. Esto sustenta que el problema no se encuentra en la cobertura o flexibilidad de las más de 27 orientaciones normativas y de política, sino en la eficiencia en su implementación y en el seguimiento al cumplimiento de las metas. Específicamente se observa que la renovación vehicular no ha estado alineada con la mejora significativa en la calidad de los combustibles, no se ha promovido lo suficiente la renovación tecnológica y las buenas prácticas en la industria y los sistemas de información no están diseñados para orientar al ciudadano y a las entidades en la implementación de medidas eficientes. Adicionalmente, se presentan vacíos en temas estratégicos como la gestión del riesgo, la investigación y el ordenamiento del territorio, en la definición de metas e indicadores para medir el avance en los objetivos planteados, así como dificultades para la vinculación de los sectores productivos en la implementación y seguimiento, tanto de la política como de la normativa establecida.

2.2. Justificación

Conforme con lo anterior, es evidente que el país ha contado con referentes internacionales para orientar la definición de las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, así como un desarrollo normativo y de política que establece el marco de acción. Pese a estos avances, es necesario fortalecer la implementación de las medidas de reducción de emisiones de las fuentes móviles y fijas, la cobertura, calidad y disponibilidad de la información para medir la efectividad de las acciones desarrolladas, aumentar la investigación, mejorar los diagnósticos, así como el seguimiento y control, ordenar el territorio incorporando la calidad del aire como variable de análisis, gestionar el riesgo, implementar y fortalecer los instrumentos económicos, articular estrategias de reducción de contaminantes del aire, mejorar los sistemas de información y fomentar la educación y la participación ciudadana en el control de la contaminación del aire.

La Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire abordó de manera parcial temas estratégicos como: la modernización del transporte, la gestión del riesgo por contaminación del aire, la investigación, la participación ciudadana, entre otros, y logró avanzar en el cumplimiento de estándares de emisión de fuentes fijas, el mejoramiento de la calidad de los combustibles con la reducción en el contenido de azufre en el diésel y la gasolina, el estímulo del transporte público masivo, y la implementación de sistemas de control de emisiones en las industrias. Sin embargo, la mencionada política presenta

deficiencias en el establecimiento de acciones de renovación del parque automotor como condición necesaria para el suministro de combustible de mejor calidad, en la promoción de medios de transporte más limpios, y en la adaptación de incentivos tributarios y programas de reconversión tecnológica para fuentes fijas. En adición, el plan de acción de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire aprobada en 2010 culmina en el año 2019 (DNP, 2018), lo que hace necesario su actualización.

En consideración de lo anterior, el presente documento de política para el mejoramiento de la calidad del aire propone acciones definidas con base en las necesidades de fortalecimiento en los temas mencionados anteriormente con el objetivo de reducir las concentraciones de contaminantes en el aire para proteger la salud y el ambiente, en línea con las directrices de la OMS, y aportando al cumplimiento de las metas establecidas en los ODS a 2030 y en las recomendaciones de la OCDE en materia de calidad del aire.

3. MARCO CONCEPTUAL

La contaminación del aire es la concentración de sustancias que en estado sólido, líquido o gaseoso son causantes de efectos adversos en el ambiente y la salud. Los contaminantes en el aire se presentan en forma de partículas y gases, y son emitidos como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Las condiciones meteorológicas y topográficas de determinadas zonas inciden en la mezcla y el transporte de los contaminantes en el aire.

El polvo, humo, niebla y ceniza que pueden estar en estado líquido o sólido se les conoce como material particulado. Este contaminante se clasifica de acuerdo con su tamaño en partículas suspendidas totales (PST), material particulado con diámetro inferior a 10 micras (PM_{10}) y en material particulado con diámetro inferior a 2,5 micras ($PM_{2.5}$). El tamaño de estas partículas determina la profundidad de ingreso al sistema respiratorio e incluso al torrente sanguíneo, de tal manera que condiciona los efectos en la salud que se le asocian. Estas partículas contienen compuestos inorgánicos y orgánicos, y su composición química está profundamente relacionada con diferentes factores como su fuente de emisión, los mecanismos de formación y su tamaño (Borras E., 2013). Por su parte, los gases incluyen sustancias como el dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Los contaminantes atmosféricos que exceden con mayor frecuencia los niveles establecidos como seguros son el O_3, el PM_{10} y el $PM_{2.5}$ (OMS, 2018).

La actividad del hombre representa una contribución significativa a la contaminación del aire y las fuentes que la generan se clasifican en dos tipos, móviles y fijas. Las fuentes móviles son aquellas que, por razón de su uso o propósito, son susceptibles de desplazarse.

Se dividen en fuentes dentro de la vía como buses, camiones, automóviles, taxis y motos, y fuentes fuera de la vía como trenes, aviones y maquinaria de construcción (Universidad de Los Andes y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2008). Las fuentes fijas son instalaciones industriales en las que operan equipos de combustión con evacuación de gases a través de chimeneas o ductos, o bien donde se presenta la evaporación de sustancias no confinadas, por ejemplo, durante el almacenamiento y distribución de combustibles (INECC, 1999).

Dentro de los efectos en la salud asociados a la contaminación del aire se encuentra la inflamación y disminución de función pulmonar, aumento de casos o síntomas de asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), mayor morbilidad y mortalidad respiratoria y cardiovascular (Laumbach R, 2010). Otros efectos negativos de la contaminación del aire incluyen el deterioro de materiales de construcción en edificios, puentes y estatuas. Adicionalmente, la lluvia ácida, que es la combinación de gases como ácido sulfúrico y nítrico con la precipitación, ocasiona el aumento de la acidez en los cuerpos de agua afectando la fauna presente y el material vegetal, disminuyendo los nutrientes del suelo y ocasionando daño en los cultivos con importantes pérdidas económicas (Granados Sánchez & López Ríos, (2010); Alvarez & Hidalgo, (2002)).

3.1. Emisiones al aire provenientes de fuentes móviles

El uso de combustibles fósiles para el funcionamiento del motor de los vehículos libera contaminantes por el tubo de escape, por la evaporación del combustible en el tanque de almacenamiento y en el depósito de lubricante del motor. Entre los contaminantes emitidos se destaca el material particulado, el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), los gases de efecto invernadero, las sustancias carcinogénicas[73] y los metales pesados, entre otros (Agencia Europea Ambiental, 2016).

El aumento en la edad y el tiempo de uso de los vehículos ocasiona mayores emisiones contaminantes, debido a que por el diseño del motor la combustión es menos eficiente, además, carecen de sistemas de control de emisiones, tales como filtros de partículas. Las emisiones contaminantes aumentan cuando no se ha realizado mantenimiento periódico y preventivo del vehículo (Banco Mundial, 1997). Por esta razón, es necesario retirarlos de circulación mediante la desintegración, con la que se busca maximizar la proporción de los materiales de construcción del vehículo que son recuperados y clasificarlos por sus características para incorporarlos dentro de nuevos procesos productivos, diferentes a los del sector transporte, y así reducir los residuos generados en este proceso (Ministerio de Ambiente

[73] Sustancia capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos (Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos, 2015).

y Desarrollo Sostenible, 2014). Adicionalmente, sustituirlos por otros de menor edad y mejores tecnologías.

En cuanto al combustible, existen parámetros que determinan su calidad y las emisiones. Para el caso del combustible diésel se encuentran: (i) el contenido de azufre que se asocia con la emisión de material particulado y óxidos de azufre; (ii) el nivel de cetano que determina la rapidez de encendido del motor, que entre más elevado sea el número mejora la combustión y reduce las emisiones; (iii) hidrocarburos aromáticos y benceno, que aumentan el índice de cetano, pero representan el mayor porcentaje de las emisiones tóxicas; (iv) la volatilidad que determina las emisiones por evaporación; y (v) la densidad del combustible diésel que representa mayor emisión de humo negro y material particulado. De acuerdo con lo anterior, para el diésel los parámetros que tienen mayor incidencia en la reducción de emisiones de material particulado son la reducción del contenido de azufre, de aromáticos, de la viscosidad y densidad del combustible, así como el aumento en el cetano. En gasolina se encuentra la escala de octanaje, que hace referencia a la capacidad de evitar la combustión prematura, permitiendo aumentar la compresión en el motor y el contenido de plomo que aumenta el octanaje, pero impide la utilización de sistemas de control de emisiones.

Las características del combustible son determinadas por el proceso de refinamiento[74] y pueden verse alteradas en el transporte por los poliductos y almacenamiento hasta su comercialización en las estaciones de servicio. Para reducir la contaminación de los combustibles se realizan actividades de aseguramiento de la calidad a lo largo de toda la cadena de distribución, de tal manera que el producto final posea los requerimientos establecidos.

La combinación del tipo y la calidad del combustible con la edad y la tecnología del vehículo determina la concentración de los contaminantes que son generados en el proceso de combustión del motor y que son medidos en el tubo de escape del vehículo. En este sentido existen límites para estas emisiones como son los estándares Euro, los cuales establecen categorías diferenciadas para las emisiones generadas por los vehículos de acuerdo con el combustible fósil usado. Esta emisión es catalogada entre 1 y 6[75] de tal manera que entre más alto el número se incrementa la exigencia en la reducción de las emisiones. Se emplean números ordinales para los vehículos a gasolina y números romanos para los que utilizan combustible diésel. El ascenso tecnológico de los vehículos en la escala Euro permite las mayores reducciones de material particulado, y se logra una mayor reducción con el uso de

[74] La refinación agrega valor mediante la conversión del petróleo crudo (que, en sí mismo, tiene escaso valor como producto de consumo final) en una variedad de productos refinados, incluidos los combustibles para transporte (Introducción a la refinación del petróleo y producción de gasolina y diésel con ultra bajo contenido de azufre, *International Council on Clean Transportation*, 2011).

[75] Máximo estándar Euro actualmente definido.

filtros. La implementación de los estándares Euro ha llevado a la transformación del diseño y la producción de vehículos (CEE, 1970).

Con el fin de verificar que los vehículos nuevos cumplan los niveles de emisión establecidos, los fabricantes deben demostrar que todos los productos que se vendan, matriculen o pongan en circulación hayan sido sometidos a una prueba dinámica en la que se miden las emisiones contaminantes que salen por el tubo de escape simulando un ciclo de conducción, procedimiento denominado homologación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2008). En cuanto a los vehículos que ya se encuentran en circulación, un factor determinante en las emisiones generadas es el mantenimiento preventivo, como la sincronización[76], la limpieza periódica de inyectores, el cambio de filtros de aire y aceite, así como los patrones de conducción en la operación del vehículo[77]. La verificación de las emisiones de los vehículos en circulación se realiza a través de la revisión de las condiciones técnicas y mecánicas que se realizan en laboratorios de prueba. A nivel internacional existen mecanismos como las etiquetas ambientales para distinguir y clasificar los vehículos en función de las emisiones que generan, y con ello establecer medidas de restricción de la movilidad en caso de que se presenten altos niveles de contaminación del aire (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

3.2. Emisiones al aire provenientes de fuentes fijas

Las actividades industriales también contribuyen a la contaminación del aire al generar emisiones determinadas por la tecnología de los hornos y calderas empleados en el proceso productivo y al consumo de combustibles derivados del petróleo, carbón, gas natural, biomasa y residuos (Agencia Internacional de Energía, 2017). Adicionalmente, se generan emisiones de compuestos orgánicos volátiles[78] en los tanques de almacenamiento por la evaporación de combustibles líquidos, así como de polvo sin que existan procesos de

[76] Obtener del vehículo el mayor rendimiento en potencia y consumo de combustible, coordinando el tiempo de operación del motor y la cantidad de combustible (Autolab, 2016).

[77] Conducir con aceleraciones fuertes y detenciones frecuentes y dramáticas genera mayores consumos de combustible y emisiones de gases contaminantes en comparación con un patrón menos agresivo (http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=b5f3e23f-9c5f-40ef-912a-51a5822da320&groupId=55886).

[78] Son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Se originan por gasificación o evaporación de sustancias derivadas del petróleo u otras sustancias orgánicas. Son precursores de otros contaminantes del aire como ozono (O_3) y material particulado fino ($PM_{2.5}$) (RETC-Ministerio de medio ambiente de Chile, 2015).

combustión[79] (South Coast Air Quality Management District, 2005). Las emisiones que se generan en la industria dependen de la calidad de los combustibles, de la eficiencia en el uso de la energía y del proceso productivo, así como de la tecnología empleada y de las condiciones del lugar[80] (National Renewable Energy Laboratory, 2006).

En cuanto al combustible, uno de los de mayor uso es el carbón por su amplia disponibilidad y bajo costo, el cual genera emisiones de SO_2, material particulado y un residuo mineral denominado ceniza en su proceso de combustión (Quijandría & Aramburu, 2016).

Respecto a la tecnología y al proceso productivo, se ha considerado la implementación de mejores técnicas disponibles para reducir la generación de emisiones contaminantes (BAT[81], por sus siglas en inglés), las cuales combinan la implementación de la tecnología más eficaz en la protección del ambiente con el diseño, construcción y mantenimiento de la instalación. El BAT considera análisis sobre la posibilidad de acceso a la tecnología, la viabilidad de su implementación, así como sus costos y beneficios.

Otro concepto muy utilizado por la comunidad internacional es el de mejores prácticas ambientales (BEP[82], por sus siglas en inglés), definido como la aplicación de medidas y estrategias de control ambiental más apropiadas (OCDE, 2017) que implican cambios en la organización para promover el ahorro y reducir el consumo de recursos como agua y energía, disminuir la cantidad de residuos producidos y facilitar su reutilización, mejorando la competitividad empresarial a cambio de un bajo costo económico de implementación (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino de España, 2018). Incluye acciones como sustituir combustibles líquidos más contaminantes por gaseosos, recirculación de gases de combustión, instalación de filtros o sistemas de control de emisiones, entre otros (Comisión Europea, 2017).

Adicionalmente, la concentración de industrias en un área determinada puede constituir un riesgo de aumento de las emisiones, por lo que los modelos de ordenamiento del territorio que consideran la información sobre ubicación, concentración y características de las

---

[79] La combustión es una reacción química entre el oxígeno y un determinado combustible que, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, libera energía y gases de combustión entre los que se encuentran el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), el óxido de nitrógeno (NOx), el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua, los compuestos orgánicos volátiles (COV), además de partículas, entre otros contaminantes (UNFCCC, sf)

[80] Temperatura, humedad atmosférica, precipitación, altitud, latitud, posición geográfica (http://espasa.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?pk=793&art=59).

[81] *Best Available Techniques*.

[82] *Best Environmental Practices*.

emisiones generadas por las fuentes, así como el desarrollo de la movilidad y de los asentamientos urbanos, permiten tomar decisiones que reducen la exposición de la población a la contaminación del aire como la no instalación de nuevas industrias en una zona de alta contaminación o el desarrollo de áreas de confluencia de grupos poblacionales más vulnerables[83]. También, permite establecer zonas industriales de baja emisión y potenciar el crecimiento económico atendiendo las dinámicas del uso del suelo y la eficiencia en la distribución de mercancías (AMVA, 2018).

En este sentido, el país cuenta con un procedimiento para clasificar áreas geográficas de acuerdo con la cantidad y características de las emisiones y la calidad del aire, denominadas áreas fuente de contaminación. Esta clasificación cuenta con cuatro categorías que van desde área de contaminación marginal hasta área de alta contaminación, determinadas con base en el incumplimiento de los estándares de calidad del aire monitoreados a través de los SVCA y que son declaradas por las autoridades ambientales. La clasificación de áreas fuente de contaminación del aire se constituye en la base para otorgar permisos de uso del suelo a nuevas fuentes de emisión o evitar la ubicación de establecimientos destinados a prestar servicios de salud, educación, recreación, deporte y vivienda.

3.3. Estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire

Con el objeto de formular e implementar las políticas ambientales, los gobiernos deben conocer el estado actual del entorno natural y contar con medios consistentes y confiables para medir los cambios que en él se producen (OCDE, 1996).

Entre los datos necesarios para tener un mayor entendimiento sobre la contaminación del aire se encuentra la identificación de los contaminantes, las cantidades que se emiten, las fuentes que los generan, su localización, las variables que influyen en su dispersión y transformación, las zonas a donde son desplazados o transportados, así como las concentraciones a las que puede resultar expuesta la población. Así mismo, se debe considerar la manera en la que estos factores pueden variar con el tiempo, lo que hace necesario que esta información se obtenga periódicamente y se consolide y analice de manera permanente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Entre las principales herramientas para conocer la información de las emisiones y de la concentración de los contaminantes en el aire se encuentran los inventarios de emisiones, los modelos de dispersión de contaminantes y los SVCA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010). En este sentido, el inventario de emisiones caracteriza la fuente, así como el tipo y la cantidad de contaminantes emitidos en un área geográfica e intervalo de tiempo

[83] Como colegios, hospitales u hogares geriátricos.

determinado. La información obtenida se convierte en la base para la definición de estrategias de control y normas nacionales de emisión de contaminantes. Existen inventarios de emisiones por fuentes fijas y móviles principalmente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). Entre las metodologías disponibles para realizar estos inventarios se encuentra el muestreo en la fuente, modelos, encuestas, factores de emisión y balance de materiales. El método más preciso y costoso es el muestreo en la fuente o la medición directa (EPA, 1997).

Mediante el uso de modelos de dispersión se pueden simular las concentraciones y el comportamiento de los contaminantes en el aire. Entender la dispersión de contaminantes en el área de estudio permite identificar los puntos de mayor y menor concentración y un nivel aproximado de influencia de las diferentes fuentes emisoras. Para modelar la calidad del aire es indispensable la información meteorológica disponible, así como la topografía del área y datos de las fuentes de emisión. La modelación se constituye en un insumo necesario para el diseño o ajuste de los SVCA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

Estos SVCA son un conjunto de equipos para el monitoreo de la concentración de los contaminantes en el aire que son instalados en un lugar determinado. En Colombia, su implementación se realiza bien sea cuando se presenta una problemática específica relacionada con la calidad del aire y en función del número habitantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

El monitoreo de la calidad del aire también puede realizarse a través de campañas o mediciones temporales mínimo de dos meses[84] con el fin de establecer niveles probables, así como evaluar la distribución espacial y temporal de contaminantes del aire de interés específico en una zona determinada. La información que se obtenga de estas campañas es indicativa, solo busca establecer valores probables que orienten el diseño de un SVCA del aire fijo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

La investigación en materia de calidad del aire contribuye a la identificación de problemáticas puntuales de contaminación, nuevos contaminantes y fuentes, métodos y equipos de medición de emisiones como sensores remotos para fuentes móviles y sistemas de monitoreo continuo costo eficientes para las industrias. De igual forma, permite el desarrollo de nuevas tecnologías para el control en las fuentes de emisión de partículas y gases, mejoras en la eficiencia energética de los procesos productivos, en la calidad de los combustibles, en la definición de variables y estrategias de planeación urbana, de gestión del riesgo frente a

[84] Uno en época seca y otro en época húmeda.

episodios críticos de contaminación y análisis de las externalidades negativas de la contaminación del aire (UNAL, 2017).

