



Informe del estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables 2011

Contaminación del aire y agua en Colombia e impactos sobre la salud



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**

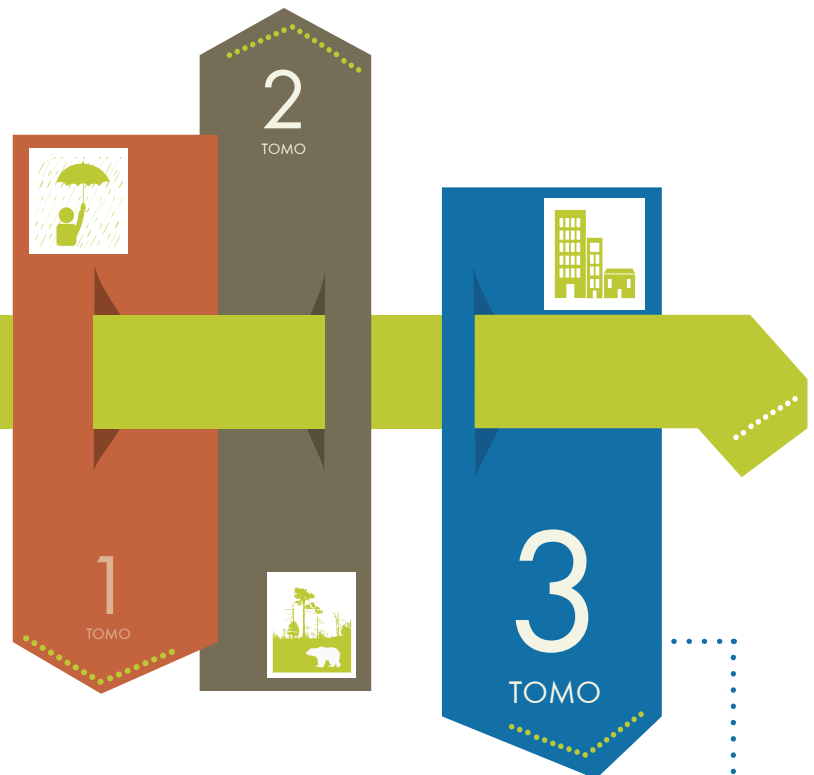


Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Informe del estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables

2011



Contaminación del aire y agua en Colombia
e impactos sobre la salud

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN
Presidente de la República de Colombia

LUZ HELENA SARMIENTO VILLAMIZAR
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PABLO ABBA VIEIRA SAMPER
Viceministro de Ambiente

ÓMAR FRANCO TORRES
Director General - IDEAM
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

JOSÉ ALAÍN HOYOS HERNÁNDEZ
Subdirector de Estudios Ambientales – IDEAM

EDITORES

Lina María Carreño Correa y Max Alberto Toro Bustillo
Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM

COMITÉ EDITORIAL

Lina María Carreño Correa, Max Alberto Toro Bustillo, Estefanía Ardila Robles, Jairo Miguel Guerra, Óscar Orrego, Carolina García Valencia, Leonardo Arias-Alemán y William Castro Pulido.

CORRECCIÓN DE ESTILO

Imprenta Nacional de Colombia

DISEÑO DE LA CARÁTULA

Bibiana Lissette Sandoval Báez
Grupo de Comunicaciones – IDEAM

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Imprenta Nacional de Colombia

FOTOGRAFÍA DE LA CARÁTULA

Andrea Moreno 2013. Lugar: Valle de Sogamoso

CARTOGRAFÍA

Institutos de Investigación del SINA: IDEAM, IAvH, Invemar, SINCHI e IIAP.

REPRODUCCIÓN, IMPRESIÓN Y EMPAQUE

Imprenta Nacional de Colombia
Bogotá - Colombia

CÍTESE COMO

DEAM, IAvH, Invemar, SINCHI e IIAP Tomo 3: Contaminación del aire y agua en Colombia e impactos sobre la salud. Informe del Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2011. Bogotá, D. C., 2013. 148 pag.

Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia.

ISSN: 2346-1586
Distribución Gratuita

2013, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por el IDEAM.

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

ÓMAR FRANCO TORRES
Director General - IDEAM

CLEMENTINA DEL PILAR GONZÁLEZ PULIDO
Secretaria General - IDEAM

CONSEJO DIRECTIVO

LUZ HELENA SARMIENTO VILLAMIZAR
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

CECILIA ÁLVAREZ CORREA GLEN
Ministra de Transporte

TATIANA OROZCO DE LA CRUZ
Directora General
Departamento Nacional de Planeación - DNP

JORGE RAÚL BUSTAMANTE ROLDÁN
Director General
Departamento Nacional de Estadísticas - DANE

JUAN PABLO RUIZ SOTO
Delegado
Presidencia de la República

RAMÓN LEAL LEAL
Director Ejecutivo
Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible - ASOCARS

PAULA MARCELA ARIAS PULGARÍN
Directora General
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias

CLEMENTINA DEL PILAR GONZÁLEZ PULIDO
Secretaria Técnica del Consejo

DIRECTIVAS

NELSON ÓMAR VARGAS MARTÍNEZ

Subdirector de Hidrología

JOSÉ ALAÍN HOYOS HERNÁNDEZ

Subdirector de Estudios Ambientales

MARÍA SARALUX VALBUENA LÓPEZ

Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

MARÍA TERESA MARTÍNEZ GÓMEZ

Subdirectora de Meteorología

CHRISTIAN FELIPE EUSCATEGUI COLLAZOS

Jefe Oficina Pronósticos y Alertas

FAVIANA ESTHER FAJARDO FERREIRA

Jefe(E) Oficina Asesora de Planeación

JUAN JOSÉ POSADA URIBE

Coordinador Grupo de Comunicaciones

LEONARDO CÁRDENAS CHITIVA

Jefe Oficina de Informática

ADRIANA PORTILLO TRUJILLO

Jefe Oficina Asesora Jurídica

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO

Jefe Oficina Control Interno

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS

Directora General

ROSARIO PIÑERES VERGARA

Subdirectora Administrativa y Financiera

CATALINA CHICA VARGAS

Oficina Asesora de Planeación

WILLIAM CASTRO PULIDO

Subdirección Científica y Tecnológica

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" - IAvH

BRIGITTE LG BAPTISTE BALLERA
Directora General

JERÓNIMO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Subdirector Científico

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon Von Neuman - IIAP

WILLIAM KLINGER BRAHAN
Director General

SATÚ DEL PILAR LOZANO MAYA
Secretaría General y Jurídica

JAIRO MIGUEL GUERRA GUTIÉRREZ
Subdirector de Investigaciones

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - Invemar

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA
Director General

JESÚS ANTONO GARAY TINOCO
Subdirector de Coordinación de Investigaciones

SANDRA RINCÓN CABAL
Subdirectora Recursos y Apoyo a la Investigación

AUTORES Y COLABORADORES TOMO 3

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

Lina María Carreño Correa, Max Alberto Toro Bustillo, Estefanía Ardila Robles, Jaime Eduardo Ramírez Henríquez, Gladys Puerto Castro, Martha Cecilia Hoyos Calvate, Luz Consuelo Orjuela, Ana María Hernández Hernández, Luis Elkin Guzmán Ramos y Yamile Andrea Moreno Saboyá.

Colaboradores: Ana María Hernández Hernández, Luis Elkin Guzmán Ramos, Yamile Andrea Moreno Saboya, Ángela Viviana Bohorques Lozano, Fabio Andrés Bernal Quiroga, Alexánder Benavides, Telly de Jesus Month, Gabriel Saldarriaga y Fabián Mauricio Pinzon Rincon.



3

TOMO

CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y DEL AGUA EN COLOMBIA E IMPACTOS SOBRE LA SALUD

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha recibido en los últimos años los resultados de las estimaciones realizadas por expertos del Banco Mundial sobre los principales impactos ambientales que causan daños a la salud de la población. El informe Larsen y subsiguientes informes, como el “Informe sobre prioridades ambientales para la reducción de la pobreza” y el último estudio sobre “Environmental health in Colombia: an economic assessment of health effects”, destacan un impacto significativo de la contaminación del aire y del agua.

La reacción del Gobierno Nacional ante este hecho se ha dado en términos de políticas y, en el año 2008 y hasta la actualidad, ha impulsado la creación y el fortalecimiento de la Política Nacional de Salud Ambiental a través del Conpes 3350 “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”.

Según este Conpes, los factores ambientales que producen un deterioro negativo en la salud humana y generan altos costos en la economía del país son la baja calidad de aire, la baja calidad del agua para consumo humano y el inadecuado manejo de las sustancias químicas, y sus impactos en las poblaciones vulnerables (niños, mujeres embarazadas, adultos mayores y población en extrema pobreza). Para desarrollar los lineamientos de la gestión integral de la salud ambiental¹ a partir de la prevención, manejo y control de los factores ambientales que influyen en la salud humana, se creó la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud (Conasa) y esta conformó tres mesas de trabajo: calidad del agua (comisión nacional asesora en agua, saneamiento e higiene); calidad del aire (Conaire) y seguridad química (comisión intersectorial para la gestión integrada de sustancias químicas).

Los dos capítulos que conforman el tomo 3 del informe mostrarán las condiciones de contaminación ambiental en los principales centros urbanos, las evidencias más significativas de contaminación del aire, agua y la generación de residuos peligrosos y no peligrosos. Por último, se presentan dos apéndices con los resultados del seguimiento a la radiación solar y un avance sobre la incorporación de variables meteorológicas en el estudio de la calidad del aire.

¹ La Salud Ambiental se define como “el área de las ciencias que trata la interacción y los efectos que, para la salud humana, representa el medio en el que habitan las personas” y esta posee un carácter dinámico, interdisciplinario, multicausal y pluriconceptual en una relación dialéctica



TABLA DE CONTENIDO

8. CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y RESIDUOS. AFECTACIÓN A LOS MEDIOS DE VIDA COMUNES	15
8.1 LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN COLOMBIA Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.....	16
8.1.1 Estado de la vigilancia de la calidad del aire en el país. Excedencias de acuerdo al SVCA entre 2007 y 2010	16
8.1.2 Impactos sociales y económicos de los actuales niveles de contaminación del aire sobre la salud.	18
8.1.3 Estudio de caso: El impacto en la salud por la contaminación atmosférica en ambientes interiores en Colombia.....	19
8.1.4 Ruido.....	27
8.2 RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	30
8.2.1 Generación de residuos sólidos ordinarios.....	33
8.2.2 Disposición final regulada.....	36
8.2.3 Reducción, reutilización y reciclaje en Colombia (Plásticos, papel, vidrio y chatarra).....	39
8.2.4 Programas orientados por el Estado en reducción, reutilización y reciclaje.....	42
8.3 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS EN COLOMBIA PARA LOS AÑOS 2010 Y 2011....	46
8.3.1 Reporte de generación de residuos o desechos peligrosos en Colombia, según el RESPEL.....	48
8.3.2 Manejo de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.....	51
8.4 BIBLIOGRAFÍA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y RESIDUOS	60
9. CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y VULNERABILIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	67
9.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL EN COLOMBIA. ESTADO DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL EN COLOMBIA	68
9.1.1 Contaminación por metales pesados en la Cuenca Magdalena – Cauca.....	69
9.1.2 Evidencias de contaminación por mercurio en la Cuenca Magdalena – Cauca.....	74
9.1.3 Contaminación del agua por carga orgánica, nutrientes y sólidos	76
9.1.4 Aportes de cargas contaminantes al agua superficial en Colombia.....	81
9.2 CONSUMO HUMANO, COBERTURA Y CALIDAD DE AGUA.....	82
9.2.1 Cobertura de abastecimiento de agua en Colombia.....	83
9.2.2 La calidad del agua para consumo humano.....	85
9.2.3 El impacto social y económico de la baja calidad del agua.....	86
9.3 VULNERABILIDAD HÍDRICA POR DESABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	88
9.4 BIBLIOGRAFÍA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y VULNERABILIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	90
APÉNDICE: PRIMERA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES QUE CONFORMAN LOS SVCA EN CIUDADES COLOMBIANAS.....	93

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 8-1.	PORCENTAJE DEL NÚMERO DE EXCEDENCIAS ANUALES DE DATOS DIARIOS DE PM10 SOBRE EL TOTAL DE DATOS DISPONIBLES.....	17
FIGURA 8-2.	PORCENTAJE DEL NÚMERO DE EXCEDENCIAS ANUALES DE DATOS HORARIOS DE OZONO SOBRE EL TOTAL DE DATOS DISPONIBLES.....	17
FIGURA 8-3.	POBLACIÓN EXPUESTA EN LAS ÁREAS CON MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN COLOMBIA EN 2009 (EN MILLONES DE PERSONAS).....	19
FIGURA 8-4.	TIPOLOGÍA DE COMBUSTIBLES PARA COCINAR EN LA ZONA RURAL DE COLOMBIA 2005-2010	20
FIGURA 8-5.	TIPOLOGÍA DE COMBUSTIBLES PARA COCINAR A NIVEL NACIONAL 2005-2010.....	20
FIGURA 8-6.	PROMEDIO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN BOGOTÁ, MEDELLÍN, ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ Y CALI (DIFERENTES PERIODOS).	30
FIGURA 8-7.	HISTÓRICO CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS DIARIAMENTE EN EL PAÍS (2005-2010).	33
FIGURA 8-8.	COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA.....	34
FIGURA 8-9.	EVOLUCIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS.....	37
FIGURA 8-10.	EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	37
FIGURA 8-11.	DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL AÑO 2011	38
FIGURA 8-12.	GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PERIODO 2009 A 2011	48
FIGURA 8-13.	CORRIENTES DE RESIDUOS MÁS GENERADAS EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON LA GENERACIÓN DE 2009.....	49
FIGURA 8-14.	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS QUE MÁS APORTARON A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON LA GENERACIÓN DE 2009	50
FIGURA 8-15.	JURISDICCIONES DE AUTORIDADES AMBIENTALES CON MAYOR GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON LA GENERACIÓN DE 2009.....	51
FIGURA 8-16.	MANEJO DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS EN LOS AÑOS 2009 A 2011	53
FIGURA 8-17.	PRINCIPALES CORRIENTES DE RESIDUOS MANEJADAS MEDIANTE APROVECHAMIENTO Y/O VALORIZACIÓN EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON EL AÑO 2009.....	54
FIGURA 8-18.	PRINCIPALES CORRIENTES DE RESIDUOS MANEJADAS MEDIANTE TRATAMIENTO EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON EL AÑO 2009.....	55
FIGURA 8-19.	PRINCIPALES CORRIENTES DE RESIDUOS LLEVADAS A DISPOSICIÓN FINAL EN LOS AÑOS 2010 Y 2011, COMPARADAS CON EL AÑO 2009.....	57
FIGURA 9-1.	CARGA PROMEDIO MULTIANUAL 2006-2011 DE METALES PESADOS EN ESTACIONES DEL RÍO MAGDALENA.	70
FIGURA 9-2.	CARGA 2011 DE METALES PESADOS EN TRIBUTARIOS LAS DESEMBOCADURAS (BOCA) DE TRIBUTARIOS DEL RÍO MAGDALENA.....	71
FIGURA 9-3.	CARGA PROMEDIO MULTIANUAL 2006 - 2011 DE METALES PESADOS EN ESTACIONES DEL RÍO CAUCA ..	72
FIGURA 9-4.	CARGA 2011 DE METALES PESADOS EN LAS DESEMBOCADURAS DE TRIBUTARIOS DEL RÍO CAUCA	73