Debido a que los contaminantes criterio del aire, los GEI y los contaminantes climáticos de vida corta[85] son ocasionados principalmente por procesos de combustión llevados a cabo por los mismos sectores, la comunidad internacional ha llamado la atención de los gobiernos para crear sinergias entre las agendas nacionales de cambio climático y calidad del aire para optimizar recursos y unificar criterios a desarrollar por el sector regulado[86]. Un ejemplo de lo anterior es el uso de combustibles más limpios en la industria o la introducción de vehículos de cero y bajas emisiones al parque automotor que contribuirán con el cumplimiento de acuerdos internacionales, tales como el Acuerdo de París, y con una mejor calidad del aire en las ciudades (Climate & Clean Air Coalition, 2016).

4. DIAGNÓSTICO

De acuerdo con los registros de los SVCA, el principal problema de contaminación del aire en Colombia es la concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$, que supera el valor recomendado por la OMS[87], en particular en los grandes centros urbanos como Bogotá, Medellín y Cali[88] y en municipios con desarrollo de actividades industriales, tal como se presenta en el Gráfico 1. En este gráfico se observa que el 17 % de los municipios con estaciones de SVCA alcanzan niveles que superan la norma anual nacional establecida en 25µg/m^3 para $PM_{2,5}$ y el 78 % supera el valor recomendado por la OMS como objetivo intermedio III[89].

[85] Los contaminantes climáticos de vida corta como el metano (CH_4), el carbono negro, el ozono troposférico (O_3) y algunos hidrofluorocarbonos (HFC's) permanecen en la atmósfera un tiempo relativamente corto, desde unos pocos días hasta unas cuantas décadas. Contribuyen de manera importante al cambio climático, degradan la calidad del aire y tienen impactos graves en la seguridad alimentaria y la salud de las poblaciones más vulnerables del mundo (http://www.aida-americas.org/es/project/combatiendo-los-contaminantes-clim%C3%A1ticos-de-vida-corta-ccvc).

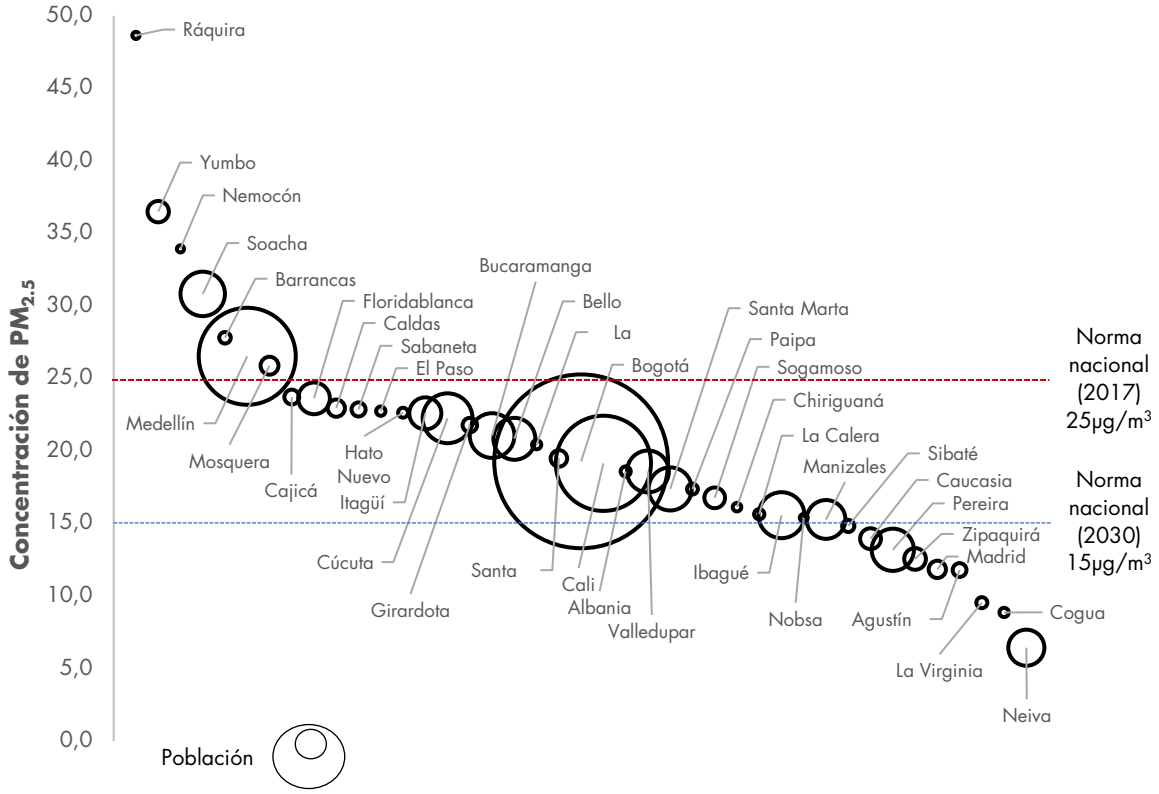
[86] Grupo de actividades económicas sujetas al cumplimiento de la reglamentación establecida por el Gobierno.

[87] Para PM_{10} el valor guía recomendado por la OMS anual es 20µg/m^3, el objetivo intermedio III es 30µg/m^3. Para $PM_{2.5}$ el valor guía anual es 10µg/m^3 y el objetivo intermedio III es 15µgm^3 (Guías de calidad del aire OMS, 2005).

[88] De acuerdo con las proyecciones de población para el año 2016 realizadas por el DANE, Bogotá cuenta con una población total de 7´980.001 habitantes, Medellín con 2´486.723 y Cali con 2´394.925.

[89] 15µg/m^3 concentración promedio anual de $PM_{2.5}$.

Gráfico 1. Concentración anual promedio de $PM_{2.5}$ y población en 2016, en $\mu g/m^3$ (a)

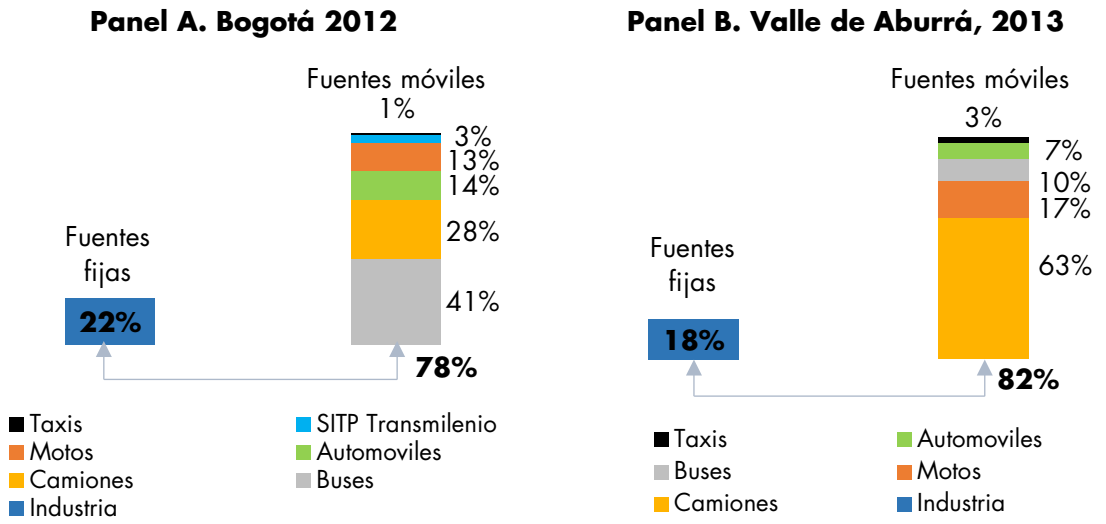


Fuente: Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible (DADS) - DNP, 2018, con base en datos suministrados por el Ideam, 2018.

Nota: [a] Las concentraciones de $PM_{2.5}$ se calcularon mediante el uso de una equivalencia que permitiera estimar el $PM_{2.5}$ a partir del PM_{10}, a raíz de que la cobertura de medición de la concentración ambiental de $PM_{2.5}$ es reducida en el país. El factor aplicado fue igual a 0,45 de $PM_{2.5}$ por cada PM_{10}. Se asumió que cada una de las estaciones que conforman los SVCA cubre el área del municipio en el que se encuentran ubicadas, pues se desconoce el área de influencia de dichas estaciones y se requiere dar una magnitud de ubicación. Se empleó el 100 % de los registros de concentración ambiental de PM_{10}, a pesar de que el protocolo de vigilancia de la calidad del aire establece que aquellos cuyo informe sea inferior al 75 % de los datos válidos anuales no deben ser tenidos en cuenta para reportar un promedio anual representativo. Ello se sustenta en que cualquier concentración ambiental de material particulado a la cual esté expuesta una persona puede generar un efecto en la salud (OMS, 2005).

Por su parte, los inventarios de emisiones de los grandes centros urbanos como Bogotá y Medellín muestran que en 2012 las emisiones de $PM_{2.5}$ provenían en un 78 % de las fuentes móviles y en un 22 % de las fuentes fijas en Bogotá. En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en 2013, el 82 % de las emisiones correspondía al sector transporte y el 18 % al sector industrial. En el Gráfico 2 se observa el porcentaje de emisión de la industria y de cada categoría vehicular por ciudad (DNP, 2018).

Gráfico 2. Porcentaje de emisión de material particulado $PM_{2.5}$ en 2016 ($\mu g/m^3$)



Fuente: DADS - DNP, 2018 con base en la Evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del aire, 2017. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Infografia_Final_Calidad_Aire.PDF

Entre las causas que originan las emisiones de contaminantes al aire y la consecuente baja calidad de este recurso se encuentran la edad y tecnología del parque automotor, el contenido de azufre en el combustible empleado, la movilidad, la evasión de los requerimientos ambientales y de tránsito, y la baja implementación de mejores técnicas y prácticas ambientales en los procesos productivos.

El comportamiento de estas causas en el país se describe a continuación separándolas en tres grupos. El primero obedece a las causas que explican las emisiones generadas por las fuentes móviles; en el segundo se sustentan las causas de las emisiones por fuentes fijas; el tercero hace referencia a la insuficiente disponibilidad de información sobre fuentes de emisión y calidad del aire, así como a las estrategias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del aire.

4.1. Emisiones al aire provenientes de fuentes móviles

Los vehículos son la fuente principal de generación de contaminantes del aire, en Colombia son responsables de la emisión del 78 %[90] de las partículas. Los vehículos pesados[91] con motores diésel son la mayor fuente de emisión de material particulado y generan mayor exposición de las personas a estas emisiones debido a la altura del tubo de

[90] Porcentaje calculado con base en los inventarios de emisiones de Bogotá (2012), Valle de Aburrá (2013), Manizales (2014) y Cartagena (2010).

[91] Vehículos de carga y buses.

escape. Entre las fuentes móviles, estos vehículos son responsables del 80 % de las emisiones de material particulado, 60 % de las emisiones de NO_X, 65 % de las emisiones de Óxidos de Azufre (SO_X) y 50 % de las emisiones de CO (Concejo de Bogotá, 2009).

Las causas fundamentales de las emisiones producidas por los vehículos son la tecnología determinada por la edad y las características del proceso de combustión, así como la calidad del combustible utilizado. En cuanto a los combustibles, la principal característica de calidad, relacionada con la generación de emisiones, es el contenido de azufre. En esta sección se describe la situación nacional frente a las variables que determinan las emisiones de las fuentes móviles.

Orientados a la renovación del parque automotor para reducir emisiones contaminantes y mejorar la movilidad, desde 2001 existen en el país mecanismos para la desintegración de vehículos de servicio público colectivo de pasajeros de radio de acción metropolitano o urbano y para el transporte de carga con peso superior a 10,5 toneladas. Ambos constituyeron estrategias para financiar e incentivar el reemplazo de vehículos antiguos por unos más nuevos (Ministerio de Transporte, 2008). De acuerdo con los reportes del RUNT del año 2016, entre 2010 y 2015 se desintegraron en Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín, 17.966 vehículos de carga, 9.212 vehículos de transporte público colectivo de pasajeros y 40.357 vehículos de transporte individual público de pasajeros (taxis). Una desintegración de 30.000 unidades de camiones de más de 10,5 toneladas podría reducir cerca de 1.400 toneladas de material particulado y 520.000 toneladas de dióxido de carbono (CO_2) en un año, lo cual podría traducirse en beneficios económicos anuales de 5.500 millones de pesos[92] (DNP, 2013). La renovación tecnológica de los vehículos que operan con combustible diésel en Bogotá, la eliminación de los vehículos con motores de más de quince años a través de desintegración, y la integración del transporte público, reduciría al menos el 20 % en las emisiones de todas las fuentes móviles (Concejo de Bogotá, 2008).

De acuerdo con la evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire realizada por el DNP en 2017, en Bogotá en el año 2014 más de 70 toneladas de $PM_{2.5}$ dejaron de emitirse por la desintegración de 15.000 taxis, buses y camiones; y en Medellín la desintegración de más de 10.000 de estos vehículos evitó la emisión de 64 toneladas de $PM_{2.5}$ al aire en 2015 (DNP, 2018). En contraste, el inventario de emisiones de Medellín en 2015 muestra que los automóviles de servicio particular[93]

[92] Suponiendo que el total de las emisiones de CO_2 son vendidas en un mercado de carbono a un precio de 4,13 euros por tonelada; valor al día 25 de junio de 2013.

[93] Los automóviles particulares corresponden al 40 % (481.709) del parque automotor del Valle de Aburrá del año 2015.

emitieron 113 toneladas de $PM_{2.5}$[94] y las motos de 2 y 4 tiempos[95] emitieron 250 toneladas de $PM_{2.5}$. Pese a esto, el país no tiene reglamentados programas de desintegración para el transporte de carga inferior a 10,5 toneladas ni para automóviles de servicio particular y motos.

Para prolongar la vida útil de los vehículos de carga que carecieran de programas de desintegración, en el año 2002 la Resolución 2502[96] permitió su repotenciación[97] como una alternativa para el reemplazo de algunos elementos del vehículo con el fin que continúe en circulación; sin embargo, aún no se ha determinado los efectos de la repotenciación en la generación de emisiones contaminantes al aire.

A pesar de los programas de desintegración antes mencionados, el 41 % del parque automotor de carga en Colombia tiene una edad promedio superior a los 20 años[98], lo que se traduce en costos operativos elevados por reparaciones más frecuentes y costosas, mayor consumo de combustibles y lubricantes, y altas externalidades negativas reflejadas en contaminación del aire, congestión en los principales corredores de carga y accidentalidad vial. De acuerdo con el Documento CONPES 3759 *Lineamientos de política para la modernización del transporte automotor de carga y declaratoria de importancia estratégica del programa de reposición y renovación del parque automotor de carga*[99], lo anterior puede estar relacionado con que el compromiso de desintegración física total no ha tenido los resultados esperados, al no cumplirse las metas de desintegración fijadas por el programa, aumentando la edad promedio del parque automotor (DNP, 2013). Después de los vehículos de carga, los buses y automóviles tienen las mayores edades en promedio, tal como se observa en el Gráfico 3 (DNP, 2018).

---

[94] Corresponden al 8 % del total de emisiones del parque automotor del Valle de Aburrá del año 2015.

[95] Las motos de 2 y 4 tiempos corresponden al 52 % (626.222) del parque automotor del Valle de Aburrá del año 2015.

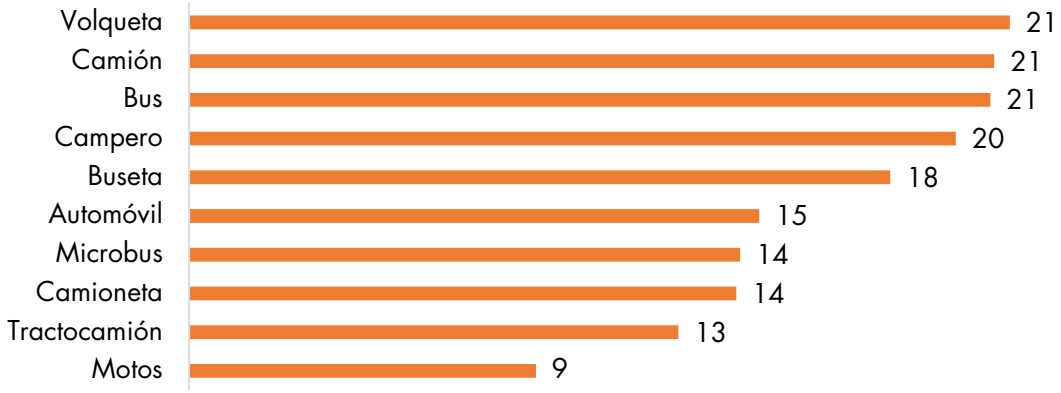
[96] Por la cual se define, reglamenta y fija los requisitos para el reconocimiento de la transformación o repotenciación de los vehículos destinados al Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Carga. Expedida por el Ministerio de Transporte.

[97] Este procedimiento se entiende como la transformación de un vehículo por el cambio o reparación de todas o algunas de las siguientes partes: sistemas de frenos, dirección, suspensión, motor, caja de velocidades, transmisión y cabina (Ministerio de Transporte, 2002).

[98] Las edades promedio del transporte de carga en México es de 16,6 años y Estados Unidos 11 años (Foro DNP aire, 2018).

[99] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3759.pdf

Gráfico 3. Edad promedio del parque automotor para el año 2015 (años)



Fuente: DADS - DNP, 2018, con base en informe del sector automotor en Colombia por la Asociación colombiana de vehículos automotores (Andemos), 2016.

Una de las posibles barreras que se presenta para la renovación del parque automotor es el impuesto sobre vehículos automotores establecido en la Ley 488 de 1998[100] dado que en la fórmula de cálculo se incluye la edad del vehículo incrementando el valor a pagar para los vehículos nuevos, sin tener en cuenta criterios ambientales entre otras externalidades que deberían considerar que los vehículos con mayor edad son los que representan mayores riesgos de accidentalidad vial y más emisiones al aire. Además, este impuesto tampoco tiene en cuenta otras variables relacionadas con las emisiones como el combustible y la tecnología implementada. Por ejemplo, un vehículo de tecnología eléctrica pagaría un valor en función de su base gravable[101] y año del modelo, sin considerar un beneficio ambiental de no generar emisiones al aire. En cambio, un vehículo con motor a diésel de un modelo anterior pagaría un menor valor en el impuesto de rodamiento, porque actualmente su base gravable es inferior y no se considera dentro del cálculo las altas emisiones que puede generar, entre otras externalidades.

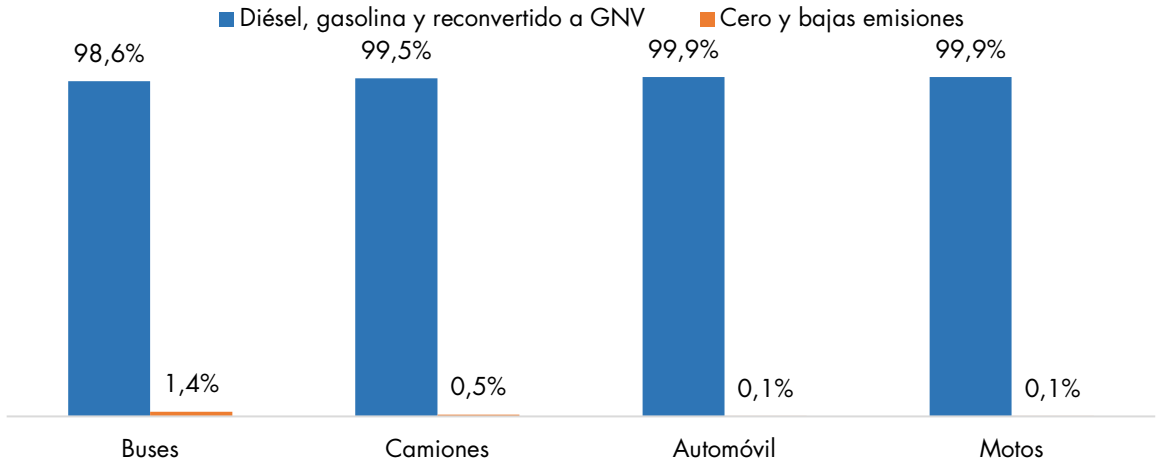
Sumado a lo anterior, en el periodo 2009-2016, a pesar de ser aprobados 4.861 cupos de importación con cero arancel para vehículos de cero y bajas emisiones, únicamente se utilizó el 15 % de estos cupos. Lo anterior, tiene relación con que los incentivos tributarios implementados para motivar el ingreso al país de este tipo de vehículos se perciben como insuficientes, pues cuestan entre 1,5 y 3 veces más que un vehículo tradicional y los incentivos

[100] Por la cual se expiden normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones fiscales de las Entidades Territoriales.

[101] Es el valor del vehículo establecido para efectos de liquidación y pago del impuesto anualmente por el Ministerio de Transporte. Para vehículos nuevos la base gravable está constituida por el valor total registrado en la factura de venta. Para los usados, el valor comercial es el que corresponda al determinado por el Ministerio de Transporte de acuerdo con la clase del vehículo (automóvil, carga, pasajeros o motocicleta) y características del vehículo (marca, línea, modelo y capacidad). Más información en: https://www.mintransporte.gov.co/Publicaciones/atencion_al_ciudadano/servicios_y_consultas_en_linea/bases_gravables_para_pago_de_impuesto_de_vehiculos_automotores/tablas_2018.

reducen máximo un 20 % del costo. Igualmente, se presenta incertidumbre sobre la disponibilidad del cupo debido a que tiene un tope anual y el incentivo es otorgado en el orden de llegada de las solicitudes, lo que limita que se programen grandes importaciones y se asuman inversiones de largo plazo en la prestación de posventa de estos. Adicionalmente, los tiempos del trámite de acceso son en promedio de 6 meses, lo que hace que se pierda el interés por dicho beneficio (DNP, 2018). Esto se refleja en la baja incorporación de estas tecnologías en el país, que corresponden a menos del 0,5 % del parque automotor, en promedio, como muestra el Gráfico 4.

Gráfico 4. Proporción de tecnología por clase de vehículo registrado.



Fuente: DADS - DNP, 2018 con base en RUNT, 2017.

En Bogotá y en los municipios que conforman el Valle de Aburrá[102], de 2013 a 2015 se aprobó un total de 19 solicitudes de exclusión de IVA y deducción de renta que corresponden a 1.136 vehículos eléctricos, dedicados a gas natural, híbridos y con motores que requieren combustible de menos de 50 ppm de azufre. Estos vehículos equivalen al 0,03 % del parque automotor de dichas áreas. Las tecnologías beneficiadas por los incentivos tributarios corresponden principalmente a buses dedicados a gas natural y buses diésel con categoría Euro IV[103].

Otra alternativa para reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles es la implementación de sistemas de control de emisiones incorporados a la tecnología de los vehículos. En el Plan Decenal de Descontaminación del Aire de Bogotá de 2010 se estimó que la implementación de estos sistemas en la flota de transporte público, en paralelo con la puesta en marcha del Sistema Integrado de Transporte Público, tendría una

[102] Medellín, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Caldas.

[103] El estándar Euro IV (50 ppm de azufre) definido por la Unión Europea, reduce hasta el 80 % de las emisiones de partículas respecto al estándar anterior, Euro III.

reducción de emisiones del 22 % y una posterior mejora de la calidad del aire hasta del 9 % (SDA, 2010). Actualmente, se desconoce los resultados de la implementación de la medida antes descrita en función de la reducción de emisiones.

Para reducir las emisiones generadas por los vehículos en circulación que no son objeto de desintegración, se requieren medidas de mantenimiento, pero no existen en el país programas de mantenimiento preventivo orientados a vehículos de servicio particular. Se evidencian algunos dirigidos a los de servicio público de pasajeros y carga, como es el caso del programa de autorregulación ambiental en Bogotá, en el que se implementa el plan integral de mantenimiento a las empresas inscritas en él. Igualmente, en el Valle de Aburrá se promueve la autorregulación de emisiones en el transporte de carga y volquetas en el marco del Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire a través de buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como inspecciones internas para que no salgan a circulación con emisiones visibles (SDA, (2018); AMVA, (2017)).

De acuerdo con el Balance Energético Colombiano (BECO) de 2015[104], el sector transporte fue el mayor consumidor de energía del país, con una participación del 41 % del total de la distribución del consumo de energía del país, la cual proviene en un 83 % de combustibles como la gasolina y el diésel[105]. El 83 % de la gasolina se destina al transporte particular y el 88 % del diésel se usa para el transporte público de pasajeros y de carga (UPME, (2016)). Teniendo en cuenta que la tecnología y edad de los vehículos no son las únicas variables que determinan la generación de emisiones contaminantes, se reconoce que la calidad de los combustibles influye, en especial su contenido de azufre. En este sentido, se han venido implementando medidas para mejorar gradualmente su calidad, dentro de los cuales se destaca el proyecto de hidrotratamiento de diésel y gasolina en la refinería de Barrancabermeja en el 2010 con un costo de USD 1.100 millones y el reciente proyecto de modernización de la Refinería de Cartagena con una inversión aproximada de USD 7.800 millones (Ecopetrol, 2018).

Es así como se logró la reducción del azufre en el combustible para motores diésel que pasó de 3.500 ppm en 2007 a 50 ppm en 2013 para distribución en todo el territorio nacional, aunque este combustible fue distribuido en Bogotá en el transporte público de pasajeros desde 2010 y en Medellín a partir de 2011 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2009). Según la evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, esta es la medida que ha tenido los efectos más significativos en la reducción de contaminantes criterio del aire (DNP, 2018). En cuanto a la gasolina, el

[104] https://www.minminas.gov.co/documents/10180/674559/PAI+PROURE+2016+-+2021_PRELIMINAR.pdf/6a2e3311-10a3-49ef-937e-cb955e632824

[105] El 41 % es gasolina y el 42 % es diésel. Otros energéticos que se consumen en el sector transporte son el queroseno y *jet fuel* con una participación del 10 %, el gas natural con un 6 %, el *fuel oil* con una participación del 1 %, y la electricidad con una participación del 0 %.

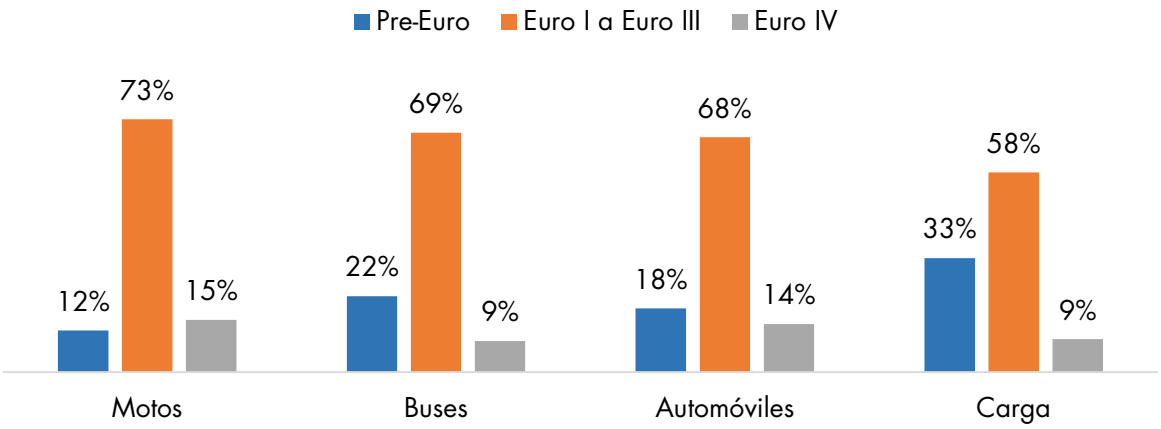
contenido de azufre disminuyó de 1.000 ppm en 2006 a 300 ppm en 2010, a un estándar de emisión Euro 2 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Minas y Energía, 2006). Adicionalmente, se eliminó el plomo, se redujo la volatilidad y se aumentó el octanaje (Ecopetrol, 2016). No obstante, para contar con mejores combustibles de acuerdo con los estándares internacionales, falta alcanzar niveles inferiores a 10 ppm en el contenido de azufre tanto en el diésel como en la gasolina, lo que permitirá contribuir aún más a la reducción en la generación de contaminantes al aire.

En 2018, Ecopetrol ha venido entregando al Valle de Aburrá combustible diésel de 20 a 25 ppm de azufre, medida que ha tenido un impacto positivo en el combustible distribuido al resto del país cuyo contenido de azufre en promedio es de 26,6 ppm de azufre. Así mismo, ha previsto entregar a Bogotá combustible diésel de 10 ppm a partir de 2019 para la nueva flota de las fases I y II del sistema Transmilenio, si esta flota lo requiere (Ecopetrol, 2018).

A pesar de las notables mejoras en la calidad del combustible, persisten problemas relacionados con conservar los niveles de azufre en la conducción de los combustibles desde la refinería hasta las estaciones de servicio, así como la obsolescencia de la tecnología vehicular que no permite aprovechar la calidad del combustible producido. Es así como, frente al transporte de los combustibles, el país cuenta con un sistema por ductos que por su configuración debe movilizar varios productos por un mismo tubo (gasolina, diésel, nafta, Jet), lo cual lo constituye en un poliducto. Al no considerar las medidas de transporte necesarias para garantizar la calidad del combustible por los trayectos entre los puntos de origen (refinerías, puertos) y sus destinos finales (mayoristas, centros de almacenamiento), mediante sistemas de control y medición, manejo de cantidades específicas de fluidos con muy bajo contenido de azufre que actúan como separadores entre los diferentes tipos de combustibles transportados (cuñas), y las capacidades de bombeo y almacenamiento, no es posible garantizar la preservación de su calidad (Ecopetrol, 2018).

De acuerdo con los datos del RUNT, en el año 2016 apenas el 11 % de los vehículos diésel contaban con tecnologías Euro IV o superiores, como se muestra en el Gráfico 5. Actualmente en el país los vehículos nuevos que entran en circulación deben cumplir el estándar Euro IV en el caso del diésel y Euro 2 para la gasolina. Para el caso de la gasolina, el no contar con un menor contenido de azufre ocasiona la baja introducción de tecnologías vehiculares más limpias al país. También, porque desde el año 2014 en el mundo se impone el estándar Euro VI para todo tipo de vehículos. La no implementación de estándares Euro más estrictos a nivel nacional y el contenido de azufre en los combustibles líquidos, especialmente en la gasolina, han sido factores determinantes para que el país aún permita la entrada de tecnologías que ya no son recibidas en otros países del mundo.

Gráfico 5. Tecnología de vehículos diésel según clase



Fuente: DADS - DNP, 2018 con base en RUNT, 2017.

Para verificar que las emisiones generadas por los vehículos nuevos que se ensamblen o importen al país cumplan con los estándares definidos en la normativa, el importador solicita a través de la Ventanilla Integral de Trámites en Línea (VITAL) a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) la revisión de documentos de importación en donde se corrobora que la prueba de emisiones haya sido realizada en un laboratorio de pruebas y ensayos acreditado por el país de origen. El certificado emitido se denomina de emisiones por prueba dinámica. La información sobre los resultados de este proceso no se encuentra disponible para su consulta al público general (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Esto implica que los posibles usuarios de dicha información, como compradores o entidades reguladoras, no dispongan de insumos que aporten estadísticas sobre las marcas y modelos más eficientes en el uso energético y, por lo tanto, en la generación de emisiones, como un criterio para su adquisición o controlar el ingreso de tecnologías definidas como obsoletas en otros países[106], que no cumplen con los estándares regulados en Colombia y que impiden el avance hacia la incorporación en el parque automotor de tecnologías superiores a la Euro IV.

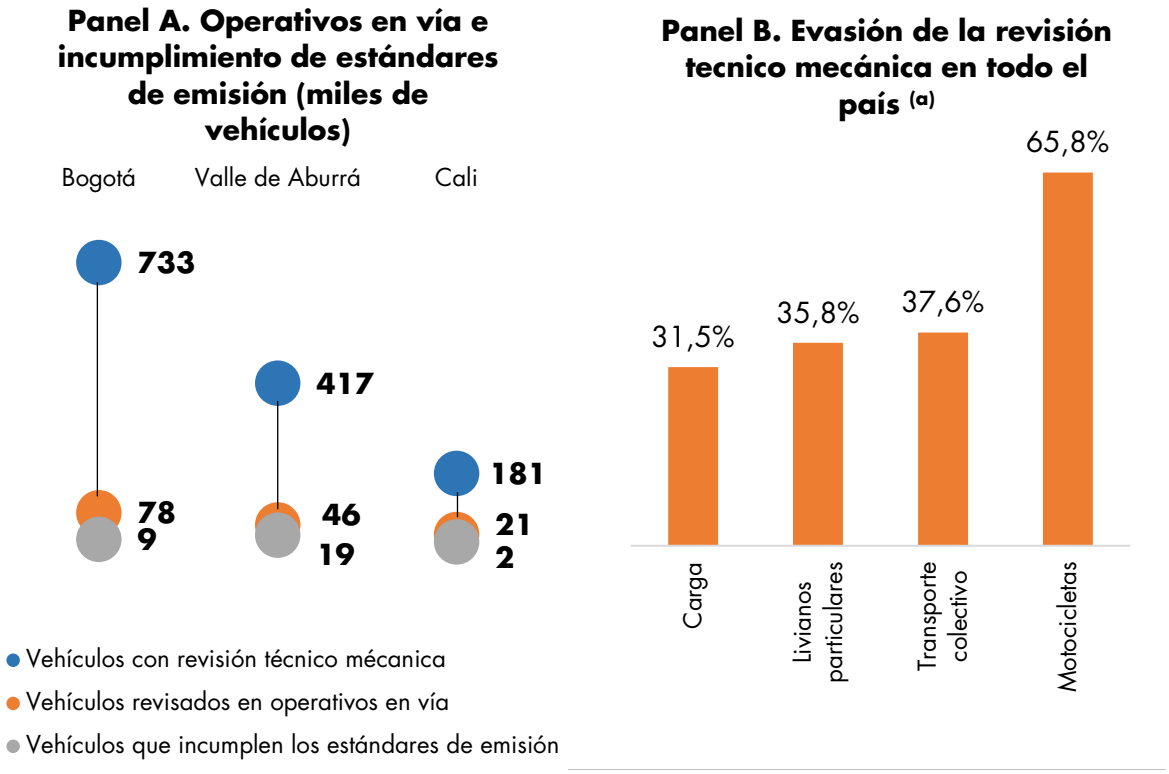
Adicionalmente, para verificar el cumplimiento de los estándares de emisión de los vehículos en circulación, las autoridades ambientales y de tránsito realizan operativos en las vías para la medición directa de contaminantes y la verificación del certificado de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2008). El incumplimiento de los estándares de emisión conlleva a sanciones como amonestaciones, multas, suspensión o cancelación definitiva de la licencia de conducción e inmovilización del vehículo establecidas en el Código Nacional de Tránsito.

[106] Por ejemplo, en Holanda y Alemania se prohíbe el ingreso de vehículos diésel y gasolina partir de 2030.

De los resultados de la verificación de las emisiones en operativos en vía de vehículos en circulación se tiene que, en 2015, en el Valle de Aburrá, de 46.013 vehículos revisados, el 42 % no cumplió con los estándares de emisión, de 78.350 vehículos inspeccionados en Bogotá, el 11 % no cumplió y en Cali, de 21.130, el 9 % no cumplió (DNP, 2018). En el Gráfico 6 se muestra el porcentaje de vehículos revisados en operativos respecto al total de inscritos por ciudad. La información obtenida no es sistematizada ni reportada para conocimiento de los posibles usuarios de los datos, debido a esto, no es empleada como insumo para el diseño de estrategias de movilidad alineadas con las medidas a implementar frente a episodios críticos de contaminación del aire, en la priorización de mediciones de acuerdo con modelos y marcas de vehículos más contaminantes, en el ajuste de los programas de renovación, la implementación de etiquetas ambientales de vehículos o en la identificación de empresas de transporte público de pasajeros y de carga que deban implementar programas de autorregulación ambiental.

Frente a la revisión técnico-mecánica obligatoria desde 2002, y que es realizada en los CDA, se registró que, en 2015, de los 9.497.969 vehículos que debían estar certificados, solo el 32,5 % (3.090.978 vehículos) contaba con certificación (DNP, 2018). El Gráfico 6 evidencia que más de la mitad de las motos y más del 30 % de las otras clases de vehículos que deben contar con la certificación, evaden la revisión técnico-mecánica.

Gráfico 6. Vehículos revisados en operativos en vías y cumplimiento de estándares de emisión y revisión técnico-mecánica



Fuente: DADS -. DNP, 2018, con base en la Evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del aire por DNP, 2017.

Nota: [a] Cálculos a nivel nacional.

Entre las principales dificultades para realizar la verificación de las emisiones a las fuentes móviles, las autoridades ambientales argumentan la falta de equipos técnicos necesarios para realizar las pruebas, personal idóneo y no contar con la autorización del Ideam para realizar este procedimiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). El Ideam refiere, entre otros aspectos, que los equipos se encuentran desactualizados y no cuentan con mantenimiento y control metrológico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En cuanto a la información que se obtiene de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes que realizan los CDA reportada al RUNT (Ministerio de Transporte, 2011), esta no se encuentra articulada con otras estrategias de seguimiento y control, como el detenimiento de vehículos en vía para verificar el cumplimiento de las normas de tránsito en retenes, de tal manera que se puedan corroborar los resultados de las mediciones realizadas durante la revisión técnico-mecánica con las mediciones realizadas en la vía. Lo anterior impide que se identifique la trazabilidad en el cumplimiento del certificado, el direccionamiento de actividades de inspección técnica vehicular orientadas a combatir la

evasión, medir el impacto de la revisión en la mejora del estado técnico, mecánico y de emisiones del parque automotor, así como de la operación de los CDA (AsoCDA, 2016).