FIGURA 9-5.	CARGA PROMEDIO MULTIANUAL 2006-2011 DE METALES PESADOS EN ESTACIONES DEL RÍO BOGOTÁ ..	73
FIGURA 9-6.	SITIOS QUE HAN PRESENTADO VALORES PROMEDIO DE ALARMA DE MERCURIO EN AGUA Y EN SEDIMENTOS EN ALGUNO DE LOS MONITOREOS REALIZADOS EN EL PERIODO 2007-2011	75
FIGURA 9-7.	VARIACIÓN PROMEDIO MULTIANUAL 2006 - 2011 DE CARGA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y SÓLIDOS EN ESTACIONES DEL RÍO MAGDALENA	76
FIGURA 9-8.	VARIACIÓN 2011 DE CARGA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y SÓLIDOS EN LAS DESEMBOCADURAS (BOCA) DE TRIBUTARIOS DEL RÍO MAGDALENA	77
FIGURA 9-9.	VARIACIÓN 2011 DE CARGA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y SÓLIDOS EN ESTACIONES DEL RÍO CAUCA	79
FIGURA 9-10.	VARIACIÓN 2011 DE CARGA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y SÓLIDOS EN LAS DESEMBOCADURAS DE TRIBUTARIOS DEL RÍO CAUCA	79
FIGURA 9-11.	VARIACIÓN PROMEDIO MULTIANUAL 2006-2011 DE CARGA ORGÁNICA, NUTRIENTES Y SÓLIDOS EN ESTACIONES DEL RÍO BOGOTÁ	80
FIGURA 9-12.	CARGA ESTIMADA EN 2011 DE MATERIA ORGÁNICA, SÓLIDOS Y MACRONUTRIENTES PRODUCIDA POR LOS SECTORES DOMÉSTICOS E INDUSTRIAL A NIVEL DEPARTAMENTO Y DISTRITO CAPITAL CON POTENCIAL DE ALTERAR LOS SISTEMAS HÍDRICOS SUPERFICIALES	81
FIGURA 9-13.	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN ASOCIADA A LAS CABECERAS MUNICIPALES POR DEPARTAMENTO Y DISTRITO CAPITAL 2011	82
FIGURA 9-14.	ACCESO DE AGUA POTABLE EN COLOMBIA EN COMPARACIÓN CON PAÍSES DE REFERENCIA.	84
FIGURA 9-15.	PORCENTAJE DE HOGARES CON ACCESO A ACUEDUCTO. TOTAL NACIONAL, CABECERA Y RESTO	84
FIGURA 9-16.	PORCENTAJE DE HOGARES CON ACCESO ALCANTARILLADO. TOTAL NACIONAL, CABECERA Y RESTO	85
FIGURA 9-17.	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO (IVH) EN UNIDADES HÍDRICAS FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE CABECERAS MUNICIPALES	89

TABLAS

TABLA 8-1:	FUENTES Y TIPOS DE RUIDO	28
TABLA 8 -2:	PRODUCCIÓN PER-CÁPITA (PPC) DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA ALGUNOS MUNICIPIOS DE COLOMBIA	35
TABLA 8-3:	PRODUCCIÓN PER-CÁPITA POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO	36
TABLA 8-4:	TIPO DE SISTEMA DE DISPOSICIÓN POR CIUDADES CAPITALES	38
TABLA 8-5:	PRODUCCIÓN DE RESIDUOS, CANTIDADES RECUPERADAS POR RECICLADORES Y EMPRESAS	40
TABLA 8-6:	PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN DIFERENTES REGIONES DEL PAÍS	45
TABLA 8-7:	TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN POR PERIODO DE BALANCE	46

8. Contaminación del aire y residuos. Afectación a los medios de vida comunes



Foto de: Carlos Pardo.

Fuente: <http://thecityfix.com/blog/bus-strikes-paralyze-bogota-%E2%80%93-93-and-show-transit%E2%80%93-99s-importance/>

Los centros urbanos, considerados desde la perspectiva del flujo de materiales y energía registran entradas y salidas de elementos bióticos y abióticos, productivos, culturales, de información y de energía. En los flujos de entrada a los centros urbanos, tales como materiales para la construcción, alimentos, agua, fibras y minerales se pueden presentar situaciones críticas de desabastecimiento y/o escasez. En los flujos de salida de tales centros están los productos y servicios; y en segundo lugar la contaminación del aire, agua y los desechos sólidos principalmente, como efectos secundarios e indeseables. Tales efectos además de afectar la calidad de los recursos naturales, degradan los ecosistemas que los soportan al mismo tiempo que reducen las condiciones ambientales óptimas para la habitabilidad y el desarrollo social y económico.

Mapa de Indicadores de Impacto sobre la Salud Pública, relacionada con el Ambiente

Problemática	Denominación	Descripción
Calidad del aire	Indicadores calidad del aire	Número de excedencias
Pérdida de la salud	Población expuesta	Número de personas expuestas
	Años de vida perdidos	AVAD.
Ambiente urbano	Amenidades ambientales de los asentamientos urbanos	I) Espacio público: m ² / habitante; II) Arborización y zonas verdes: número de árboles y arbustos sembrados/años-periodo; número de árboles/habitante; número de árboles/hectárea; zonas verdes m ² / habitante; III). Ruido: decibeles (dB)/año.
Basuras y desechos	Residuos no peligrosos	I) Generación: toneladas/año generadas, producción per cápita/municipio; producción per cápita/estrato socioeconómico, tonelada/día dispuesta, composición porcentual de los residuos sólidos; II) Disposición final: % disposición adecuada o no/años; número de sistemas/años, tipos de sistema de disposición/departamento-municipios; III) Reducción, reutilización y reciclaje: número de proyectos/ número municipios atendidos.
	Residuos peligrosos: toneladas/corriente	I) Número de registros de generadores de residuos peligrosos/año; II) Generación: toneladas/año, toneladas/departamentos, toneladas/corriente, toneladas/actividad productiva, III) Aprovechamiento: toneladas por tipo de gestión/año. Toneladas aprovechadas/ corriente; IV) Disposición final: toneladas/año.

8.1 La contaminación del aire en Colombia y sus efectos en la salud

Por efecto del consumo de energía de los combustibles derivados del carbón principalmente, se presentan emisiones de dióxido de carbono y también evaporación de orgánicos como los contenidos en las pinturas y otras sustancias, la atmósfera se carga de tales sustancias en concentraciones que son mayores en las áreas urbanas.

La condición del aire para respirar deja de ser óptima y los efectos los sufre principalmente la población en forma de enfermedades respiratorias que en muchos casos se traducen en discapacidad por enfermedad y en algunos otros en muertes prematuras. La magnitud del fenómeno se traduce finalmente en costos económicos que se podrían evitar con base en la aplicación de medidas gestionadas desde diferentes sectores: control de las emisiones, desarrollo de espacios públicos y arborización y desarrollo de sistemas de información y alerta entre otras.

8.1.1 Estado de la vigilancia de la calidad del aire en el país. Excedencias de acuerdo al SVCA² entre 2007 y 2010

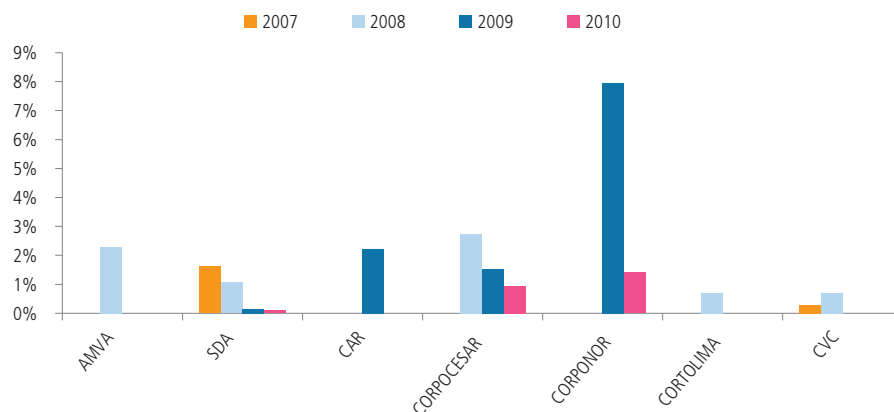
(Colaboradores: Ana María Hernández Hernández; Luis Elkin Guzmán; Yamile Andrea Moreno Saboya, Ángela Viviana Bohorquez Lozano y Fabián Mauricio Pinzón Rincón, Grupo SISAIRE, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

Entre los años 2007 y 2010 los SVCA que excedieron lo establecido por la norma vigente³ para cada año del periodo analizado para datos diarios de PM10 (Figura 8-1) fueron en su orden Corponor, Corpocesar y SDA. Por el contrario los SVCA de AMVA, CAR, Cortolima y CVC presentaron muy pocos datos que sobrepasen el límite permisible en algunos años del periodo analizado.

² El Sistema de vigilancia de Calidad del Aire en Colombia está constituido por 170 estaciones de monitoreo, de las cuales 137 se encuentran en el área de jurisdicción de 19 autoridades ambientales y otras por organizaciones privadas. Los SVCS se encuentran en Antioquia, Cundinamarca, Risaralda, Santander, Magdalena, Boyacá, Caldas, Cesar, Guajira, Nariño, Norte de Santander, Tolima, Quindío y Valle del Cauca y en ciudades como Medellín, Bucaramanga, Cali y Bogotá.

³ La norma que aplica en este periodo son las Resoluciones números 601 de 2006 y 610 de 2010.