Finalmente, cabe destacar que las sanciones por incumplimiento de los estándares de emisión establecidas en el Código Nacional de Tránsito se imponen al conductor del vehículo infractor[107], no a su dueño. Estos infractores, en algunos casos, no son los encargados de asegurar las condiciones del vehículo para el cumplimiento de los estándares de emisión. Por lo anterior, el impacto esperado con la sanción relacionado con la reducción de la contaminación del aire se ve limitado al recaer sobre la persona que no es responsable directa de dicha infracción. Así mismo, cuando la sanción llega al punto de la inmovilización del vehículo, en algunos casos, se presenta su abandono en los patios, trasladando el problema a la autoridad de tránsito.

4.2. Emisiones al aire provenientes de fuentes fijas

En Colombia, las fuentes fijas aportan entre el 18 % y el 22 %[108] de las emisiones contaminantes. En Bogotá los hornos ladrilleros contribuyen con cerca del 50 % del PM_{10} y cerca del 40 % del $PM_{2.5}$, las calderas a carbón con aproximadamente el 23 % del PM_{10} y 19 % del $PM_{2.5}$ (SDA, 2014). En el Valle de Aburrá el sector que más aporta a las emisiones de PM_{10} es el textil[109] con alrededor del 50 %, el restante se distribuye equitativamente entre los siguientes sectores: (i) bebidas y alimentos; (ii) cerámicos y vítreos; (iii) papel, cartón, pulpa e impresión; (iv) metalmecánico; (v) químicos; (vi) cueros; y (vii) aserríos, depósitos de maderas e industrias que trabajan la madera (AMVA, 2015).

Las causas fundamentales de las emisiones producidas por las industrias son la tecnología usada en los procesos productivos y la densidad de las fuentes por área. Con el fin de reducir estas emisiones, es necesario implementar mejores técnicas disponibles y buenas prácticas ambientales, mediante la reconversión tecnológica, eficiencia energética, organización de procesos e implementación de sistemas de control. El otorgamiento de permisos de uso del suelo en las áreas de vocación industrial no contempla la suma de las emisiones generadas por varias fuentes en un espacio determinado. En esta sección se describe la situación nacional frente a las variables que determinan las emisiones de las fuentes fijas.

[107] Ley 769 de 2002, artículo 122.

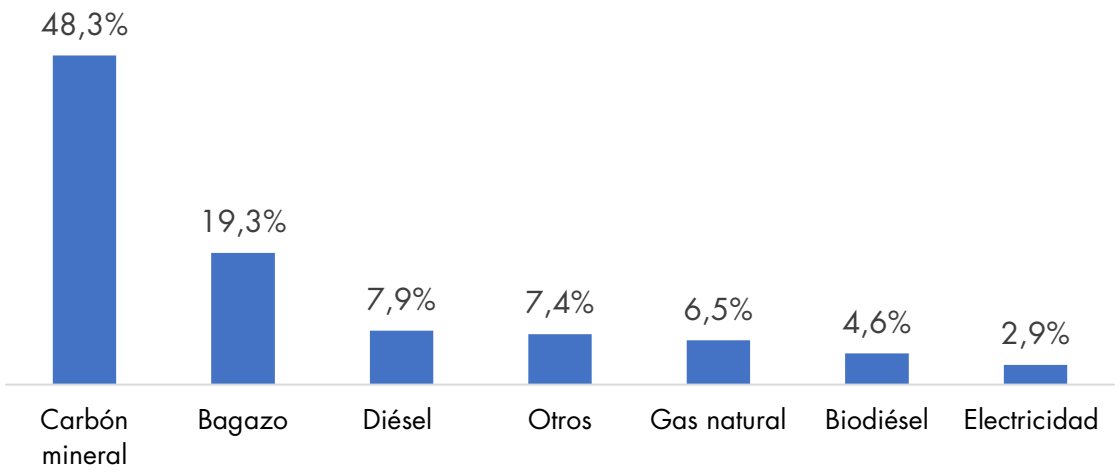
[108] De acuerdo con los inventarios de emisiones de Bogotá (2012) y Valle de Aburrá (2013).

[109] En Medellín se ubica el 64,4 % de la industria textil del país (Moreno, 2016). Se estima que solo el 10 % de las empresas dedicadas a la confección en Colombia han renovado su maquinaria, cifra muy baja si se tiene en cuenta que en el país podrían existir cerca de 15.000 (Giraldo, Serrano, & Castillo, 2011).

De acuerdo con el BECO, en el año 2015 el país consumió 1.219.827 tera julios[110] de energía, de los cuales cerca del 30 % fueron consumidos por el sector industrial. El 80 % del total de la energía consumida por la industria proviene de energéticos como el carbón mineral, gas natural, bagazo[111] y coque[112]. El restante 20 % representa usos eléctricos, tanto con energía comprada de la red como con energía generada a través de sistemas de auto y cogeneración (UPME, 2016) En el Gráfico 7 se presenta el consumo de energéticos en la industria manufacturera (UPME, 2006).

A diferencia de los combustibles líquidos que provienen del petróleo, como el diésel y la gasolina cuyos parámetros de calidad son modificados en un proceso de refinamiento, los combustibles sólidos y gaseosos como el carbón, el bagazo y el gas natural tienen características definidas por los procesos naturales que los originan. Si bien dichas características pueden mejorarse con técnicas como el lavado, no constituyen cambios radicales en su composición y, en consecuencia, la reducción de las emisiones que pueden generar se considera más efectiva mediante el uso racional de la energía en hornos y calderas, así como en la instalación de sistemas de control en ductos de escape de gases y partículas.

Gráfico 7. Consumo energético de la industria manufacturera



Fuente: DADS - DNP, 2018 DADS del DNP, 2018 con base en la matriz de utilización de los flujos físicos de energía, 2015 disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/cuenta-satelite-ambiental-csa#cuenta-ambiental-y-econ%C3%B3mica-de-flujos-de-energ%C3%ADa-en-unidades-f%C3%ADsicas

[110] Tera julio es la unidad usada para medir energía.

[111] Bagazo es el residuo de una materia de la que se ha extraído el jugo (Boletín agrario, 2018).

[112] Material resistente y poroso, producto de la destilación seca destructiva del carbón mineral, realizada a alta temperatura en ausencia de aire. 2. Residuo sólido producto de la destilación seca (entre 500 y 1.000°C) del carbón. El coque se puede volver a usar como combustible, pues todavía contiene más de 90 % de carbono (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

En este sentido, para asegurar el uso eficiente de los combustibles, la reducción de materias primas e insumos, la optimización de equipos y procesos para aumentar productividad, y con ello reducir los impactos ambientales de la industria, se han venido implementando desde el año 2005 cerca de 50 guías ambientales dirigidas a sectores como el de hidrocarburos, energético, agrícola y pecuario, manufacturero, infraestructura y transporte (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2010); UPME, (2016)). Sin embargo, dada la evolución de los sistemas de control de emisiones de gases y partículas, los métodos para evitar pérdidas de combustibles, insumos menos contaminantes, la existencia de energías alternativas como los paneles solares, entre otros, las guías propuestas se encuentran desactualizadas y no permiten orientar al sector respecto a las medidas para reducir las emisiones contaminantes al aire, en especial para las industrias reconocidas como las más contaminantes del aire, tales como la textil, de alimentos, papel, cerámicos y ladrilleros.

Relacionado con lo anterior, la encuesta de opinión industrial de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia encontró que, en 2017, el 65,2 % de los industriales realizaba proyectos de modernización tecnológica, de los cuales el 37,7 % tenía como objetivo la reposición de equipos, el 34,8 % el ensanche de planta y el 27,5 % la diversificación de la producción (ANDI, 2017). En contraste, la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de 2015 a 2016, mostró que el 74,7 % de la industria no fue considerada como innovadora y solo el 29 % certificó la calidad de su proceso[113]. En relación con lo anterior, la OCDE encontró que unicamente el 30 % del total de la innovación y desarrollo en Colombia se lleva a cabo por parte del sector empresarial, en comparación con los principales países miembro y China, en donde este porcentaje alcanza el 65 % y 75 % respectivamente (OCDE, 2014). Otros datos presentan que solo el 6,2 % del total de empresas del sector industrial en Colombia realiza inversión en innovación y desarrollo. La incorporación de ideas y métodos a través de la compra de equipos con desempeño tecnológico mejorado es más común en las empresas grandes, mientras que las pequeñas subcontratan los servicios de patentes, licencias, *software* y capacitación (Langebaek & Vásquez, 2007).

Para fomentar la reconversión tecnológica y la instalación de sistemas de control de emisiones, se han creado instrumentos tributarios como la exclusión de IVA y la deducción de renta, no obstante, su aprovechamiento por parte de la industria nacional ha sido bajo. De acuerdo con la evaluación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, en el periodo entre 2010 y 2015 se aprobaron 101 solicitudes para exclusión de IVA y deducción de renta en todo el país, en la adquisición de sistemas de control de emisiones

[113] Empresas con más de 200 empleados.

en termoeléctricas y ladrilleras, entre otras industrias, cuyos beneficios económicos por el uso de estos incentivos superan los 239.000 millones de pesos. De estas, 12 fueron aprobadas en el Valle de Aburrá, 10 en Cundinamarca, 8 en Bogotá, 4 en Cali, y 1 en Pasto. La proporción de solicitudes en estos departamentos respecto al total de las empresas registradas en el RUA es baja, presentándose el máximo porcentaje en el Valle de Aburrá con el 1,1 % (DNP, 2018). En 2014, se registró el mayor número de trámites aprobados (25) para todo el país.

Entre las barreras para acceder a los incentivos, se encuentra el desconocimiento del beneficio, complejidad y duración de trámite que es hasta de seis meses, lo cual afecta los procesos de importación de los equipos, facturación y los trámites tributarios. Para acceder a estos, las empresas deben contratar consultores especializados para realizar el trámite, lo que disminuye el valor del incentivo que recibe la empresa y genera que se centre en grandes empresas con capacidad para gestionar el trámite, limitando la implementación de sistemas de control de emisiones en industrias altamente contaminantes como en las pequeñas productoras de carbón y ladrillo (DNP, 2018).

Adicional a los incentivos tributarios, existen recursos de crédito, ya que la adquisición de equipos o asesoría técnica especializada puede acarrear costos significativos. Actualmente, el Banco de Desarrollo para el Crecimiento Empresarial en Colombia (Bancóldex) cuenta con líneas de crédito de redescuento para financiar las necesidades de inversión de micros, pequeñas, medianas y grandes empresas de todos los sectores económicos, en proyectos de eficiencia energética, energías renovables y desarrollo sostenible. Estas líneas de crédito pueden ser tradicionales en pesos o en dólares, también pueden ser líneas especiales de redescuento con enfoque ambiental (Bancóldex, 2018). Si bien las acciones orientadas a la mitigación de GEI pueden aportar a la reducción de contaminantes criterio del aire, estas líneas de crédito no son del conocimiento y apropiación de los sectores que generan las mayores emisiones de estos contaminantes, como por ejemplo las ladrilleras (Bancóldex, 2012).

Sumado a lo anterior, entre los ejes para el desarrollo empresarial y la competitividad, se encuentra el emprendimiento, innovación y productividad empresarial, promovidos desde 2012 por la Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial del Gobierno nacional (iNNpulsa Colombia). Este es un programa autónomo adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo que, a través de convocatorias a proyectos innovadores, ha demostrado casos de éxito como el uso de aplicaciones digitales con tecnología satelital para atender necesidades de logística y transporte de las empresas, o la mejora de productos o procesos, para superar limitantes de acceso al mercado y mejorar su productividad (INNpulsa, 2018). Sin embargo, dentro de las líneas de acción como innovación y emprendimiento, mentalidad y cultura, y desarrollo empresarial, no se incluyen criterios ambientales, en especial relacionados con reducción de emisiones en los procesos productivos. Esto limita el

posicionamiento empresarial y la competitividad a través de mejores técnicas y prácticas ambientales.

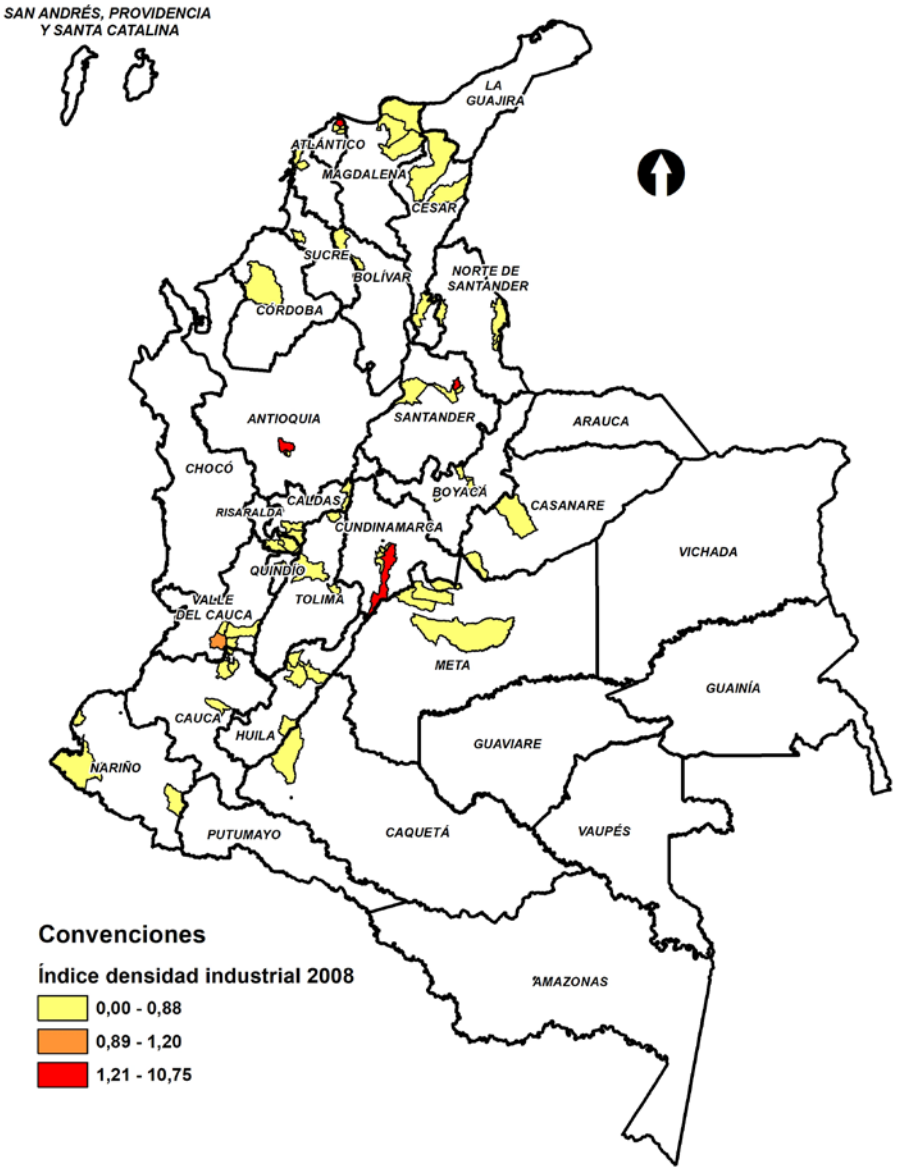
En cuanto a la carga de emisiones causada por la ubicación de las fuentes fijas, excluyendo a las ciudades principales del país[114], los municipios de Itagüí, Sabaneta y Envigado (Antioquia), Yumbo (Valle del Cauca), Dosquebradas (Risaralda), Cota, Funza, Mosquera y Soacha (Cundinamarca) y Soledad (Atlántico) son los que presentan el índice de densidad industrial[115] más alto. El Mapa 1 muestra los resultados del índice para 2008[116]. Cuando se comparan estos datos con los niveles de calidad del aire de los municipios que cuentan con SVCA como se muestra en el Gráfico 1, se identifica que la contaminación del aire en algunas zonas del país no es exclusiva de las áreas densamente pobladas como Bogotá, Medellín y Cali, y que existen municipios en donde las fuentes fijas representan el principal problema en esta materia.

[114] Medellín, Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga y Cali.

[115] El índice de densidad industrial muestra la cantidad de establecimientos industriales por kilómetro cuadrado.

[116] Dato más actualizado publicado por el DANE disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/indicadores-economicos/indice-de-densidad-industrial.

Mapa 1. Índice de densidad industrial 2008



Fuente: elaborado por la DADS del DNP, con base en datos del DANE, 2008.

Sumado a lo anterior, la definición de áreas fuente de contaminación que establece el artículo 2.2.5.1.9.2 del Decreto 1076 de 2015[117] y que permite la restricción de ubicación de nuevas fuentes de emisión, no ha tenido el impacto esperado y solo Bogotá, el Valle de Aburrá y la zona minera del Cesar han declarado dichas áreas. Lo anterior, entre otros aspectos no registrados, puede tener origen en que para su definición se requiere que los SVCA reporten datos válidos, según el protocolo de vigilancia de la calidad del aire, por lo que la base de este problema puede ser la falta de datos. Según la evaluación de la Política

[117] Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

de Prevención y Control de la Contaminación del Aire la figura de declaratoria de área fuente presenta otros inconvenientes relacionados con la ubicación de las estaciones que conforman los SVCA ya que, en muchas ocasiones, la medición no cubre las zonas donde se presentan altos niveles de contaminación. Lo anterior, impide que los municipios tomen decisiones frente a la ubicación de nuevas fuentes, la reubicación de las existentes[118], la solicitud de instalación de sistemas de control de gases y partículas contaminantes, y la reconversión tecnológica del proceso industrial (DNP, 2018).

Frente a las emisiones por la evaporación de los combustibles líquidos que generan compuestos orgánicos volátiles (COV), en Bogotá, se estima que superaron las 136.000 toneladas en 2014, generadas en las estaciones de servicio y centros de almacenamiento de combustible (SDA, 2014). En el Valle de Aburrá estas emisiones alcanzaron las 2.000 toneladas en 2015, producidas durante la descarga de combustible desde el vehículo transportador a los tanques de almacenamiento subterráneo, así como durante el abastecimiento de los vehículos en la comercialización (AMVA, 2015).

Para verificar la contaminación generada por las fuentes fijas en Colombia, la industria reporta la información de sus emisiones en el RUA, instrumento de captura de datos para el SIUR que hace parte del SIAC, y la autoridad ambiental y el Ideam la validan. Este registro solo está habilitado para el sector manufacturero, es decir, que no todas las fuentes fijas de emisión registran datos a este subsistema, de acuerdo con la gradualidad de implementación de este sistema de información definida en la Resolución 941 de 2009[119]. La información que se registra incluye características del proceso productivo, procedimientos y resultados de las mediciones, uso de sistemas de control de emisiones, entre otros. Los datos se reportan año vencido (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2010)) y se encuentran sujetos a principios de confidencialidad lo que no permite su uso sin solicitud previa. La información cuenta con dos años de rezago debido a los procesos de validación necesarios, lo que disminuye la oportunidad de utilizar los datos para definir estrategias por actividad económica, determinar directrices de ordenamiento y reconocer el desempeño ambiental de las industrias manufactureras.