Figura 8-1. Porcentaje del número de excedencias anuales de datos diarios de PM10 sobre el total de datos disponibles



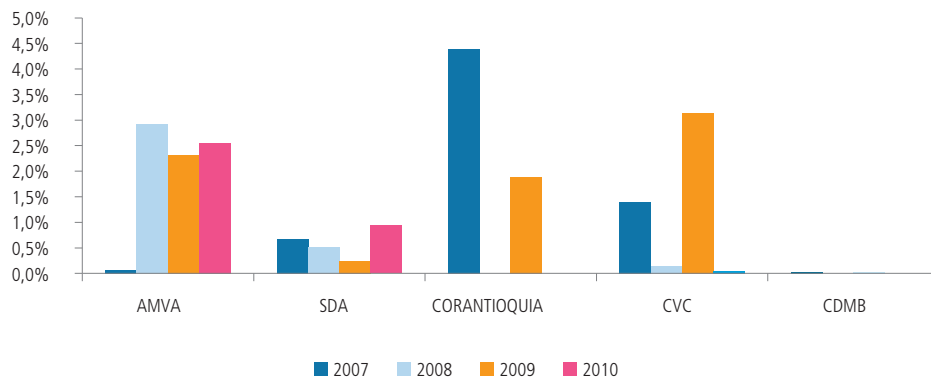
Fuente: IDEAM, Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007-2010 Bogotá, D.C., 2012.

En algunos casos el número de excedencias disminuyó a través de los años, en otros casos no se reportaron, este hecho se puede atribuir a las medidas tomadas para la reducción o control de las emisiones contaminantes realizadas por las autoridades ambientales.

Los SVCA de Carder, Corpoboyacá, Corpocaldas, Corpogujira, Corpamag y CDMB no presentaron excedencias a la norma diaria de PM10 durante el periodo de análisis.

Por otro lado, en la Figura 8-2 se presenta el porcentaje de excedencias de los datos horarios de ozono respecto a la totalidad de datos generados durante el periodo 2007-2010 en los SVCA que monitorearon este contaminante. Los porcentajes más altos se presentaron en los SVCA de Corantioquia (2007 y 2009), CVC (2007 y 2009) y AMVA (2008, 2009 y 2010), por el contrario en la SDA y en la CDMB se presentaron los menores porcentajes.

Figura 8-2. Porcentaje del número de excedencias anuales de datos horarios de Ozono sobre el total de datos disponibles



Fuente: IDEAM, Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007-2010 Bogotá, D.C., 2012.

Existen otros contaminantes que contribuyen de la misma forma a la contaminación atmosférica en Colombia⁴. Tales contaminantes y un panorama completo de las concentraciones y su comportamiento se puede observar en el capítulo 4 del informe más reciente sobre calidad del aire en Colombia producido por el IDEAM (IDEAM, 2012).

8.1.2 Impactos sociales y económicos de los actuales niveles de contaminación del aire sobre la salud

Las evidencias sobre contaminación del aire en los principales centros urbanos del país que se revisaron brevemente en la sección anterior se traducen finalmente en una reducción de la calidad del aire. Los sistemas de vigilancia del recurso son una primera medida para conocer el comportamiento de esta problemática principalmente urbana: los niveles de concentración y su distribución.

“En Colombia la deficiente calidad del aire constituye un grave problema, especialmente para las tres cuartas partes de colombianos que viven en las zonas urbanas. La contaminación del aire es una de las causas más probables del crecimiento de las enfermedades respiratorias y la mortalidad prematura, los daños a edificios y cultivos, y el deterioro de la visibilidad.” (Sánchez E. , 2006).

Desde el punto de vista del Banco Mundial, en el año 2010 el costo anual de la contaminación urbana es cercano al 1,1% del PIB y ha sido causa de cerca de 5.000 muertes y de 4.700 casos de bronquitis crónica, sin considerar el total de los centros urbanos donde la exposición de la población es desconocida y difícil de estimar (Banco Mundial, 2012). En este sentido, Colombia necesita con urgencia intensificar sus esfuerzos en el desarrollo del monitoreo que permita conocer la totalidad de fenómeno en los diferentes tipos de centros urbanos del país.

Colombia: Población expuesta a la contaminación atmosférica.

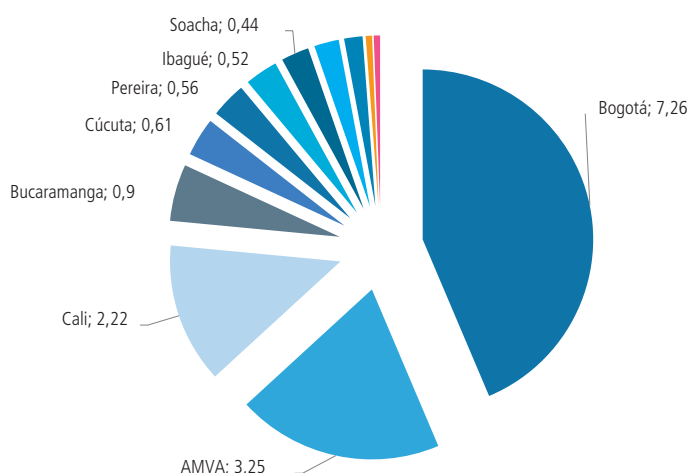
La contaminación atmosférica es un fenómeno que se asocia principalmente a las actividades en los centros urbanos y/o de transformación de importancia. La población que habita o labora en tales centros urbanos en Colombia se expone a la contaminación de manera diferenciada de acuerdo con factores de distribución de la misma, que en Colombia son conocidos parcialmente. Las dificultades para establecer las rutinas y la permanencia de los diferentes grupos poblacionales en las diversas áreas urbanas, los usos del suelo y las características micrometeorológicas limitan la modelación de la exposición de forma heterogénea (ver apéndice: “Primera Aproximación al Estudio de la Densidad Poblacional del Área de Influencia de las Estaciones que Conforman los SVCA en algunas ciudades del país”).

En principio, se puede establecer que la población expuesta en Colombia es la que habita o realiza actividades en los centros urbanos de mayor tamaño del país. En este sentido, según el DANE citado por el Banco Mundial, cerca de un 59% de la población vive en centros urbanos de un tamaño superior a 100 mil habitantes (2009).

La distribución de la población que habita las áreas urbanas base del estudio del Banco Mundial es de 16,6 millones de personas, se puede apreciar en la Figura 8-3. Se excluyen de este estudio cerca de 9 millones de personas que habitan otros centros urbanos donde no hay monitoreo de la calidad del aire.

⁴ La relación entre el material particulado y los impactos en la salud (discapacidad y mortalidad) se ha demostrado a nivel global. El PM_{10} en gran medida, y el $PM_{2,5}$ en menor medida, ha sido monitoreado por los diferentes sistemas de vigilancia de calidad del aire, que se encuentran presentes en un número mayor de ciudades del país. De la misma forma, los estudios epidemiológicos más avanzados se han asociado al PM_{10} .

Figura 8-3. Población expuesta en las áreas con monitoreo de calidad del aire en Colombia en el 2009
(en millones de personas)



El número de muertes y los casos de bronquitis asociados a la exposición a PM10 son estimaciones que se obtuvieron mediante la aplicación de un estudio de dosis–respuesta, basados en los datos reales sobre la distribución de la población colombiana referidos en los párrafos anteriores.

Vale la pena resaltar que los datos finales, establecidos en términos de número de muertes y enfermos, y su equivalente en términos económicos, constituyen un resultado validado ya por dos procesos de investigación independientes patrocinados por el Banco Mundial: el denominado Informe Larsen cuyos resultados fueron publicados en el año 2002 y el Estudio 2 publicado en el 2012 sobre salud ambiental en Colombia.

En los dos estudios se abordan las temáticas de forma similar y sus resultados son susceptibles a algún grado de comparación, atendiendo a las correspondientes limitaciones de información y conocimiento en el año 2002 y los avances logrados en el año 2011 cuando se elaboró el segundo estudio.

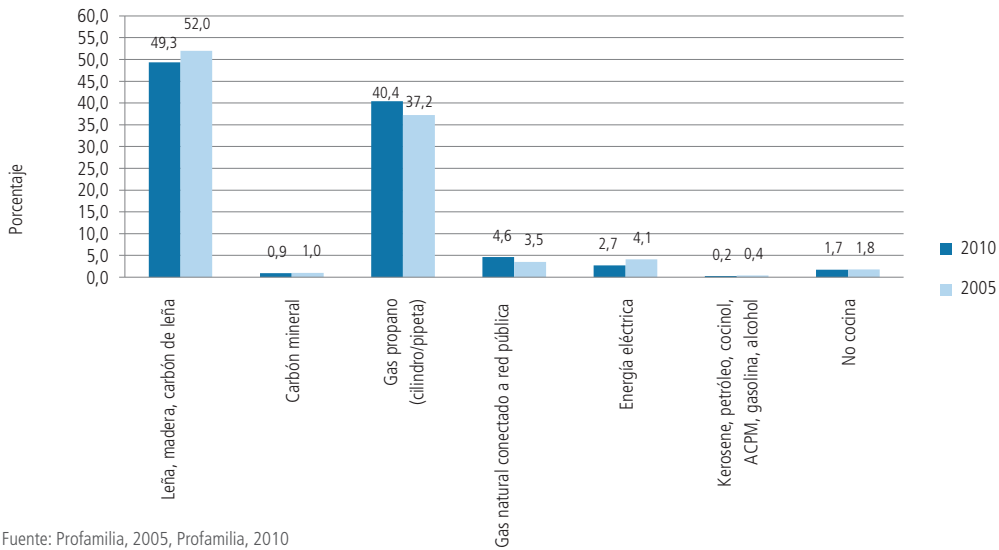
8.1.3 Estudio de caso: el impacto en la salud por la contaminación atmosférica en ambientes interiores en Colombia

(Autores: Lina María Carreño Correa, Estefanía Ardila Robles, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

Entre los años 2000 y 2005 se percibe en Colombia un mejoramiento de la salud de la población más vulnerable en Colombia. Mujeres, niños y adultos mayores pierden menos años de vida por discapacidad debido al mejoramiento de la calidad del aire intramural.

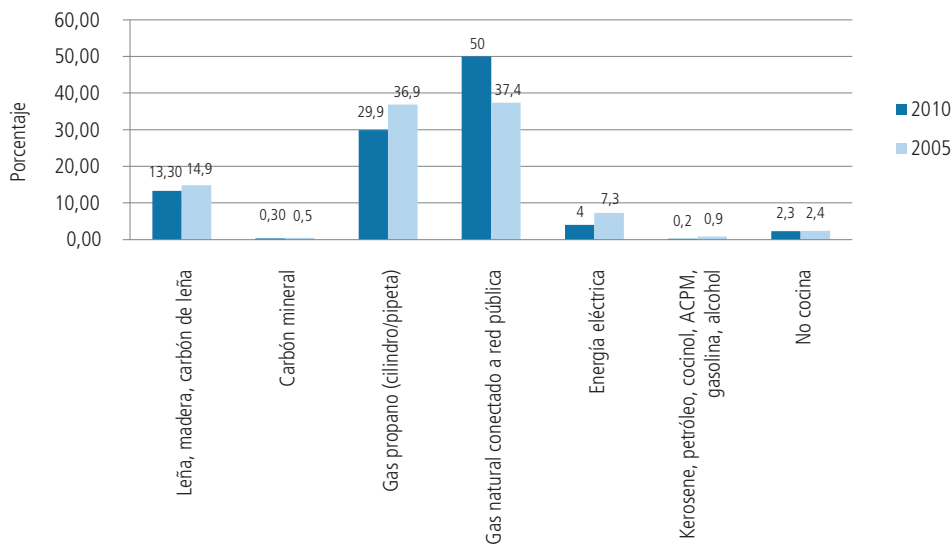
Según las Encuestas de Demografía y Salud 2005 y 2010, la reducción en el uso de combustibles sólidos en la zonas rurales en el país, especialmente leña, madera y carbón de leña, en un periodo de tiempo de 5 años (2005-2010) ha sido de 2,7% que se puede atribuir al incremento al uso de gas propano (3,2%) o de gas natural (1,1%). Así mismo, en Colombia se ha reducido el uso de carbón mineral (0,1%), kerosene, petróleo, cocinol entre otros (0,2%) y energía eléctrica (1,4%), que puede ser atribuible a la conversión en la fuente de combustible para cocinar.

Figura 8-4. Tipología de combustibles para cocinar en la zona rural de Colombia 2005-2010



La tendencia en la reducción de los usos combustibles sólidos, líquidos, gaseosos para cocinar no solamente se observa en las zonas rurales, sino que también se presenta en el total nacional con una reducción total del 12,1% para el periodo 2005-2010 (Figura 8-5). Para la categoría de combustibles sólidos, la reducción del uso de leña, madera, carbón de madera fue del 1,6%; para el carbón mineral fue de 0,2%; en combustibles líquidos (kerosene, petróleo, cocinol, ACPM, gasolina, alcohol) fue de 0,7%. Además, existieron reducciones en la utilización de la energía eléctrica del 3,3% y de gas propano 7% como combustibles para cocinar. Dichas reducciones pueden ser causadas por el cambio a gas natural para cocinar, cuya utilización aumentó en un 12,6%.

Figura 8-5. Tipología de combustibles para cocinar a nivel nacional 2005-2010



Es necesario tener en cuenta que la relación entre la calidad del aire y la salud humana es sin duda compleja: la salud respiratoria no está determinada de manera exclusiva por la emisión de contaminantes a la atmósfera y la exposición de una población determinada, sino que en ella median diversos aspectos del ambiente físico y social tales como el clima, la geografía, la desnutrición, la desinformación y la pobreza (Organización Mundial de la Salud, 2006). La Infección Respiratorio Aguda (IRA) y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) son los problemas respiratorios más comunes en Colombia y son los que eventualmente tendrían una relación con las condiciones de la calidad del aire y del entorno.

El impacto en la salud de este mejoramiento se puede cuantificar utilizando las metodologías dadas por el esquema de dosis–respuesta. En términos generales, la estimación de los impactos de la contaminación sobre la salud consta de dos pasos principales. El primero consiste en obtener una línea base de información sobre el número de personas expuestas, el número total de casos de mortalidad y morbilidad asociados con las enfermedades de interés y el riesgo de que una persona se vea afectada por dichas enfermedades bajo condiciones de exposición. El segundo paso consiste en, a partir de la información recolectada y generada en la primera etapa, calcular cuántos de los casos totales de mortalidad y morbilidad pueden ser atribuidos a la exposición de un contaminante determinado.

Estimación de los AVAD por enfermedades respiratorias en interiores

Los AVAD⁵ son una medida estandarizada de la carga de la morbilidad, es decir, de la brecha entre las condiciones de salud reales de una población y una situación ideal en la cual dicha población vive hasta una edad avanzada, libre de enfermedades y de discapacidades (World Health Organization , 2012).

De manera simplificada, los AVAD se calculan como la suma de los años de vida potencial perdidos a causa de mortalidad prematura y los años de vida productiva perdidos debido a una discapacidad. Por consiguiente, los AVAD constituyen el único indicador cuantitativo de salud pública que refleja tanto las pérdidas en la calidad de vida como los años de vida perdidos en una población (World Health Organization, 2002). Si bien un AVAD puede interpretarse como un año perdido de vida saludable, en realidad puede representar varios años de vida bajo una condición de salud debilitante.

De acuerdo con Larsen (2004), entre 27 y 52 mil AVAD se perdían en Colombia cada año debido, tanto a la disminución de la calidad de la salud, como a la muerte prematura generadas por la exposición a contaminación atmosférica intramuros. En otras palabras, agregando los impactos de cada episodio de enfermedad respiratoria sobre el total de la población expuesta, entre 27 y 52 mil años de vida saludable se perdían anualmente en el país por esta causa. Larsen (2004) también estimó que

⁵ Los AVAD para una enfermedad o condición se calculan como la suma de los Años de Vida Perdidos (AVP) debido a mortalidad prematura en la población y los Años Perdidos por Discapacidad (APD) para casos de incidencia de la condición. $AVAD = AVP + APD$. Los AVP corresponden básicamente al número de muertes multiplicado por la expectativa de vida estándar a la edad a la cual la muerte ocurre. La fórmula básica para AVP es la siguiente para una causa determinada, edad y sexo: $AVP = N * V$

En donde N es igual al número de muertes y V a la expectativa de vida estándar, en años, a la edad a la de ocurrencia de la muerte. Para estimar los APD para una causa particular en un periodo de tiempo determinado, el número de casos de incidencia en dicho periodo es multiplicado por la duración promedio de la enfermedad y un factor de ponderación que refleja la severidad de la enfermedad en una escala de 0 (salud perfecta) a 1 (muerte). La fórmula básica para calcular los APD es la siguiente: $APD = I * PD * D$

En donde I equivale al número de incidencias, PD a la ponderación de la discapacidad y D a la duración promedio del caso en años hasta la recuperación o la muerte (World Health Organization, 2012). En su estudio sobre los costos socioeconómicos del daño ambiental en Colombia, Larsen (2004) dimensionó la problemática de la contaminación del aire intramuros estimando el costo promedio anual en el cual el país incurría a causa de los impactos en la salud resultantes de la exposición a contaminantes generados, en su mayoría, por el uso de combustibles sólidos en los hogares. En el año 2012, la División para Latinoamérica y el Caribe del Banco Mundial presentó una actualización de dicho estudio (Banco Mundial, 2012).

entre el 30 y el 33 por ciento del total de los años de vida saludables perdidos anualmente por esta causa correspondía al incremento de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA) en niños menores de 5 años. Igualmente, del 23 al 28 por ciento estaba relacionado con el aumento de casos de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en mujeres adultas. En ese entonces, se calculó que el costo total de estas pérdidas de calidad de vida, productividad y años de vida potenciales ascendía a cerca de 415 billones de pesos cada año.