Para mejorar el reporte de la información relacionada con las emisiones de las fuentes fijas, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ideam se encuentran diseñando el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) con el que se realizará la entrega de datos sobre contaminantes del aire como benceno, metano, mercurio, compuestos

[118] La Ley 388 de 1997 no incluye como determinantes ambientales la clasificación de las áreas fuente de contaminación, lo que se constituye como un limitante para la determinación del uso del suelo relacionado con la calidad del aire y la exposición de la población.

[119] Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, y se adopta el Registro Único Ambiental – RUA. Expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

orgánicos volátiles, gases de efecto invernadero y metales pesados por parte de todas las fuentes de emisión industriales. La información será de conocimiento público para promover la autorregulación de la industria, la identificación de áreas con prioridad de intervención o para implementar planes de prevención de la contaminación, entre otros (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.3. Insuficientes estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire

La definición de estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire requiere información de las emisiones y el estado de la calidad del aire como insumo para la investigación orientada a la priorización de acciones de gestión de la calidad del aire, considerando el impacto sobre la salud y el ambiente, los costos asociados y la articulación de las medidas de reducción de contaminantes criterio con las de GEI que hagan eficiente la inversión e integración de los diferentes actores en la planeación para la mejora de este recurso. Lo anterior debería constituirse en la base de formulación e implementación de planes locales de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, que involucren medidas de gestión del riesgo ante episodios críticos de contaminación y adopten instrumentos económicos para desincentivar la descarga de contaminantes al aire y soporten financieramente la implementación de los planes. Los resultados de esos procesos en el país se describen en esta sección, así como la deficiencia en la información entregada a la población a través de los sistemas de información dispuestos para reportar los avances y dificultades en el mejoramiento de la calidad del aire.

4.3.1. Deficiente cobertura, calidad y disponibilidad de la información de emisiones y calidad del aire, así como de la investigación

Para definir estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, se cuenta con instrumentos de diagnóstico como inventarios de emisiones, modelos de dispersión de contaminantes y SVCA. Respecto a los inventarios de emisiones, se tiene que áreas del país como Barranquilla, Neiva, San Andrés, Tunja y Bucaramanga no han desarrollado inventarios y que los elaborados entre 2010 y 2016[120] fueron desarrollados con metodologías diversas que no permite realizar análisis tendenciales, comparaciones entre áreas de estudio ni evaluaciones agregadas del país, por esta razón actualmente no se cuenta con un inventario nacional de emisiones.

Para elaborar un adecuado diagnóstico de la calidad del aire es necesario desarrollar un modelo de dispersión de contaminantes. Este considera la topografía y la meteorología de la zona y el comportamiento de las emisiones de las fuentes fijas y móviles reconocidas en los inventarios, para un área geográfica definida. En el periodo 2010-2016 se realizó la

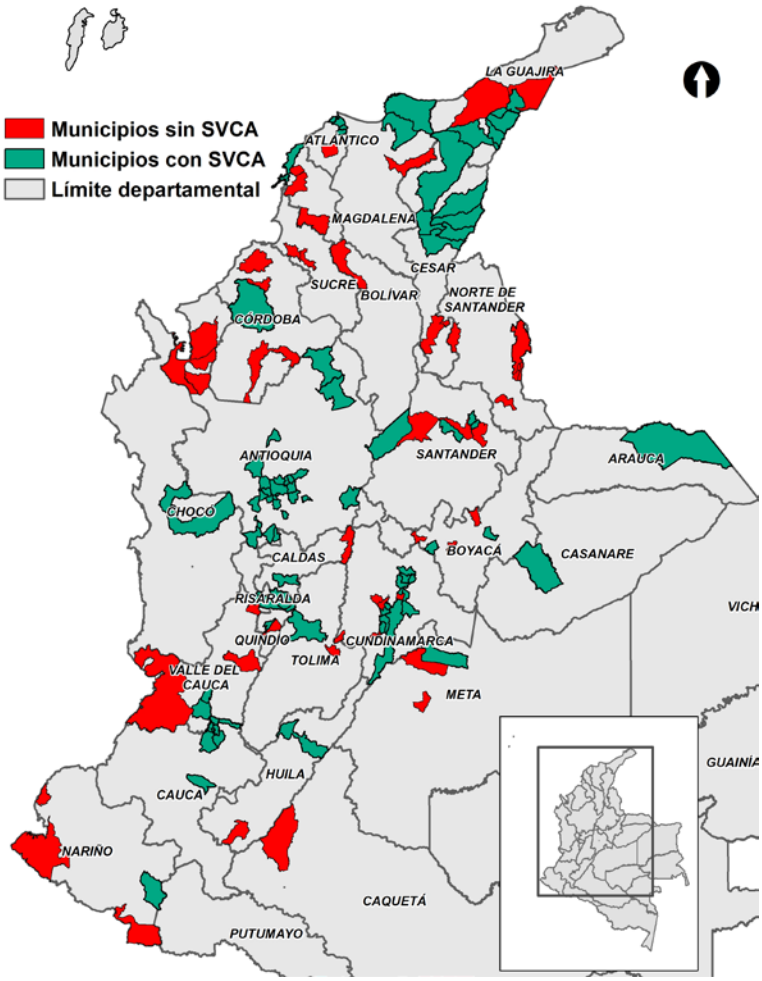
[120] 21 inventarios para fuentes fijas y 13 para fuentes móviles.

modelación de la calidad del aire en 15 regiones del país, pero son varias las áreas que no las han desarrollado como Bucaramanga, Cúcuta, corredor industrial de Cundinamarca[121], Neiva, Ibagué, Pereira, Armenia, San Andrés, lo que limita el conocimiento de las zonas a donde estén siendo transportados los contaminantes del aire (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Adicionalmente, la falta de información referente a la modelación de la calidad del aire no permite evaluar las necesidades de reubicación o de instalación de nuevas estaciones de monitoreo de calidad del aire, así como definir acciones de intervención sobre las fuentes que generan contaminantes del aire. Igualmente, existen limitaciones en los modelos realizados por las autoridades ambientales ante la falta de un lineamiento técnico nacional que oriente su desarrollo.

Adicionalmente, los reportes de los SVCA son uno de los elementos clave para determinar metas de reducción y medir la efectividad de las acciones contempladas en los planes de prevención y reducción de la contaminación del aire. Para el año 2017 el país contaba con 26 SVCA conformados por 202 estaciones distribuidas en 91 municipios de 22 departamentos, tal como se muestra en el Mapa 2. El número de SVCA aumentó un 13 % respecto a 2016 y las estaciones en un 25 % con respecto al 2016 (Ideam, 2018), sin embargo, siguen siendo insuficientes para dar información sobre la problemática de la calidad del aire a nivel nacional y aún tiene una cobertura limitada.

[121] Los municipios de mayor desarrollo industrial son Soacha - Sibaté, Funza - Madrid - Mosquera, Nemocón - Zipaquirá, Zipaquirá - Cajicá, Tocancipá - Sopó y Ráquira y Mochuelo (zona rural de Bogotá).

Mapa 2. Municipios que requieren Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire, 2017[a]



Fuente: DADS - DNP, 2018 con base en datos suministrados por el Ideam, 2018.

Nota: [a] La Resolución 2154 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que adopta el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire establece los municipios que deben instalar SVCA.

La medición de la calidad del aire a través de SVCA se realiza en zonas de alta densidad poblacional y con desarrollo de actividades mineras e industriales; sin embargo, 46 municipios con más de 50.000 habitantes no cuentan con SVCA (p.ej. Bucaramanga, Soacha, Buenaventura, Floridablanca, Popayán, Riohacha, Dosquebradas, Tunja, Barrancabermeja, Girón, Apartadó, Florencia, Cartago, San Andrés, Turbo, Madrid, entre otros) (Ideam, 2018).

En 2017, el 80 % de las estaciones que conforman los SVCA midieron PM_{10}, el 44 % el $PM_{2.5}$ y 26 % el Ozono troposférico (O_3) (Ideam, 2018). Estos tres contaminantes son los que usualmente superan la norma nacional, en contraste con los demás contaminantes criterio del aire que siempre registran niveles por debajo de los estándares (Ideam, 2017). Teniendo

en cuenta que el contaminante al que se atribuyen mayores efectos en la salud es el $PM_{2.5}$, la cobertura de su vigilancia es insuficiente. Sumado a lo anterior, las autoridades ambientales no han determinado el área de influencia de las estaciones que conforman los SVCA, lo anterior impide identificar con precisión la población expuesta a los contaminantes medidos. No obstante, en 2017 cerca del 49 % de las estaciones que midieron PM_{10} no obtuvieron la cantidad ideal de datos que se espera tener para un periodo de un año (más del 75 % de los días del año), de acuerdo con los criterios de validación de información de calidad del aire definidos en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Esta situación se presenta principalmente por fallas en el suministro de energía a los equipos de medición, entre otras razones (Ideam, 2018).

En relación con la información sobre emisiones y calidad del aire, el SIAC cuenta con el Sisaire[122], en el que el Ideam valida y publica la información que le reportan las autoridades ambientales sobre contaminantes criterio y algunas variables meteorológicas que se miden en los SVCA a su cargo. La información registrada actualmente en el Sisaire se encuentra disponible al público, pero no integra la información de los inventarios de fuentes fijas y móviles, los resultados de los planes de prevención, reducción y control que elaboran las autoridades ambientales, ni de los avances en la implementación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire 2010-2019 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016), información que es determinante para realizar investigación en materia de calidad del aire y definir estrategias sectoriales nacionales para reducir las emisiones. Lo anterior, debido a su baja capacidad para almacenar los datos sobre calidad del aire que van en aumento, la falta de interoperabilidad[123] con otros sistemas y la ausencia de información sobre inventarios de emisiones.

Las deficiencias en la información se traducen en una reducida investigación de los métodos de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, así como de sus efectos sobre la salud y el ambiente. Sumado a esto, en el plan anual de convocatorias 2018 publicado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), se encuentra la financiación para investigaciones en productividad y transferencia tecnológica, pero no se evidencia la vinculación con investigación sobre calidad del aire en alguna de las líneas presentadas (Colciencias, 2018). Así mismo, existe

[122] El enlace de acceso al Sisaire es: http://www.sisaire.gov.co:8080/faces/portal/default.jsp y para consultar los informes del estado de la calidad del aire en: http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/informes-del-estado-de-la-calidad-del-aire-en-colombia

[123] La interoperabilidad es la capacidad que tiene un producto o un sistema, cuyas interfaces son totalmente conocidas, para funcionar con otros productos o sistemas existentes o futuros, sin restricción de acceso o de implementación.

bajo desarrollo de investigaciones en calidad del aire por parte de las universidades; identificado en la respuesta al cuestionario realizado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2015, en donde, el 43 %[124] manifestó no contar con líneas de investigación ni promover proyectos en calidad del aire. En esta encuesta se manifestó que los estudios realizados se enfocaron principalmente en el desarrollo de mediciones de calidad del aire, control de emisiones por fuentes fijas y en medir los efectos sobre la salud. En ninguno de los casos se reportó avances en la investigación sobre estrategias de reducción de la contaminación del aire, planeación del recurso o articulación de las medidas para la mitigación de GEI y reducción de contaminantes criterio, situación que tampoco se reconoce en las políticas y proyectos que abordan estos contaminantes del aire (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.3.2. Debilidad de las autoridades ambientales para la elaboración de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire

Con el objetivo de fortalecer los procesos de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promovió en el año 2017 espacios de diálogo y capacitación entre las autoridades ambientales, entidades territoriales, expertos internacionales y entidades nacionales mediante 10 mesas de trabajo de alto nivel y 15 técnicas para promover el cumplimiento de los planes de reducción de la contaminación del aire de Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. También promovió dos encuentros nacionales anuales para la discusión de temas operativos en la implementación de la normativa de emisiones y calidad del aire, y la puesta en marcha de un módulo virtual de capacitaciones *Aire Web*[125] en la que se realizaron 5 intercambios de experiencias relativas a calidad del aire.

Pese a estas iniciativas las autoridades ambientales presentan atrasos en el diseño e implementación de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire. Esto se refleja en que solo Bogotá, Valle de Aburrá, Cali y la zona minera del Cesar han puesto en marcha programas para reducir la contaminación del aire desde el año 2010; y La Guajira se encuentra en su formulación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015; Ideam, 2017). Seis autoridades ambientales[126] manifiestan no contar con los recursos suficientes para implementar un programa de reducción de la contaminación del aire. Así

[124] De 18 instituciones con programas ambientales que respondieron a la solicitud de entrevista.

[125] Este espacio utilizaba el formato de *webinar* que mediante un vídeo-seminario online a través del uso de diferentes softwares como *GotoMeeting* y *Webex* permitía realizar capacitaciones en calidad del aire.

[126] Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, Área Metropolitana de Bucaramanga, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, Corporación Autónoma Regional del Cauca y Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.

mismo, 13 autoridades ambientales[127] no consideran necesario formular un programa, porque los niveles de contaminación del aire en sus regiones son bajos, sin considerar que podrían proponer planes preventivos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.3.3.Baja gestión del riesgo por contaminación del aire

En 2006 se estableció que los entonces Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de la Protección Social, Transporte, del Interior y de Justicia establecerían conjuntamente, en un plazo no mayor a seis meses, las reglas, acciones y mecanismos de coordinación para la atención de los episodios de contaminación, con el apoyo del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006). Sin embargo, 12 años después, estos lineamientos nacionales no han sido formulados ni implementados. A la fecha el país solo cuenta con dos planes para la atención de episodios críticos[128], uno en Bogotá y otro en el Valle de Aburrá. Las demás autoridades ambientales del país no presentan avances en la formulación de planes para atender episodios críticos de contaminación del aire como consecuencia, en gran parte, de la carencia de sistemas de vigilancia oportunos y confiables que permitan declarar los niveles de prevención, alerta y emergencia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). No contar con estos planes impide que las autoridades ambientales y de salud reaccionen respecto a la operación de las fuentes de emisión y den orientaciones a la población para reducir la exposición.

El plan de atención de episodios críticos de Bogotá, se denomina Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá (SATAB)[129] basado en el monitoreo en tiempo real de los contaminantes y la capacidad de pronóstico del sistema para emitir alertas y prealertas de una posible o inminente situación de emergencia ambiental por contaminación del aire (SDA, 2015). El del Valle de Aburrá se denomina Plan operacional para enfrentar episodios críticos

[127] Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la meseta de Bucaramanga, Corporación Autónoma Regional de Chivor, Corporación Autónoma Regional del Guavio, Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico, Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, Corporación Autónoma Regional del Quindío, Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corporación Autónoma Regional del Magdalena, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de la Macarena y Corporación Autónoma Regional de Santander.

[128] Los episodios críticos de contaminación del aire son situaciones en los que la concentración de contaminantes en el aire es excepcionalmente alta y alcanza niveles que generan efectos adversos inmediatos en la salud de la población.

[129] http://201.245.192.252:81/App_AQI/AQI.es-CL.pdf

de contaminación del aire[130] y establece medidas para reducir los niveles de emisión aplicables mientras persista el episodio de contaminación del aire (AMVA, 2015).

4.3.4. Inexistencia de una tasa retributiva por emisiones contaminantes

La Ley 99 de 1993[131] habilitó los mecanismos que permiten al Gobierno nacional reglamentar una tasa retributiva por el uso de la atmósfera como receptora de las emisiones, sin embargo, 25 años después esta no ha sido reglamentada. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es la entidad que debe fijar los factores de cálculo y el monto tarifario mínimo, mientras que la autoridad ambiental debe fijar los montos máximos y efectuar su recaudo. En 2013, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible avanzó en el diseño de una tasa retributiva por emisiones de material particulado provenientes de actividades industriales. Según la propuesta, los recursos recaudados podrían ser destinados a la implementación de los programas de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, vigilancia de la calidad del aire, seguimiento y control a fuentes de emisión, apoyo a proyectos de reconversión tecnológica, investigación y desarrollo de tecnologías más limpias, sin embargo está propuesta no ha pasado de la etapa conceptual (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Colciencias, 2013).

En este sentido el Valle de Aburrá avanzó en el diseño de una tasa retributiva por emisiones dentro del Plan Integral de Gestión de Contaminación del Aire para vehículos, pero aún no ha sido adoptada por falta del instrumento normativo que la reglamente por parte del Gobierno nacional, impidiendo obtener recursos que puedan ser destinados para implementar medidas para la reducción de las emisiones (AMVA, (2017)).

4.3.5. Ausencia de directrices nacionales para promover la participación ciudadana en la prevención, reducción y control de la contaminación del aire

La participación ciudadana en la prevención, reducción y control de la contaminación del aire es fundamental debido a que, a diferencia de otros recursos naturales como el agua, el aire no se constituye en un insumo productivo por el que se cobre y tampoco puede ser descontaminado una vez se mezclan las sustancias contaminantes. Por esta razón involucrar a los ciudadanos en su protección, así como en la toma de decisión, es necesario para mejorar la calidad del aire de las ciudades. Sin embargo, desde el nivel nacional no se han entregado orientaciones a las entidades locales para que quienes tienen baja capacidad

[130] http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/isdocConvenio243/Protocolo_Plan_Operacional_dic2015.pdf

[131] Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

técnica y operativa para definir estrategias de participación ciudadana, cuenten con las directrices necesarias para vincular los diferentes grupos de población organizada, tanto en la comprensión de la problemática, como en las medidas para reducirla y actúen como veeduría ante el rol del Estado en materia de calidad del aire (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

No obstante, en colaboración entre el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desde 2017 se viene implementando un proyecto piloto de innovación experimental para buscar soluciones a las emisiones de $PM_{2.5}$ provenientes de los vehículos para el transporte de carga con transportistas informales e independientes del Valle de Aburrá. El proyecto planteó una aproximación poco usual en el sector público, en la que se aborda una problemática ambiental como la calidad del aire a través de intervenciones que fomenten emprendimientos focalizados en el cambio en el modelo de negocio de la prestación de servicios de transporte, apalancada en el uso de nuevas tecnologías de la información, lo que tiene como consecuencia el cambio de comportamientos y por ende la reducción de emisiones.