El estudio actualizado del Banco Mundial (2012), sin embargo, muestra un panorama que difiere sustancialmente de aquel de hace casi una década. Este trabajo estima que la cantidad de AVAD perdidos por el uso de combustibles sólidos en los hogares de Colombia es aproximadamente de 18 mil, por debajo de los resultados obtenidos en el pasado. Debido a que los estudios del Banco Mundial (2012) y Larsen (2004) difieren en algunas fuentes y en la riqueza de los datos utilizados, no es posible realizar una comparación directa entre sus resultados. Es posible afirmar, sin embargo, que las mejoras en la disponibilidad y en la calidad de la información que han ocurrido desde 2004 en el país y la incorporación de elementos que no fueron tenidos en cuenta anteriormente, hacen del estudio actualizado por el Banco Mundial una referencia mucho más robusta.

Como una contribución al conocimiento sobre la impactos en la salud de la contaminación del aire intramuros en Colombia, se presentan a continuación dos recuadros que ilustran de manera general la metodología, algunos de los datos fundamentales y los resultados de los estudios de Larsen (2004) y su actualización (Banco Mundial, 2012).

AVAD perdidos por el uso de combustibles sólidos en el hogar, Larsen 2004⁶

1. Línea Base 2004		
1.1 Población expuesta: las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud proveen información sobre la proporción de hogares colombianos que utilizan madera, carbón de leña y otros materiales (residuos de la agricultura, paja, etc.) como combustible. De esta manera es posible aproximar la población total expuesta a la contaminación derivada de esta actividad.		
Variable	Línea base 2003	Fuente
Porcentaje de hogares que utilizan combustibles de biomasa para el año 2003 (nacional)	60 %	Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) (Profamilia, 2000)
1.2 Odds ratio (OR) para ERA y EPOC: los odds ratio se obtienen a partir de estudios epidemiológicos y son una de las formas de representar numéricamente el riesgo de sufrir de una enfermedad que corren las personas expuestas a la contaminación intramuros en comparación con el riesgo de aquellas que no están expuestas. En el ejercicio de Larsen (2004), dichos valores son necesarios para estimar el número de personas que serían afectadas por enfermedades respiratorias del total de personas expuestas a la contaminación del aire intramural resultante de la combustión de biomasa.		
	Línea base 2003 (OR)	Fuente
Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA)	2-3	(Smith, 2000)
Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)	2-4	
1.3 Estadísticas de salud: para estimar los efectos de la contaminación intramuros sobre la salud a partir de los datos anteriores, se requiere obtener información sobre las tasas de incidencia, prevalencia y mortalidad para ERA y EPOC en los grupos más afectados por la problemática, es decir, los niños menores de 5 años y las mujeres adultas. Estos valores, junto con el indicador del riesgo de sufrir enfermedades respiratorias asociadas con la contaminación del aire intramuros (odds ratio), son aplicados sobre la población expuesta.		
Variable	Línea base	Fuente
Tasa de mortalidad para EPOC en mujeres (% del total de muertes de mujeres)	3,1 %	(World Health Organization, 2001) (Shibuya, Mathers, & Lopez, 2001).
Tasa de incidencia para EPOC en mujeres (por cada 100 mil)	80	
IRA con 2 semanas de prevalencia en niños menores de 5 años	12,6 %	ENDS (Profamilia, 2000)
Casos anuales estimados de IRA por cada niño menor a 5 años	2,2	ENDS (Profamilia, 2000)

⁶ (Larsen Bjorn, 2004)

Casos anuales estimados de IRA por cada mujer adulta (> 15 años)	0,36 - 0,41	Estimado por Larsen (2004) a partir de una combinación de datos del INS y de la ENDS (Profamilia, 2000).
Mortalidad por IRA en niños menores a 5 años (% de la mortalidad en niños)	7,5 %	DANE (2002) citado por Larsen (2004)
Mortalidad por IRA en niños menores a 5 años (casos por año)	1.510 - 1.890	
2. Estimación de impactos sobre la salud		
2.1 Estimación de casos anuales de mortalidad y morbilidad por ERA y EPOC: la información anterior permite estimar, aplicando una relación matemática, los casos nuevos de mortalidad y morbilidad para ERA y EPOC que se presentan cada año en Colombia.		
Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA)	Estimación de casos anuales	Fuente
Niños menores de 5 años – mortalidad incrementada	265-455	(Larsen, 2004)
Niños menores de 5 años – morbilidad incrementada	1.6- 2.8 millones	
Mujeres adultas (≥ 15 años) – morbilidad incrementada	0.9- 1.5 millones	
Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)		
Mujeres Adultas – mortalidad incrementada	455-1.040	
Mujeres Adultas – morbilidad incrementada	2.800-6.400	
2.2 Estimación de AVAD perdidos por contaminación intramuros: obtenido el número de nuevos casos anuales de morbilidad y mortalidad es posible realizar una estimación de los AVAD perdidos por contaminación intramuros en Colombia, haciendo uso de los valores de AVAD estándar sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por cada 100 mil casos de ERA y EPOC.		
Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA)	AVAD perdidos por contaminación intramural	% de AVAD totales
Niños menores de 5 años – mortalidad incrementada	9.000 – 15.600	30-33
Niños menores de 5 años – morbilidad incrementada	2.700 – 4.600	9-10
Mujeres adultas (≥ 15 años) – morbilidad incrementada	6.300 – 10.900	21-23
Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)		
Mujeres Adultas – mortalidad incrementada	2.700 – 6.200	10-12
Mujeres Adultas – morbilidad incrementada	6.300 – 14.400	23-28
TOTAL AVAD – mortalidad y morbilidad	27.000-51.700	

Fuente: (Larsen, 2004)

AVAD perdidos por el uso de combustibles sólidos en el hogar. Banco Mundial 2012

1. Línea Base 2010		
1.1 Población expuesta: de acuerdo con la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) del año 2010, el consumo de combustibles sólidos derivados de biomasa en los hogares colombianos disminuyó cerca de un 10 por ciento entre el 2005 y el 2010. Lo que esta reducción implica es que actualmente la población expuesta a los contaminantes derivados de esta actividad es significativamente menor a la del año 2000.		
Variable	Línea base 2010	Fuente
Porcentaje de hogares que utilizan combustibles de biomasa para el año 2003 (nacional)	51 %	Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) (Profamilia, 2000).
1.2 Valores de riesgo relativo: mientras que el estudio de Larsen (2004) considera a ERA y EPOC como los únicos impactos de la contaminación del aire intramural sobre la salud, la actualización realizada por el Banco Mundial (2012) incluye otras enfermedades que se sabe con certeza están asociadas con la exposición a subproductos de la combustión de sólidos derivados de la biomasa. Múltiples estudios epidemiológicos y meta-análisis sirvieron como fuente para obtener los valores de riesgo relativo (RR) de cada una de estas enfermedades, los cuales fueron aplicados a los grupos poblacionales más afectados (niños menores de 5 años y mujeres adultas). El riesgo relativo es similar a los Odds Ratio en la medida en que representa comparativamente y a través de un valor numérico el riesgo de sufrir de una enfermedad, y junto con los datos de población expuesta permite calcular el porcentaje de los casos totales de una enfermedad que puede ser atribuida a un factor determinado.		

	Línea base 2010 (RR)	Fuente
Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños menores de 5 años	2	(Ezzati & Kammen, 2002) Pope C. A., y otros, 2002) (Desai, Mehta, & Smith, 2004) (Lawes, Vander Hoorn, Law, Elliott, Mac-Mahon, & Rodgers, 2006) (McCracken, Smith, Díaz, Mittleman, & Schawartz, 2007) (Dherani, Pope, Mascarenhas, Smith, Weber, & Bruce, 2008) (Kurmi, Gaihre, Semple, & Ayres, 2011) (Po, FitzGerald, & Carlsten, 2011)
Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en mujeres mayores de 30 años	2,8	
Bronquitis crónica en mujeres mayores de 30 años	2,4	
Cardiopatía isquémica en mujeres mayores de 30 años	1,19	
Enfermedad cerebrovascular en mujeres mayores de 30 años	1,26	
Enfermedad cardíaca hipertensiva en mujeres mayores de 30 años	1,51	
Otras enfermedades cardiovasculares en mujeres mayores de 30 años	1,12	
Cáncer de pulmón en mujeres mayores de 30 años	1,5	

1.3 Estadísticas de salud: las estimaciones de mortalidad y morbilidad están basadas en datos suministrados por el DANE y la ENDS 2010, y son esenciales para determinar cuál es la proporción de casos, de las enfermedades anteriores, que se puede atribuir a la contaminación causada por el uso de combustibles sólidos derivados de biomasa en el hogar.

Variable	Línea base	Fuente
ERA – Mortalidad anual en niños menores de 5 años, 2009	603	DANE citado por Larsen (2004) (Shibuya, Mathers, & Lopez, 2001) (Caballero, y otros, 2008)
ERA – Morbilidad anual en niños menores de 5 años, 2009	1.83 millones	
ERA - Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	1.15 millones	
EPOC – Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	2.500	
EPOC – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	442	
Cardiopatía isquémica - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	2.320	
Enfermedad cerebrovascular - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	1.427	
Enfermedad cardíaca hipertensiva – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	556	
Otras enfermedades cardiovasculares – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	950	
Cáncer de pulmón – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años, 2009	310	

2. Estimación de impactos sobre la salud

2.1 Estimación de la mortalidad y la morbilidad anual atribuible a la exposición a contaminación del aire intramural: la aparición de enfermedades respiratorias y cardiovasculares está asociada a múltiples causas. Los datos recolectados y generados en las etapas anteriores, permiten estimar cuántos de los casos totales de mortalidad y morbilidad para estas enfermedades se pueden atribuir a la exposición a contaminantes del aire intramuros.

	Casos atribuibles	Fuente
ERA – Mortalidad anual en niños menores de 5 años	201	(Banco Mundial, 2012)
ERA – Morbilidad anual en niños menores de 5 años	608.300	
ERA - Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años	382.698	
EPOC – Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años,	1.184	
EPOC – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	209	
Cardiopatía isquémica - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	201	
Enfermedad cerebrovascular - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	164	

Enfermedad cardíaca hipertensiva – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	113	
Otras enfermedades cardiovasculares – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	54	
Cáncer de pulmón – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	62	
2.2 Estimación de AVAD perdidos por contaminación intramuros		
Causa	AVAD perdidos por el uso de combustibles sólidos en el hogar	
ERA – Mortalidad anual en niños menores de 5 años	6.837	
ERA – Morbilidad anual en niños menores de 5 años	1.004	
ERA - Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años	2.679	
EPOC – Morbilidad anual en mujeres mayores de 30 años	2.664	
EPOC – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	1.255	
Cardiopatía isquémica - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	1.208	
Enfermedad cerebrovascular - Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	985	
Enfermedad cardíaca hipertensiva – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	678	
Otras enfermedades cardiovasculares – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	323	
Cáncer de pulmón – Mortalidad anual en mujeres mayores de 30 años	350	
TOTAL AVAD – mortalidad y morbilidad	17.983	

Recuadro 8-1. La información y la formación de públicos como una acción social de reducción de riesgo

(Autor: Estefanía Ardila Robles, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

La formación de públicos ha sido un componente esencial y costo-eficiente de las acciones de promoción de la salud y de prevención de enfermedades a lo largo de la historia, especialmente en países en vía de desarrollo en donde sus impactos en términos de reducción en la mortalidad y la morbilidad llegan a ser altísimos (Nutbeam, 2000). Asimismo, el internet y tecnologías emergentes están cambiando rápidamente la forma en que el público en general tiene acceso a información para prevenir enfermedades y tratarlas de manera oportuna y apropiada. A pesar de que aún no se han estimado los impactos de la difusión de tecnologías de la información y comunicación sobre la salud pública en Colombia, es cierto que la información diseminada a través de medios masivos de comunicación alcanza a un mayor número de personas que va en aumento. Solamente entre el primer trimestre de 2011 y el cuarto trimestre de 2012, el número total de suscriptores a internet en el país creció en un 19%, de aproximadamente 2.8 a 3.5 millones (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2012).

Específicamente en el ámbito de la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud, existe una oferta creciente de recursos especializados que permiten al público conocer tanto la calidad del aire en su lugar de residencia (proyectos de observatorios ambientales en línea, las páginas web de autoridades ambientales y los sistemas de información ambiental de Colombia), como las posibles consecuencias de la exposición a contaminantes atmosféricos. Las implicaciones de la diseminación y uso de esta información son diversas, pero pueden contribuir con la reducción de los

efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud por dos vías importantes: la primera, fomentando el emprendimiento de acciones particulares y colectivas para demandar la mejora de la calidad del aire local⁷; la segunda, influyendo sobre la toma de decisiones personales para reducir la exposición, como el uso de máscaras, evitar áreas con altos niveles de contaminación atmosférica y la regulación de horarios para salir a ejercitarse.

Promoción de hábitos saludables y reducción de la susceptibilidad a los efectos de la contaminación atmosférica

Aunque es necesario investigar el tema más profundamente, se ha sugerido que la prevención de enfermedades generadas por la exposición a contaminantes atmosféricos reduce la carga de la enfermedad total asociada a este factor (Giles, y otros, 2011). Por ejemplo, aquellos individuos sedentarios y/o con una dieta alta en sales pueden presentar un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y pueden, por lo tanto, ser más susceptibles a los efectos de la contaminación atmosférica. Otros estudios han indicado que la combinación del hábito del tabaquismo y la exposición a material particulado fino (PM10 y PM2.5) genera efectos aditivos sobre la salud, si no sinérgicos (Pope C. A., y otros, 2004). Se podría pensar entonces, que aquellas iniciativas que tienen por objeto promover la adopción de hábitos saludables de nutrición, actividad física y evitar del consumo de tabaco pueden eventualmente reducir la susceptibilidad del individuo a los impactos de la exposición a contaminantes atmosféricos. La tabla presenta a continuación una selección de ejemplos de campañas que al respecto han sido implementadas en el territorio nacional.

Tabla. Ejemplos de campañas y medidas para la adopción de hábitos saludables que pueden reducir el efecto de la contaminación atmosférica sobre la salud en Colombia

Plan/programa/actividad	Características	Entidades participantes
Escuelas Saludables (en curso)	Promoción de la salud en el ámbito escolar desde los ámbitos de la nutrición, la creación de entornos saludables, la divulgación de información y la prevención del consumo de sustancias psicoactivas	Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Educación
Plan Decenal de Salud Pública (en curso)	Consta de múltiples ejes temáticos, incluida la prevención y atención de condiciones crónicas y la promoción de una vida saludable.	Ministerio de Salud y Protección Social
Plan A (en curso)	Promover estilos de vida saludables (actividad física, buenas prácticas de higiene y nutrición) a través de estrategias educativas de diversa índole y accesibles a todo tipo de público.	Ministerio de Salud y Protección Social y Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas
Sin Excusas Vives Más (en curso)	Prevenir enfermedades cardiovasculares a través de buenos hábitos.	Secretaría de Salud de Medellín
Promoción de Estilos de Vida Saludable (en curso)	Promoción de la actividad física, alimentación saludable, espacios libres de humo de cigarrillo, salud mental, y factores protectores de la discapacidad.	Secretaría de Salud de Cali
Tiendas Escolares Saludables (en curso)	Fomento de la alimentación sana en ambientes escolares.	

Fuentes: Ministerio de Salud y Protección Social, 2012; Alcaldía de Medellín & Secretaría de Salud de Medellín, 2012; Alcaldía de Santiago de Cali, 2011; Alcaldía de Santiago de Cali, 2012.

⁷ El uso de tapabocas de alta eficiencia para reducir la exposición a contaminantes atmosféricos puede, por ejemplo, reducir los síntomas y mejorar diversas medidas de salud cardiovascular en pacientes con enfermedad cardíaca coronaria (Langrish, y otros, 2012).