A nivel local, en Bogotá y en Medellín se han constituido colectivos ciudadanos para fomentar el desarrollo de acciones en mejora de la calidad del aire, que se interesan por la eficiente implementación de las estrategias en torno al tema. En Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud lanzaron en 2015 el Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA) (SDA, 2015) que permite comunicar de manera clara y oportuna el riesgo por contaminación del aire, las recomendaciones en salud y las medidas voluntarias para que la población reduzca contaminantes. Sumado a esto, el SATAB[132] y el IBOCA están en consonancia con el Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de Bogotá para la atención de eventos críticos (SDA, 2015). En alianza con la Universidad de los Andes, las Secretarías Distritales de Ambiente y de Salud desarrollaron el portal web denominado gobernanza de la calidad del aire, con el fin de orientar a los ciudadanos sobre los posibles efectos en la salud relacionados con la exposición a la contaminación del aire y la interpretación de datos de calidad del aire de la ciudad de Bogotá[133]. De igual forma, el Plan Integral de Gestión de Contaminación del Aire del Valle de Aburrá promueve la gobernanza de la calidad del aire, a través del eje transversal diálogo, articulación intersectorial y corresponsabilidad (PIGECA).

5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

Esta sección presenta la propuesta de política para el mejoramiento de la calidad del aire. Con base en las problemáticas identificadas en la sección de diagnóstico, las entidades

[132] Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá.

[133] Gobernanza de la calidad del aire de Bogotá: https://gobernanzadelaire.uniandes.edu.co/

del orden nacional participantes de la presente política trabajarán de manera articulada con las entidades territoriales y las autoridades ambientales para desarrollar el plan de acción de la política y cumplir los objetivos.

5.1. Objetivo general

Reducir la concentración de contaminantes en el aire que afectan la salud y el ambiente.

5.2. Objetivos específicos

OE 1. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles.

OE 2. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes fijas.

OE 3. Mejorar las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire.

5.3. Plan de acción

Para el cumplimiento del objetivo general de la presente política, se establecen tres objetivos específicos desarrollados a través de líneas de acción que implican la realización de actividades por parte de diferentes entidades del nivel nacional. El detalle de las acciones propuestas se describe en el Plan de Acción y Seguimiento (PAS) (Anexo A), el cual señala las entidades responsables, los períodos de ejecución, las metas, así como los recursos necesarios y disponibles para su implementación.

El primer objetivo plantea acciones para reducir las emisiones provenientes del parque automotor del país. El segundo, las medidas para reducir las emisiones de la industria. El tercero, propone las acciones, desde el nivel nacional, para mejorar el acceso, la calidad y oportunidad de la información de las emisiones y de la calidad del aire, así como la implementación de estrategias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del aire en las regiones del país.

5.3.1. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles

Las fuentes móviles son las de mayor aporte a las emisiones de partículas, por lo que es prioritario orientar los esfuerzos para promover la transición del parque automotor hacia el uso de tecnologías más limpias y mejores combustibles, así como el mejoramiento del seguimiento y control a los vehículos. El desarrollo de las actividades descritas a continuación conducirá a la reducción de las emisiones provenientes de las fuentes móviles.

Línea 1. Renovación y modernización del parque automotor

En primer lugar, se requiere fomentar los procesos de desintegración de los vehículos y reemplazarlos por tecnologías de cero y bajas emisiones, para lo cual, el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, implementará una estrategia nacional para la renovación y modernización del parque automotor priorizando las categorías altamente contaminantes. Para ello, el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en 2019, realizará un diagnóstico de las clases, tipos de servicio y tecnologías de vehículos a incluir dentro de la estrategia, revisará y evaluará los programas existentes para la renovación y reposición de camiones y buses, y determinará la pertinencia de mantener los procesos de repotenciación en los vehículos. Con los resultados del diagnóstico, el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en 2020, definirá la estrategia para aumentar la desintegración de camiones y buses de servicio público incluyendo metas y criterios técnicos, mecanismos de financiación y operación, y los socializará con las entidades territoriales y el sector regulado automotor. En 2021, el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará la adopción de la estrategia para la renovación y modernización del parque automotor a través del acto administrativo que corresponda, con el fin de garantizar su implementación. El Ministerio de Transporte, en 2024 y 2028, publicará un informe con el avance de la estrategia identificando sus logros.

En segundo lugar, es necesario revisar y ajustar el tiempo de uso del parque automotor del país en función de las emisiones contaminantes generadas. Para ello, el Ministerio de Transporte, en 2020, realizará un diagnóstico y evaluación del tiempo de uso de los diferentes tipos de servicio y clase de vehículos. En 2021, este ministerio definirá y ajustará los tiempos de uso de los vehículos de acuerdo con los resultados del diagnóstico y en el mismo año realizará el proceso de socialización con el sector regulado, como el transporte de carga y servicio público de pasajeros, entre otros. Adicionalmente, en 2022 reglamentará los tiempos de uso del parque automotor a través de los actos administrativos que correspondan con el fin de iniciar su implementación.

En tercer lugar, se deben crear mecanismos que desincentiven el uso de vehículos altamente contaminantes. Para ello, en 2019 el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará un análisis técnico y formulará una propuesta de modificación a la ley que establece el impuesto de vehículos (Ley 488 de 1998). Lo anterior, en función de su rodamiento y externalidades generadas por la edad, como el riesgo de accidentalidad, entre otros, de tal manera que se beneficien las tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones. En el mismo año, el Ministerio de Transporte presentará la propuesta al Congreso de la República.

En cuarto lugar, es necesario aumentar el ingreso de tecnologías limpias al parque automotor. Para ello el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en conjunto con el

Ministerio de Transporte, y con el apoyo del Ministerio de Minas y Energía y el Programa de Transformación Productiva (PTP)[134] adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, implementarán una estrategia nacional para aumentar la incorporación de tecnologías de cero y bajas emisiones como vehículos eléctricos, dedicados a gas natural, híbridos, diésel y gasolina de ultra bajo contenido de azufre, entre otras tecnologías, de acuerdo con la clasificación establecida en la normativa vigente, y en articulación con el desarrollo de la estrategia nacional de movilidad eléctrica que hace parte del Documento CONPES 3934. Esta estrategia incluirá todos los tipos de servicio[135] para vehículos livianos y pesados.

Para cumplir con lo anterior, y en el marco de la mencionada acción, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaborará un diagnóstico del proceso actual de ingreso de vehículos al país con estas tecnologías e identificará la necesidad de desarrollar nuevos estudios técnicos para evaluar la viabilidad de su utilización en el corto, mediano y largo plazo.

En 2020, el Ministerio de Minas y Energía, con base en los estudios adelantados por la UPME sobre uso de gas natural licuado[136] en el sector transporte, determinará la viabilidad de su implementación. En el mismo año, elaborará el estudio costo beneficio del impacto en la reducción de emisiones por el posible aumento en el uso de mezclas de biocombustibles. Adicionalmente, en este año, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Ministerio de Minas y Energía, diseñarán los programas que harán parte de la estrategia nacional, uno por cada tipo de tecnología (eléctricos, dedicados a gas natural, híbridos, diésel y gasolina de ultra bajo contenido de azufre). Estos programas, además de contar con un cronograma articulado con la estrategia para la renovación y modernización del parque automotor, considerarán, como mínimo: (i) mejoramiento al acceso a incentivos tributarios; (ii) creación de nuevos beneficios económicos; (iii) tarifas diferenciadas para el cobro de peajes; (iv) análisis costo beneficio de la implementación de las tecnologías vehiculares más limpias; (v) evaluación de la restricción del ingreso de automóviles con motor diésel al país; (vi) definición de criterios de eficiencia energética; (vii) infraestructura requerida para su operación; (viii) definición de tarifas para el suministro de los energéticos; (ix) líneas de financiación para su adquisición, y (x) ajustes al marco normativo, entre otros.

En 2021 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte socializarán los programas con los actores involucrados en las cadenas de suministro de los

---

[134] El Programa de Transformación Productiva fue creado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en el año 2009 con el fin de promover la productividad y competitividad en la industria.

[135] Particular, público, diplomático, especial y oficial, clasificación establecida las tablas paramétricas del RUNT disponibles en: http://www.runt.com.co/organismos-transito/tablas-parametricas

[136] Plan transitorio de abastecimiento de gas natural (UPME, 2016) y balance de gas natural (UPME, 2017). En el año 2018 la Unidad de Planeación Minero-Energética trabaja en la actualización de estos documentos.

energéticos y demás entidades que se requieran, previo a su adopción mediante el acto administrativo que corresponda con el fin de garantizar su implementación. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Transporte, en 2024 y 2028, publicarán un informe con el avance de los programas identificando sus logros y el aumento en el porcentaje de vehículos limpios.

Para el desarrollo de la acción anterior se tomarán como referencia los avances en la implementación de la estrategia nacional de movilidad eléctrica que viene adelantando el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Minas y Energía en alianza con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente)[137].

Línea 2. Actualización de parámetros de calidad de los combustibles y biocombustibles

En primer lugar, es necesario continuar avanzando en la reducción en el contenido de azufre de los combustibles que se distribuyen al parque automotor del país. Para ello, en el primer trimestre de 2019, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio el Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptarán en conjunto los estándares normativos progresivos para lograr la reducción del contenido de azufre en los combustibles a nivel nacional de la siguiente manera: en 2020, diésel de 20 ppm y gasolina de 100 ppm; en 2021, diésel de 10 ppm a 15 ppm y gasolina de 50 ppm; antes de finalizar 2025, diésel de 10 ppm, y entre 2026 y 2030, gasolina de 10 ppm. Por su parte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el primer semestre de 2019, adoptará por resolución los estándares de emisión para vehículos, acordes con la calidad del combustible distribuido, como una medida para restringir el ingreso al país de tecnologías vehiculares contaminantes.

En el marco de esta acción, se deben actualizar los parámetros de calidad del biocombustible empleado en mezcla con el combustible diésel. Para ello, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el 2019, expedirán el acto administrativo que corresponda en el que actualicen los parámetros de calidad del biodiesel con base en los estudios con los que ya cuenta el Ministerio de Minas y Energía[138], con miras a reducir las emisiones provenientes de las fuentes móviles. Una vez entre en vigencia y se implementen las disposiciones del mencionado acto administrativo, los avances

[137] Más información sobre la estrategia de movilidad eléctrica en Colombia en: https://www.mintransporte.gov.co/asuntosambientales/Publicaciones/estrategia_nacional_de_movilidad_electrica, http://movelatam.org/?s=colombia y http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3675-colombia-inicia-el-desarrollo-de-la-estrategia-nacional-de-movilidad-electrica

[138] Los estudios son los siguientes: (i) Revisión y actualización de la Resolución 90963 de 2014 e inclusión de nuevos parámetros según tendencia normativa internacional, realizado por el Ministerio de Minas y Energía en 2015; y (ii) Estudio de calidad del diésel que actualmente se comercializa como B10 en el país: azufre y de filtrabilidad *filter block tendency*, realizado por el Ministerio de Minas y Energía en 2016.

sobre el cumplimiento de los estándares de calidad del biodiesel serán reportados en el medio que defina el Ministerio de Minas y Energía.

En segundo lugar, se debe propender que los combustibles que se distribuyen en todo el territorio nacional cumplan con los criterios de calidad a lo largo de la cadena de distribución. Para ello, el Ministerio de Minas y Energía en 2019 diseñará un programa para asegurar que los parámetros de los combustibles no se alteren en el transporte, almacenamiento y comercialización en las estaciones de servicio, el cual incluirá un cronograma para su financiación e implementación. La puesta en marcha del programa se iniciará a partir de 2022 una vez se cuente con la apropiación de los recursos necesarios para su implementación. Culminada la implementación y seguimiento de esta política, los avances sobre el cumplimiento de los estándares de calidad de los combustibles serán reportados en el medio que defina el Ministerio de Minas y Energía.

Línea 3. Seguimiento y control

En primer lugar, se debe revisar y actualizar los métodos de medición de emisiones contaminantes en vehículos nuevos y en uso con el fin de mejorar el seguimiento y control realizado a las emisiones provenientes del parque automotor. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Transporte, hará un diagnóstico de la efectividad de los métodos de medición de emisiones y verificación de estándares de emisión que se realizan en vehículos nuevos y en uso, lo que incluye la revisión técnico-mecánica y emisiones contaminantes, así como los procesos para la nacionalización de los vehículos, considerando nuevas alternativas costo eficientes para su actualización.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Transporte en 2020, establecerá un plan de trabajo para la actualización y ajuste de los métodos de medición de emisiones y verificación de estándares de emisión de acuerdo con los resultados del diagnóstico. En el mismo año, el Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, definirá el procedimiento de reporte en el RUNT de la información que resulte de las mediciones y verificaciones realizadas.

Este reporte, en función de la actualización propuesta, servirá de insumo para la elaboración de los inventarios de emisiones por fuentes móviles, en la definición de factores de emisión[139] representativos de las características del parque automotor colombiano y en el diseño de instrumentos para fortalecer el control y vigilancia, como la etiqueta vehicular

[139] El factor de emisión se define como un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente expresados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración (EPA, 2015b). Los factores de emisión son la principal fuente para cuantificar la emisión de NOx, CO, SOx y material particulado (Belalcazar, Clappier, Blond, Flassak, & Eichhorn, 2010). En Colombia no se han cuantificado factores de emisión y se usan los de la *Environmental Protection Agency* de Estados Unidos.

ambiental. La propuesta de actualización de los métodos de medición, así como el reporte al sistema de información deberá ser socializado con los gremios involucrados en el año 2021.

En segundo lugar, es necesario reducir y eliminar la evasión de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes que se realiza en los CDA. Para ello, en 2019 el Ministerio de Transporte liderará, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la elaboración del diagnóstico que incluirá el análisis de los procedimientos actuales en los CDA por autoridades de tránsito, y definirá medidas para reducir la evasión de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, así como mejorar y hacer más eficiente el proceso de revisión de emisiones. Entre las medidas a considerar se encuentra presentar una propuesta de modificación al Código Nacional de Tránsito para vincular la expedición del Seguro Obligatorio de Tránsito con la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes como requisito previo, así como revisar la viabilidad de modificar la frecuencia para la realización de la revisión técnico-mecánica en función del año modelo del vehículo y emplear el RUNT como mecanismo de alerta a los usuarios para realizar la revisión de manera oportuna. En el mismo año, el Ministerio de Transporte, con apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, diseñará un plan de acción para implementar las medidas de reducción de la evasión de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes en los CDA identificadas.

El Ministerio de Transporte, en 2020, realizará el proceso de socialización de las estrategias definidas con los CDA y autoridades de tránsito. En 2024, una vez implementada la estrategia, publicará un informe con el porcentaje de reducción de la evasión de la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes. Culminada la implementación y seguimiento de esta política en el año 2028, los avances deberán ser reportados en el medio que defina el Ministerio de Transporte.

En tercer lugar, se requiere clasificar e identificar los vehículos en función de los niveles de emisión generados de acuerdo con la tecnología y el combustible empleado, con el fin de orientar medidas de movilidad que desincentiven al uso de vehículos contaminantes. Para ello, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en conjunto con el Ministerio de Transporte, en 2019, adoptarán mediante resolución una etiqueta ambiental para los vehículos. En 2020, ambos ministerios realizarán el acompañamiento técnico a las autoridades de tránsito y ambientales para la implementación de la etiqueta en los vehículos. Finalmente, en 2024 y 2028 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Transporte, publicará un informe que presente los beneficios de la etiqueta en las ciudades que la hayan implementado.

En cuarto lugar, se debe revisar si las sanciones por la infracción de las normas sobre emisiones recaen sobre el dueño del vehículo como responsable de garantizar su correcto funcionamiento y operación, y con ello generar menores emisiones. Para ello, en 2019 el

Ministerio de Transporte, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, elaborará la justificación técnica de la actualización del Código Nacional de Tránsito en lo relacionado con el seguimiento y control a las emisiones del parque automotor. En 2020 el Ministerio de Transporte presentará la propuesta de modificación del Código Nacional de Tránsito al Congreso de la República.

En quinto lugar, se requiere identificar alternativas para la reducción y el control de las emisiones de los vehículos en circulación. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Transporte, realizará un diagnóstico y evaluación de diferentes alternativas para la reducción de emisiones por los diferentes tipos de servicio y clases de vehículo. Con base en los resultados del diagnóstico y la evaluación que se realice, en 2020 diseñará y socializará un plan para implementar las alternativas para la reducción de emisiones como la conducción eficiente y segura, el mantenimiento preventivo de los vehículos, el uso de filtros para el control de partículas, entre otras que hayan sido definidas. En 2024, dicho ministerio realizará un informe de avance en la implementación de las alternativas y su impacto en las emisiones.

5.3.2. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes fijas

Las fuentes fijas también aportan emisiones de partículas al aire, por lo que es necesario orientar los esfuerzos a promover la innovación y el desarrollo de mejores técnicas y prácticas en la industria lo que incluye el uso de mejores tecnologías en los procesos productivos. El desarrollo de las actividades descritas a continuación conducirá a la reducción de las emisiones provenientes de las fuentes fijas.

Línea 1. Mejores técnicas y prácticas ambientales

En primer lugar, se requiere orientar el desarrollo de mejores prácticas en la industria con el fin de prevenir, reducir y controlar las emisiones al aire por los diferentes sectores de la industria. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realizará una identificación y priorización de los sectores que más generan emisiones de acuerdo con los resultados del último inventario nacional de emisiones de contaminantes criterio que se haya realizado. En el mismo año, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Comercio Industria y Turismo y el PTP, diseñará portafolios con las mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales identificadas para los sectores que hayan sido priorizados.

En 2020 realizará la socialización de los portafolios propuestos con el sector regulado involucrado previo a su implementación mediante al acto administrativo que corresponda. Para realizar el seguimiento al proceso de implementación de las mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales en los procesos productivos de la industria, el Ministerio

de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Comercio Industria y Turismo y el PTP, diseñará en 2021 un instrumento para el seguimiento periódico e identificación de avances y resultados de la implementación de los portafolios en los sectores priorizados. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2024 y 2028 publicará un informe con el avance de los portafolios identificando los logros, así como su impacto en la reducción de emisiones.

En segundo lugar, el Ministerio de Minas y Energía diseñará entre 2020 y 2022 un programa para la implementación de buenas prácticas en la industria de producción de coque en el país. En 2021 y 2022, realizará mesas de trabajo para la concertación del programa, en las que participará la Agencia Nacional Minera, la UPME, el Servicio Geológico Colombiano y empresas del sector minero. Entre 2022 y 2025, el Ministerio de Minas y Energía realizará la socialización del programa y capacitaciones a las empresas de coque de los municipios de Socha, Samacá, Socotá, Guachetá, Cucunubá, Lenguazaque, Zipaquirá y Cúcuta.

En tercer lugar, se deben promover e incentivar el desarrollo de iniciativas en los sectores económicos que se caractericen por el desempeño ambiental, tanto en los productos como en los procesos, mediante la implementación de soluciones novedosas en el control y reducción de emisiones generadas por las diferentes fuentes de emisión entre las que se encuentra la industria. Un punto de partida para lograr este propósito será la definición de un plan de trabajo entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, para la promoción del desarrollo de soluciones innovadoras en el control y reducción de emisiones contaminantes al aire.

Para ello, en 2019 el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará un diagnóstico y priorización de los servicios que presta y en los que se puedan incorporar criterios de eficiencia en los procesos productivos que redunden en la reducción de emisiones de material particulado. Con base en los resultados del diagnóstico y priorización, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, realizará un plan de trabajo para la inclusión de estos criterios de eficiencia en los servicios que hayan sido identificados y priorizados.

Estas iniciativas estarán alineadas con el desarrollo de las acciones para mejorar las capacidades de innovación, emprendimiento y transferencia de conocimiento y tecnología de las unidades productoras, fortalecer el capital humano y mejorar los mecanismos de financiamiento para las empresas y proyectos de emprendimiento, a las que hace referencia el Documento CONPES 3866 *Política Nacional de Desarrollo Productivo*[140]. En lo relacionado con la eficiencia energética, el Documento CONPES 3934 incluye entre sus

[140] Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf

estrategias la demanda eficiente e innovadora en la cual se tiene previsto ampliar el etiquetado energético a todos los equipos usados por todos los sectores de la economía nacional y determinar los estándares mínimos de desempeño energético, bajo enfoque de las Normas Mínimas de Rendimiento Energético, y garantizar su revisión cada tres años.

En cuarto lugar, es necesario incorporar la clasificación de áreas de acuerdo con niveles de contaminación del aire[141] y fuentes de emisión en la reglamentación de usos industriales en los planes de ordenamiento territorial, con el fin de evitar la saturación del aire con sustancias contaminantes provenientes de diferentes fuentes y reducir la exposición de la población. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Salud y Protección Social, revisará y ajustará los criterios actuales para determinar estas áreas. Ese mismo año desarrollará talleres de capacitación dirigidos a las autoridades ambientales para orientarlas e instarlas a la determinación de áreas de contaminación del aire.

Con base en los resultados del ajuste de la determinación de las áreas de contaminación del aire y los aportes de las autoridades ambientales y otros actores que se consideren relevantes como las entidades territoriales, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, del Ministerio de Salud y Protección Social y del Ideam, formulará en 2020 lineamientos nacionales para clasificar áreas de acuerdo con niveles de contaminación del aire y fuentes de emisión, y establecer las condiciones para incorporar esta clasificación en la reglamentación de usos industriales en los planes de ordenamiento territorial, de tal manera que no afecten el crecimiento económico de los municipios, pero que protejan la salud de la población. Posteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desarrollará en 2021 talleres de capacitación y divulgación de los lineamientos.

En quinto lugar, para determinar y reducir las emisiones por la evaporación de los combustibles líquidos en las estaciones de servicio y plantas mayoristas del país, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2019 realizará el diagnóstico de las emisiones evaporativas generadas en estaciones de servicio y plantas mayoristas. Con base en los resultados del diagnóstico, el Ministerio de Minas y Energía en 2020, realizará un estudio de viabilidad de la implementación de alternativas para reducir las emisiones evaporativas en estaciones de servicio y plantas mayoristas.

Línea 2. Acceso a incentivos

En primer lugar, para promover y mejorar el acceso a los incentivos tributarios que ha creado el Gobierno nacional para que la industria implemente sistemas de control y reducción

[141] Esto se conoce como área fuente de acuerdo con el Decreto 979 de 2006 y son determinadas por las autoridades ambientales con base en el incumplimiento de los niveles reglamentados de calidad del aire (Resolución 2254 de 2017) y los datos de vigilancia de la calidad del aire.

de emisiones contaminantes al aire, es necesario revisar y ajustar el procedimiento actual reduciendo los tiempos de aprobación de las solicitudes, simplificando los requerimientos para la obtención de los beneficios, entre otros aspectos del proceso. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Comercio Industria y Turismo y la UPME, realizará un diagnóstico y propuesta de ajuste al procedimiento para acceder a incentivos tributarios por el uso de sistemas de control y reducción de emisiones en la industria. En 2020 realizará la socialización de estos ajustes con las entidades responsables de su implementación. Una vez realizado el ajuste, en 2021 divulgará el nuevo procedimiento a través de las páginas web de las entidades que intervienen en el trámite como parte de las estrategias de difusión de los incentivos existentes entre los posibles beneficiarios.

En segundo lugar, para facilitar el acceso de las industrias a recursos financieros de crédito para que incorporen mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales en sus procesos productivos, es necesario diseñar y poner en marcha una estrategia por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Bancóldex[142]. Para lograrlo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2020 realizará la identificación y análisis de necesidades de financiación de los sectores que generan mayores emisiones de contaminantes criterio al aire y los de mayor consumo de carbón en sus procesos productivos. En 2021, dicho ministerio, con el apoyo de Bancóldex, formulará una guía con el procedimiento para facilitar el acceso de los sectores definidos a recursos financieros de crédito. Esta guía será divulgada a través de las páginas web de las entidades que intervienen en el trámite.

5.3.3. Mejoramiento de las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire

Mejorar la implementación de estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire es fundamental para lograr el mejoramiento de la calidad del aire en las ciudades del país. Para ello, es necesario aumentar la cobertura, calidad y disponibilidad de información sobre las emisiones y el estado de la calidad del aire; promover la investigación orientada a prevenir, reducir y controlar las emisiones, así como sus efectos en la salud y el ambiente; fortalecer a las autoridades ambientales para la formulación de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire y de gestión del riesgo frente a episodios críticos de contaminación del aire y coordinar su implementación, así como promover la adopción de instrumentos económicos como las tasas retributivas por emisiones contaminantes y la participación ciudadana en la implementación de las estrategias que se definan.

[142] Entidad vinculada al Ministerio de Comercio Industria y Turismo.

Línea 1. Mejoramiento de la cobertura, calidad y disponibilidad de información de emisiones y calidad del aire

En primer lugar, se requiere mejorar la generación y acceso a la información sobre las emisiones y el estado de la calidad del aire del país, como insumo para la definición e implementación de estrategias para prevenir la contaminación del aire y medir su efectividad. Para ello, en 2020 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ideam, realizará un diagnóstico del estado y calidad de la información de las emisiones y de los niveles de contaminación del aire. Así mismo, definirá una estrategia nacional para mejorar la generación y calidad de los inventarios de emisiones, modelos de la calidad del aire, cobertura, diseño y operación de los SVCA y el seguimiento y control a las fuentes fijas y móviles de emisión, además del reporte de los resultados de este seguimiento a los sistemas de información que correspondan. Frente a los sistemas de vigilancia de calidad del aire, se establecerán mecanismos para que el Ideam verifique que los nuevos sistemas que se vayan a implementar cumplan con los criterios técnicos de diseño y posteriormente realice el seguimiento a su correcta operación.

Esta estrategia deberá ser diferenciada por autoridad ambiental según su nivel de avance en el tema y las problemáticas específicas de contaminación del aire que se presenten en su territorio, y deberá ser socializada con las autoridades ambientales del país en 2021. Los inventarios de emisiones son realizados por la autoridad ambiental en el ámbito de su jurisdicción. En su elaboración no participan otras entidades, no obstante, con la estrategia se busca garantizar el acceso a la información de los inventarios a otras entidades para la orientar la toma de decisiones frente a la planeación y gestión de las fuentes de emisión.

En segundo lugar, los inventarios de emisiones deben proporcionar la base para diseñar sistemas de vigilancia de calidad del aire, formular estrategias para prevenir la contaminación del aire, hacer seguimiento a la implementación de las normas y las acciones desarrolladas para reducir las emisiones en las fuentes. Para ello, en 2021 el Ideam, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, levantará la base de datos con el registro de la información necesaria para realizar el inventario nacional de emisiones. A partir de 2022 el Ideam realizará y publicará inventarios nacionales bienales de emisiones de contaminantes criterio del país en la página web de la entidad.

En tercer lugar, para mejorar la disponibilidad y el acceso a la información de las emisiones y el estado de la calidad del aire del país, el Ideam, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará la actualización y modernización del Sisaire a través de un nuevo sistema de información que garantizará el acceso en tiempo real a los datos de calidad del aire que reporten los sistemas de vigilancia automáticos que operen en el país, e incluirá la información de los inventarios de emisiones al aire que realicen las autoridades ambientales y el Ideam. Para ello, en 2019 el Ideam, con el apoyo del Ministerio

de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará un diagnóstico del funcionamiento del sistema actual en el que se definan los requerimientos técnicos del nuevo sistema de información de calidad del aire. Entre 2020 y 2021, el Ideam en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible diseñarán y desarrollarán el nuevo sistema de información de calidad del aire nacional. La puesta en marcha del sistema se realizará en 2022.

En cuarto lugar, para aportar elementos a la elaboración de diagnósticos y definición de acciones de prevención, control y reducción de la contaminación del aire, así como de sus efectos en la salud y el ambiente, se requiere promover el desarrollo de investigaciones que generen insumos a las entidades para el mejoramiento de la calidad del aire y al sector regulado para reducir y controlar las emisiones que generan. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ideam y del Ministerio de Salud y Protección Social, identificará las necesidades de investigación que aporten al conocimiento de nuevas estrategias de prevención, control y reducción de la contaminación del aire y sus efectos en la salud y el ambiente. Por su parte, Colciencias en 2020, realizará la identificación de los grupos de investigación nacionales e internacionales que cuenten con la experticia en los temas en los que se requiere investigación. Así mismo, Colciencias con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ideam y el Ministerio de Salud y Protección Social en 2020, realizará la publicación de la convocatoria según los temas definidos y en 2022 presentará los resultados de la inversión en las investigaciones en materia de calidad del aire que se hayan adelantado.

En quinto lugar, es necesario conocer los efectos en la salud por la contaminación del aire en Colombia. Para ello, el Ministerio de Salud y Protección Social en 2023 elaborará la metodología de cálculo para estimar la fracción atribuible[143], la carga de la enfermedad[144], el riesgo relativo[145] y la estimación de la población expuesta a la contaminación del aire, a partir de la metodología propuesta por la OMS. En 2025, el Ministerio de Salud, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará la estimación de los efectos en salud por la contaminación del aire de acuerdo con la metodología elaborada. En 2026 definirá las medidas de promoción de la salud, gestión de la salud pública y gestión del riesgo en salud.

Línea 2. Fortalecimiento de las autoridades ambientales para la elaboración de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire y de gestión del riesgo

[143] Estimación del número de enfermedades y muertes que se evitan si se elimina el factor de riesgo, en este caso la contaminación del aire.

[144] Relación entre la exposición a la contaminación del aire y el efecto en la salud.

[145] Es una medida que indica la probabilidad de que un grupo de personas expuestas a la contaminación del aire desarrolle en mayor grado la enfermedad o muera, respecto a un grupo no expuesto.

En primer lugar, es necesario implementar un programa de capacitación dirigido a las autoridades ambientales regionales y urbanas del país con el fin de mejorar la formulación e implementación de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire en los diferentes centros urbanos el país. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ideam, elaborará un diagnóstico de las capacidades actuales de cada autoridad ambiental y diseñará un programa para ampliar los conocimientos técnicos que propicien el desarrollo de acciones de prevención y reducción de la contaminación del aire. Así mismo, este programa estará encaminado a fortalecer las habilidades de coordinación y planeación orientado al uso eficiente de los recursos dirigidos a prevenir la contaminación del aire. En 2021, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible socializará el programa con las autoridades ambientales para que se incorporen criterios sobre las diferencias regionales como: problemáticas de contaminación del aire, características geográficas, avances en la prevención, reducción, seguimiento y control, entre otras. Finalmente, en 2024 y 2028, elaborará un informe que presente los logros del programa en función de los planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire implementados en el país.

En segundo lugar, se debe tener en cuenta que las estrategias para reducir contaminantes criterio del aire, GEI y contaminantes climáticos de vida corta guardan estrecha relación, haciendo posible que se implementen acciones que redunden en el control de las emisiones de estos con el fin de hacer eficiente la inversión de los recursos. Para ello, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2020 identificará a partir de referentes internacionales y acciones definidas en las políticas nacionales de cambio climático y calidad del aire las acciones que son comunes para la reducción de estos tres grupos de contaminantes, y con base en ello, formulará unos lineamientos dirigidos a las autoridades ambientales para la inclusión de las acciones identificadas en los planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire de las ciudades.

Línea 3. Gestión del riesgo en episodios de contaminación del aire

Para lograr la formulación e implementación de planes para la gestión del riesgo ante episodios críticos por contaminación del aire en las diferentes zonas del país, es necesario diseñar e implementar unos lineamientos nacionales que orienten la gestión de las autoridades ambientales ante la ocurrencia de eventos en los que las concentraciones de contaminantes en el aire alcancen los niveles de prevención, alerta y emergencia y que puedan ser la causa de efectos en la salud de las personas. Con este propósito, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Salud y Protección Social, formulará unos lineamientos nacionales para la gestión del riesgo ante la ocurrencia de episodios críticos de contaminación del aire. En 2020 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo, con el apoyo del Ministerio de Salud y Protección Social, socializará estos lineamientos con las autoridades ambientales y entidades territoriales instando a la

formulación e implementación de planes locales que establezcan las medidas para la atención de estos eventos en caso de que se presenten, así como para comunicar de manera asertiva a la comunidad sobre el riesgo que se presente y cómo actuar ante ello.

Línea 4. Adopción tasas retributivas por emisiones contaminantes

Con el fin de crear instrumentos que promuevan la prevención, reducción y control de las emisiones por las diferentes fuentes de emisión, se analizará la viabilidad de implementar tasas retributivas por emisiones contaminantes al aire de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 de 2015. Para esto, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizará el análisis de viabilidad de la puesta en marcha de este instrumento, considerando el tipo de fuente de emisión, el sistema de recaudo, tarifas, marco legal y costo beneficio de su implementación, entre otras variables de interés. Con base en el análisis de viabilidad, en 2020 construirá una propuesta de tasa retributiva que debe incluir toda la información para su implementación, como mínimo los responsables del pago, cobro y recaudo, el cálculo de la tarifa, destinación, y esquema de reglamentación y realizará su socialización con las autoridades ambientales y el sector regulado como ejercicio previo a su adopción mediante el acto administrativo que corresponda, en el mismo año.

Línea 5. Promoción de la participación ciudadana en la prevención, reducción y control de la contaminación del aire

La participación ciudadana es fundamental en el diseño e implementación de estrategias para la prevención de la contaminación del aire, de allí la importancia de definir y desarrollar acciones de gobernanza de la calidad del aire que permitan al ciudadano disponer de herramientas para conocer el estado de la calidad del aire, fuentes de emisión de contaminantes, el rol de las instituciones del Gobierno frente a la problemática y los resultados de las acciones para su solución, así como para establecer espacios de diálogo con las entidades del Gobierno nacional y local para sugerir hacia donde encaminar los esfuerzos realizados. Para ello, en 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ministerio de Salud y Protección Social, realizará una identificación de modelos de gobernanza ambiental implementados a nivel nacional e internacional y con base en ello diseñará en 2020 una propuesta para la gobernanza en calidad del aire de manera participativa con actores como la academia, organizaciones no gubernamentales, colectivos ambientales ciudadanos y entidades nacionales y regionales que tengan relación con la prevención de la contaminación del aire. En 2022 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del Ideam y el Ministerio de Salud y Protección Social, diseñará una plataforma digital para el modelo de gobernanza de calidad del aire.

5.4. Seguimiento

En primera medida se hará seguimiento a los indicadores que miden los cambios y resultados esperados con la implementación de la presente política para el mejoramiento de la calidad del aire. La Tabla 1 muestra los resultados esperados con la implementación de la política y evidencia, a 2030, los resultados de las medidas consideradas como las más estratégicas para reducir las emisiones y garantizar niveles de calidad del aire que protejan la salud de las personas.

Tabla 1. Indicadores de resultado de la política para el mejoramiento de la calidad del aire

Objetivo	Nombre del indicador	Unidad de medida	Línea base	Meta
Objetivo general	Estaciones que cumplen el objetivo intermedio III de la OMS para PM_{10} (30µg/m^3) (Meta 11.6 ODS)	Porcentaje	25 (2015)	70 (2030)
	Estaciones que cumplen el objetivo intermedio III de la OMS para $PM_{2.5}$ (15µg/m^3) (Meta 11.6 ODS)	Porcentaje	14,9 (2015)	70 (2030)
OE 1. Reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles	Vehículos de cero y bajas emisiones que ingresan al parque automotor sobre el total de vehículos que ingresan al país	Porcentaje	0,15 (2018)	3 (2028)
	Sistemas de transporte masivo operando con vehículos eléctricos y dedicados a gas natural sobre el total de sistemas de transporte masivo operando en 2018	Porcentaje	29 (2018)	100 (2028)
	Vehículos diésel cumpliendo el estándar de emisión Euro VI sobre el total de vehículos diésel matriculados	Porcentaje	0 (2018)	22 (2028)
	Reducción de la evasión de la revisión técnico-mecánica y de gases contaminantes sobre el total de vehículos matriculados	Porcentaje	54 (2018)	20 (2028)
OE 3. Mejorar las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire	Planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire en implementación en municipios con población igual o superior a 150.000 habitantes sobre el total de municipios con más de 150.000 habitantes	Porcentaje	8 (2018)	100 (2028)

Fuente: DNP, 2018.

El seguimiento a la ejecución física y presupuestal de las acciones propuestas para el cumplimiento de los objetivos del presente documento se realizará a través del Plan de Acción

y Seguimiento (PAS) que se encuentra en el Anexo A. En este se señalan las entidades responsables de cada acción, los periodos de ejecución de estas, los recursos necesarios y disponibles para llevarlas a cabo, y la importancia de cada acción para el cumplimiento del objetivo general de la política. El reporte periódico al PAS se realizará por todas las entidades concernidas en este documento.

Esta política tiene un periodo de implementación que cubre desde el año 2018 hasta el 2028. Su seguimiento se hará de manera semestral iniciando su reporte en junio de 2019 y el informe de cierre se realizará con corte al 31 de diciembre de 2028. Lo anterior, se traduce en un total de 20 reportes semestrales para un periodo de 10 años.

5.5. Financiamiento

Para efecto del cumplimento de los objetivos de este documento, las entidades involucradas en su implementación gestionarán y priorizarán, en el marco de sus competencias, recursos para la financiación de las actividades que se proponen en el PAS. Lo anterior se hará teniendo en cuenta el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector. Con el fin de contribuir a la consecución de los recursos para financiar las acciones definidas en el PAS, las entidades del Gobierno nacional involucradas en esta política desarrollarán las siguientes estrategias:

- Reorientar los recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) de los instrumentos de cada sector administrativo, de acuerdo con los análisis de gasto público disponibles.
- Apalancar inversiones del sector privado a través de la banca de desarrollo.
- Apalancar inversiones de las regiones con los recursos disponibles de las entidades públicas del nivel nacional.
- Gestionar recursos de cooperación internacional con organismos multilaterales que financien proyectos relacionados con el mejoramiento de la calidad del aire.

Cabe aclarar que la ejecución de las inversiones asociadas a la implementación de esta política estará sujeta a la disponibilidad de recursos que se apropien en el PGN para cada uno de los sectores responsables. La implementación de esta política tiene un costo total indicativo estimado de 16.637 millones de pesos, cuyos requerimientos por entidad se han estimado y se presentan en la Tabla 2 para el periodo entre el 2019 y 2028.

Tabla 2. Financiamiento estimado indicativo de la política para el mejoramiento de la calidad del aire

Cifras en millones de pesos

Entidad	Total 2019 - 2028
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2.936
Ministerio de Minas y Energía	5.411
Ministerio de Transporte	3.216
Ministerio de Salud y Protección Social	2.500
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	2.574
Total	**16.637**

Fuente: DNP, 2018.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Colciencias gestionarán recursos de funcionamiento para realizar las actividades a su cargo o para prestar el apoyo a las demás entidades en la implementación del plan de acción de la política para el mejoramiento de la calidad del aire.

6. RECOMENDACIONES

El Ministerio de Transporte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Departamento Nacional de Planeación recomiendan al Consejo Nacional de Política Económica y Social:

1. Aprobar los lineamientos de política y el Plan de Acción y Seguimiento para el mejoramiento de la calidad del aire en Colombia, así como solicitar a las entidades involucradas la adecuada y oportuna implementación de las acciones propuestas.
2. Solicitar a las entidades del Gobierno nacional mencionadas en este documento priorizar los recursos para la ejecución de esta política, en concordancia con sus competencias y con el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector.
3. Solicitar al Departamento Nacional de Planeación consolidar y divulgar la información del avance de las acciones según lo planteado en el Plan de Acción y Seguimiento (Anexo A). La información deberá ser proporcionada por las entidades involucradas en este documento de manera oportuna según lo establecido en la sección de seguimiento.
4. Solicitar al Ministerio de Transporte:
    a. Fomentar los procesos de desintegración del parque automotor altamente contaminante y promover su reemplazo por tecnologías de cero y bajas emisiones en concordancia con el cronograma de mejora en la calidad de los combustibles.
    b. Promover el desarrollo de mecanismos que desincentiven el uso de vehículos contaminantes.
    c. Revisar los procedimientos actuales en los Centros de Diagnóstico Automotor e implementar estrategias para eliminar la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes.
5. Solicitar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:
    a. Implementar una estrategia nacional para aumentar la introducción de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones en el país, en especial vehículos eléctricos, dedicados a gas natural e híbridos.
    b. Promover la implementación de portafolios de mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales orientados a implementar procesos sostenibles en la industria.
    c. Mejorar la generación de información sobre las emisiones de contaminantes y el estado de la calidad del aire del país, para verificar la efectividad de las medidas implementadas para reducir las emisiones. Así mismo, modernizar los sistemas de información.

d. Promover el desarrollo de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire y gestión del riesgo ante episodios críticos de contaminación del aire, en los centros urbanos del país.

e. Adoptar la tasa retributiva por emisiones al aire, de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1076 de 2015.

f. Fomentar la participación ciudadana en el diseño e implementación de estrategias para la prevención, reducción y control de la contaminación del aire.

6. Solicitar al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo:

   a. Apoyar el desarrollo de la implementación de portafolios de mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales orientados a implementar procesos sostenibles en la industria.

   b. Apoyar el desarrollo de soluciones innovadoras en la prevención y el control de emisiones contaminantes del aire en los sectores productivos.

   c. Apoyar, a través del Programa de Transformación Productiva, la implementación de la estrategia nacional para aumentar la introducción de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones en el país.

7. Solicitar al el Ministerio de Salud y Protección Social:

   a. Estimar los efectos en la salud por contaminación del aire.

   b. Orientar las investigaciones que se promuevan sobre los efectos en salud asociados a la contaminación del aire.

   c. Apoyar la formulación de lineamientos nacionales que faciliten la incorporación de las áreas de alta contaminación del aire en los modelos de ordenamiento y ocupación del territorio.

   d. Apoyar en la formulación de lineamientos nacionales para la gestión del riesgo ante la ocurrencia de episodios críticos de contaminación del aire, en el componente de salud.

8. Solicitar al Ministerio de Minas y Energía:

   a. Determinar las señales económicas tarifarias necesarias para reconocer en forma progresiva los precios de mercado de los combustibles, cuyo menor contenido de azufre habilite el uso de motores de mejores estándares de emisiones, hasta alcanzar niveles Euro VI de diésel y Euro 6 de gasolina.

   b. Establecer un programa para el aseguramiento de la calidad de los combustibles por parte de los agentes a lo largo de toda la cadena de distribución.

9. Solicitar al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio apoyar la formulación de lineamientos nacionales que faciliten la incorporación de las áreas de alta contaminación del aire en los planes de ordenamiento territorial.
10. Solicitar a Bancóldex facilitar el acceso de las industrias a recursos financieros de crédito, para que incorporen mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales orientadas a la reducción de emisiones de contaminantes al aire.
11. Sugerir a las autoridades ambientales, para la adecuada implementación de esta política, formular e implementar planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire, así como los planes para la atención de episodios críticos de contaminación del aire; determinar áreas en función de los niveles de contaminación del aire e incorporarlas en los instrumentos para el ordenamiento y ocupación del territorio; y adoptar instrumentos económicos que incentiven la reducción y el control de las emisiones.
12. Sugerir a las entidades territoriales coordinar con las autoridades ambientales la formulación e implementación de planes de prevención, reducción y control de la contaminación del aire en los que se prioricen medidas como la renovación del parque automotor y su reemplazo por tecnologías de cero y bajas emisiones, apoyar el diseño e implementación de planes para la atención de episodios críticos de contaminación del aire, incorporar en los modelos de ordenamiento y ocupación del territorio, la clasificación de las áreas en función de los niveles de contaminación del aire, y considerar la adopción de instrumentos económicos que incentiven la reducción y el control de las emisiones.

ANEXOS

Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS)

Ver archivo en Excel adjunto.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Europea Ambiental. (Air pollutant emission inventory guidebook de 2016). Obtenido de https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016

Agencia Internacional de Energía. (2017). *World Energy Balances*. Obtenido de https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2017

Alvarez, & Hidalgo. ((2002)). *Contaminación ambiental y patrimoni cultural*. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118411/Contaminacion-ambiental-y-patrimonio-cultural.pdf?sequence=1

AMVA. ((2017)). *Plan de Gestión Integral de la Calidad del Aire, 2017 - 2030.* Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: http://www.metropol.gov.co/pigeca/PIGECA_Aprobado_Dic_2017.pdf

AMVA. (Plan Operacional para enfrentar Episodios Críticos de contaminación del aire de 2015). Obtenido de http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/isdocConvenio243/Protocolo_Plan_Operacional_dic2015.pdf

AMVA. (2015). *Inventario de emisiones.* Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/isdocConvenio243/Informe_Inventario_emisiones_2015.pdf

ANDI. (2017). *Encuesta de opinión industrial conjunta*. Obtenido de Asociación Nacional de Empresarios de Colombia: http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20EOIC%20Septiembre%202017.pdf

AsoCDA. (2016). *Planteamientos y propuestas para el sistema de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes.* Asociación Nacional de Centros de Diagnóstico Automotor.

Banco Mundial. (1997). Obtenido de Contaminación Atmosférica por vehículos automotores, Experiencias recogidas en siete centros urbanos de América Latina: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/001083/Course2/Lecturas/Vehiculos/chapter0.pdf

Bancóldex. (2012). *Guía en cambio climático y mercados de carbono.* Obtenido de https://www.bancoldex.com/documentos/3810_Guia_en_cambio_clim%C3%A1tico_y_mercados_de_carbono.pdf

Bancóldex. (2018). Obtenido de https://www.bancoldex.com/Modelo-de-gestion-ambiental-Bancoldex/Portafolio-de-productos-para-financiar-proyectos-d.aspx

Blumberg, K. O., Walsh, M. P., & Pera, C. (21 de mayo de 2003). *Gasolina y diesel de bajo azufre: la clave para disminuir las emisiones vehiculares.* Obtenido de https://www.theicct.org/sites/default/files/Bajo_Azufre_ICCT_2003.pdf

Boletín agrario. (2018). *Glosario de términos*. Obtenido de https://boletinagrario.com/ap-6,bagazo,314.html

CAI. ((2012)). Obtenido de La Calidad del Aire en América Latina: Una visión Panorámica: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/La_Calidad_del_Aire_en_Am%C3%A9rica_Latina.pdf

CEE, C. E. (Directiva 220 de 1970). Obtenido de https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2002-81866

Climate & Clean Air Coalition. (2016). *Taller: Transformación y perspectivas del sector ladrillero en América Latina*. Obtenido de http://center-hre.org/wp-content/uploads/Informe-Taller-Colombia-2016-SMALL.pdf

Colciencias. (Plan anual de convocatorias de 2018). Obtenido de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/plananualdeconv-2018-afiche-v2_0.pdf

Comisión Europea. (2017). *Decisión de ejecución (UE) 2017/2117*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-industrial/lvocbatconclusions_tcm30-437545.pdf

Concejo de Bogotá. (2008). *Proyecto De Acuerdo No. 445.* Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31823

Concejo de Bogotá. (Proyecto de Acuerdo 93 de 2009). Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=35044

Congreso de la República de Colombia. (1998). *Ley 489.* Obtenido de artículo 42: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=186

DNP. (2008). *Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.* Obtenido de CONPES 3510: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3510.pdf

DNP. (2013). *Documento CONPES 3759.* Obtenido de file:///C:/Users/ycantor/Downloads/CONPES_3759_Modernizaci%C3%B3n_Transporte_Automotor_de_Carga.pdf

DNP. (2014). *Política nacional para consolidar el sistema de ciudades en Colombia.* Obtenido de CONPES 3819: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3819.pdf

DNP. (2018). *Evaluación de resultados de la Polìtica de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.* Obtenido de Departamento Nacional de Planeación.

DNP. (2018). *Valoración económica de la degradación ambiental en Colombia.* Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Degradacion%20ambiental_SD.pdf

Ecopetrol. (2016). Obtenido de file:///C:/Users/ycantor/Downloads/2016-09-20-ECOPETROL_en_Investigaci%C3%B3n_de_combustibles_[S%C3%B3lo_lectura].pdf

Ecopetrol. (2018). *Comunicación presentada a DNP sobre el contenido de azufre en los combiustibles.*

Ecopetrol. (Mayo de 2018). Respuesta de Ecopetrol a preguntas de DNP sobre calidad y transporte de combsutibles. Bogotá.

EPA. ((2018)). Obtenido de https://espanol.epa.gov/espanol/implementacion-de-las-leyes-y-normas-sobre-el-aire

EPA. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Manuales del programa de inventario de emisiones en México, Volumenes II-VI de 1997). Obtenido de https://www3.epa.gov/ttncatc1/cica/atech_s.html#35

Giraldo, A. M., Serrano, A. M., & Castillo, M. B. (2011). Innovación tecnológica y mejoramiento productivo: una perspectiva para el desarrollo de la competitividad en la pyme. *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development*, 8.

Granados Sánchez, & López Ríos. (La lluvia ácida y los ecosistemas forestales de (2010)). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182010000200009

Ideam. (2017). *Informe del estado de la calidad del aire 2016.* Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023769/Calidad_del_Aire_2016.pdf

Ideam. (2018). Lanzamiento del informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2017. *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2017.* Bogotá.

INECC, I. N. (1999). Obtenido de Inventario Nacional de fuentes fijas de México: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/491/fuentefija.pdf

INNpulsa. (2018). Obtenido de https://www.innpulsacolombia.com/es/nuestra-organizacion

Langebaek, A., & Vásquez, D. (2007). *Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra433.pdf

Laumbach R. (New Jersey de 2010). Obtenido de Outdoor Air Pollutants and Patient Health. American Academy of Family Physicians: https://www.aafp.org/afp/2010/0115/p175.html

Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. (2013). *Plan Nacional de Calidad del Aire 2013 - 2016*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/PLAN%20AIRE%202013-2016_tcm30-182392.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. ((2010)). *Resolución 1023.* Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_1023_2010.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Articulo 3 de 2006). *Decreto 979*. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19973

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2008). *Resolución 910*. Obtenido de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31146

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2009). *Resolución 2604*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/fuentes_moviles/Resoluci%C3%B3n_2604_de_2009_-_Combustibles_limpios_y_l%C3%ADmites_emisi%C3%B3n_vehiculos_transporte_de_pasajeros.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.* Obtenido de http://www.sisaire.gov.co:8080/faces/documentos/documentos.jsp

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Manual Ambiental Para El Tratamiento De Vehículos Al Final De Su Vida Útil*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_particpacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/160514_manual_amb_vehiculos.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076*. Obtenido de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Informe de seguimiento al plan de acción de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Propuesta de sustancias, umbrales y sectores a reportar información en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes – RETC de Colombia.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Diagnóstico del estado y disponibilidad de información de calidad del aire de 2016). *Diagnóstico de estado y disponibilidad de información de calidad del aire.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *abc, principales preguntas frente al impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad.* Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/abc_carbono_final29ago.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 2254.* Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/b7-res%202000%20de%202017.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Para La Elaboración De Inventarios De Emsiones Atmosféricas.* Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/documentos_relacionados/GUIA_PARA_LA_ELABORACION_DE_INVENTARIOS_DE_EMISIONES_ATMOSFERICAS.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Colciencias. (2013). *Estudio sobre la efectividad de impuestos, tasas, contribuciones y demás gravámenes existentes para la preservación y protección del ambiente, así como de la identificación y viabilidad de nuevos tributos por la emisión de efluentes líquidos, gases contam.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Minas y Energía. (2006). *Resolución 1180*. Obtenido de http://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//20893-1799.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino de España. (2018). *Guía de buenas prácticas ambientales.* Obtenido de http://www.ugt.es/Publicaciones/guiamambiente_UGT3folleto.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Glosario técnico minero*. Obtenido de https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96

Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Por la cual se establece el porcentaje de mezcla de alcohol carburante en la gasolina motor corriente y extra a nivel nacional.* Obtenido de https://www.minminas.gov.co/normatividad?idNorma=47710

Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Por la cual se modifica la Resolución 18 2124 de 2007, en relación con el porcentaje de mezcla de biocombustible para uso en motores diésel, en Bogotá, D.C., centro del país y llanos orientales.* Obtenido de https://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//47709-res_40184_270218.pdf

Ministerio de Transporte. (2008). *Decreto 2085*. Obtenido de Por el cual se reglamenta el ingreso de vehículos al servicio particular y público de transporte terrestre automotor de carga: https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/pdf/decreto_2085_2008.pdf

Ministerio de Transporte. (2011). *Resolución 5111*. Obtenido de file:///C:/Users/USER/Downloads/Resolucion_005111_2011.PDF

Moreno, J. P. (2016). *Sector textil en Colombia: un análisis de las importaciones y exportaciones entre 2008 a 2014*. Obtenido de https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15243/3/MorenoVelasquezJuanPablo.2016.pdf.pdf

National Renewable Energy Laboratory. (2006). *Industrial Technologies Program*. Obtenido de https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39308.pdf

Norregaard, J. (Control de la contaminación mediante el uso de impuestos y licencias negociables de 2000). Obtenido de https://www.imf.org/external/pubs/ft/issues/issues25/esl/issue25s.pdf

OCDE. (1996). *Manual Guía Para Los Gobiernos: Registro De Emisiones Y Transferencia De Contaminantes*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: https://www.oecd.org/env/ehs/pollutant-release-transfer-register/OECD-GD96-32_PRTR_GuidanceManual_Spanish.pdf

OCDE. (2014). *Estudios de la OCDE de las Politicas de Innovación: Colombia*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: https://www.oecd.org/sti/inno/colombia-innovation-review-assessment-and-recommendations-spanish.pdf

OCDE. (2017). *Report on OECD project on best available techniques for preventing and Controlling industrial chemical pollution. Activity i: policies on bat or similar concepts across the world.* Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: https://one.oecd.org/document/ENV/JM/MONO(2017)12/en/pdf

OCDE, O. p. (2014). *Evaluaciones del desempeño ambiental, Colombia.* Obtenido de https://www.oecd.org/env/country-reviews/Evaluacion_y_recomendaciones_Colombia.pdf

OMS. (2005). Obtenido de Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=C51B1A24AAAC8B43C094E6A6D7A1C707?sequence=1

OMS. (Nota descriptiva: Calidad del aire ambiente (exterior) y salud de 2016). Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/

OMS. (2018). *Organización Mundial de la Salud.* Obtenido de Notas descripitvas: http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

Quijandría, J., & Aramburu, V. (2016). Obtenido de Evaluación del carbón mineral para disminuir el contenido de azufre y mejorar su calidad: http://tramite.ingemmet.gob.pe/BusquedaGeodoc/images/biblioteca/RFIGMMG-38-61.pdf

SDA. ((2018)). *Medidas complementarias del Plan Decenal de Descontaminación de Aire para Bogotá -Ecoconducción.* Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: http://ambientebogota.gov.co/medidas-complementarias

SDA. (2010). *Plan Decenal de Descontaminación del Aire.* Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=b5f3e23f-9c5f-40ef-912a-51a5822da320&groupId=55886

SDA. (2014). *Inventario de emisiones.* Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

SDA. (2014). *Inventario de emisiones.* Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

SDA. (2015). *Decreto 595.* Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/decreto-595-de-2015.pdf

SDA. (2015). *Resolución 2410.* Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64167

South Coast Air Quality Management District. (2005). *Guidance Document for Addressing Air Quality Issues in General Plans and Local Planning*. Obtenido de http://www.aqmd.gov/docs/default-source/planning/air-quality-guidance/complete-guidance-document.pdf

UE. ((2018)). Obtenido de http://www.consilium.europa.eu/es/policies/clean-air/

UNAL, U. N. (2017). Obtenido de http://www.ing.unal.edu.co/grupos/calidad_aire/

Universidad de Los Andes y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2008). *Fundamentos de contaminación del aire. Conceptos generales, definiciones y política ambiental.* Obtenido de http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lsdocCalidadAire/Fundamentos%20de%20contaminacion%20del%20aire.pdf

University College London – Universidad de los Andes. (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia.* Obtenido de https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica-en-Colombia.pdf

UPME. ((2016)). *Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2016 - 2021*. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: https://www.minminas.gov.co/documents/10180/674559/PAI+PROURE+2016+-+2021_PRELIMINAR.pdf/6a2e3311-10a3-49ef-937e-cb955e632824

UPME. (2006). *Mercado nacional e internacional de carbón colombiano.* Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www.upme.gov.co/docs/mercado_carbon.pdf

UPME. (2016). *Plan de acción indicativo, 2017 - 2022.* Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

UPME. (junio de 2016). *Plan transitorio de abastecimiento de gas natural.* Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/Estudios%202014-2016/Plan_Transitorio_Abastecimiento_Gas_Natural_Junio_210516.pdf

UPME. (2017). *Balance de gas natural.* Obtenido de Documento de Trabajo Unidad de Planeación Minero Energética: http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/BALANCE%20GAS%20NATURAL%202017-2026%20VERSION%20FINAL.pdf