Es de vital importancia resaltar que medidas como las anteriormente referenciadas no garantizan la disminución de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana por sí solas, y que los mecanismos a través de los cuales pueden contribuir con este fin dependen también de otras condiciones; por ejemplo, si bien la actividad física ayuda a prevenir enfermedades respiratorias y cardiovasculares que pueden ser afectadas por la calidad del aire, ejercitarse en ambientes con altos niveles de contaminación atmosférica aumenta la inhalación y puede, por lo tanto, exacerbar sus efectos deletéreos sobre la salud (Panis, y otros, 2010).

Reducción de la exposición en ambientes laborales

En la medida en que el conocimiento sobre los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud se ha ido incrementando, más y mejores esfuerzos se han realizado con el fin de minimizar la exposición de la población, especialmente en los ambientes laborales en donde la implementación y el seguimiento de medidas preventivas presenta menores retos que en ambientes urbanos y es, de hecho, de obligatorio cumplimiento.

Si bien es cierto que desde finales de la década de los 70, Colombia cuenta con un marco legal para la salud ocupacional (Ley 9 de 1979) y que a partir de ese momento las políticas e instrumentos legales han venido evolucionando en este ámbito, la implementación masiva de estándares internacionales de seguridad y salud ocupacional se ha producido durante la última década con el auge de los sistemas voluntarios de gestión. Contabilizando únicamente las otorgadas por el Icontec, en Colombia existen alrededor de 430 organizaciones acreditadas en la norma técnica NTC OHSAS 18001:2007 para Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (The International Certification Network, s. f.).

8.1.4 Ruido

La contaminación por ruido⁸ es una de las formas de contaminación más antiguas, pero ha recibido poca atención debido a:

- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta un entorno limitado a las proximidades de las fuentes sonoras.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen sino hasta pasado largos periodos de tiempo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- A diferencia de otros contaminantes, es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso (IDEAM, 2006).

⁸ Ruido: "se entiende como cualquier sonido no deseado o potencialmente dañino, que es generado por las actividades humanas y que deteriora la calidad de vida de las personas" Murphy (2009) en Pacheco, Franco, & Behrentz, 2009.

Sonido: "sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de comprensión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no". Anexo I Resolución 627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

La unidad de medida del sonido y el ruido es el decibel (dB) que es la "décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$. Donde R= razón de energía, potencia o intensidad" Anexo I Resolución 627 de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

Las fuentes del ruido son naturales y antropogénicas y, según sus características, este puede clasificarse en acústico, de baja de frecuencia, de fondo, específico, impulsivo, residual y tonal como se muestra en la Tabla 8-1.

Tabla 8-1. Fuentes y tipos de ruido

Fuente	Tipos
<p>Natural:</p> <p>Viento, sonido del mar, murmullo del agua, cascadas, entre otras.</p>	<p>Ruido acústico: es todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad.</p>
	<p>Ruido de baja frecuencia: es aquel que posee una energía acústica significativa en el intervalo de frecuencias de 8 a 100 Hz. Este tipo de ruido es típico en grandes motores diésel de trenes, barcos y plantas de energía y, puesto que este ruido es difícil de amortiguar, se extiende fácilmente en todas direcciones y puede ser oído a muchos kilómetros.</p>
<p>Antropogénica:</p> <p>Tráfico vehicular: pitos, alarmas, sirenas. Transporte: aviones, trenes, barcos. Industria, actividades domésticas, discotecas, bares, espectáculos públicos y locales de esparcimiento, actividades militares</p>	<p>Ruido de fondo: Ruido total de todas las fuentes de interferencia en un sistema utilizado para producción, medida o registro de una señal, independiente de la presencia de la señal, incluye ruido eléctrico de los equipos de medida. El ruido de fondo se utiliza algunas veces para expresar el nivel medido cuando la fuente específica no es audible y, a veces, es el valor de un determinado parámetro de ruido, tal como el L90 (nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición).</p>
	<p>Ruido específico: es el ruido procedente de cualquier fuente sometida a investigación. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias.</p>
	<p>Ruido impulsivo: es aquel en el que se presentan variaciones rápidas de un nivel de presión sonora en intervalos de tiempo mínimos, es breve y abrupto; por ejemplo, troqueladoras, pistolas, entre otras.</p>
	<p>Ruido residual: ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico. No debe confundirse con el ruido de fondo.</p>
<p>Ruido tonal: es aquel que manifiesta la presencia de componentes tonales, es decir, que mediante un análisis espectral da la señal en 1/3 (un tercio) de octava, si al menos uno de los tonos es mayor en 5 dBA que los adyacentes, o es claramente audible, la fuente emisora tiene características tonales. Frecuentemente las máquinas con partes rotativas, tales como motores, cajas de cambios, ventiladores y bombas, crean tonos. Los desequilibrios o impactos repetidos causan vibraciones que, transmitidas a través de las superficies al aire, pueden ser oídas como tonos.</p>	

Fuentes: Ferrán Tolosa Cabaní. Tomado de: IDEAM, 2006 y Anexo I de Resolución 627 de 2006

La presencia del sonido es habitual en el entorno cotidiano del ser humano, sin embargo, el sonido puede agredir al ser humano cuando es ruido, que puede generar efectos negativos en la salud y en el bienestar como son: pérdida auditiva, las alteraciones en la presión arterial o el ritmo cardíaco, las cefaleas crónicas, aumento de posibilidades de sufrir infartos, incide en los estados de estrés e irritabilidad que afectan la capacidad de concentración, aprendizaje y productividad, provocando en ocasiones accidentes de tráfico o laboral (IDEAM, 2006).

En Colombia los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental están establecidos en el Decreto 948 de 2006⁹ y reglamentados mediante la Resolución 627 de 2006¹⁰ expedida por el antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Sin embargo, en el país no se realiza el monitoreo y seguimiento de la contaminación acústica de manera sistemática, como sí se realiza en la contaminación del aire y del agua en las ciudades, generalmente el seguimiento de contaminación por ruido se realiza por el número de quejas implantadas por la ciudadanía y son atendidas por las autoridades ambientales y/o la Policía, y son varias las ciudades que no tienen disponibles los mapas de ruido estipulados por la Resolución 627 de 2006. El rango del estándar máximo permisible de niveles de emisión de ruido y ruido ambiental está entre 45-80 decibeles, dependiendo del sector, subsector y horarios (artículo 9° de la Resolución 627 de 2006).

En lo concerniente a los mapas de ruido en las poblaciones con más de 100.000 habitantes que permiten formular planes de descontaminación por ruido, al 2010 en el país se encuentran disponibles el 46% de los estudios para la elaboración de los mapas de ruido del total de estudios a realizar; 56 municipios según el Censo Poblacional 2005 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) (IAvH, IDEAM, IIAP, Invemar, Sinchi, 2011).

De la información anterior, se deduce que en el horario diurno los niveles de ruido presentan mayores valores que en el horario nocturno, esto debido a que las actividades comerciales y el tráfico vehicular es mayor en este periodo. Sin embargo, en el horario nocturno se presentan límites máximos altos generados por actividades comerciales tipo recreativas como casinos, restaurantes, bares, discotecas, etc., que en algunas ocasiones generan conflicto por su ubicación ya que no es armónica con el uso del suelo. Además, los procesos de urbanización de las poblaciones, unido con los problemas de movilidad, el estado de la malla vial y la edad y mantenimiento del parque automotor, son también causantes de la problemática de ruido en horarios diurnos (IAvH, IDEAM, IIAP, Invemar, Sinchi, 2011).

La Figura 8-6 muestra los niveles de ruido en cuatro centros urbanos del país que son: Bogotá; Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Cali. Los valores presentados en la figura son los promedios de los niveles de ruido monitoreados¹¹.

En el caso de Bogotá, son el promedio del ruido en 11 ejes viales reportados por la Secretaría Distrital de Ambiente en (Programa Bogotá Cómo Vamos, 2010) y (Programa Bogotá Cómo Vamos, 2011). Cali realizó la medición en contaminación auditiva en 7 puntos de la ciudad donde se registraron valores superiores a los 70 decibeles para el 2010 (Programa Cali Cómo Vamos, 2011), pero los valores 2006 y 2009 se obtuvieron por el monitoreo en las comunas de Cali y no son comparables con 2010 (Programa Medellín Cómo Vamos, 2010) debido a que los equipos de medición en 2010 tienen otras especificaciones y parámetros (Programa Cali Cómo Vamos, 2011).

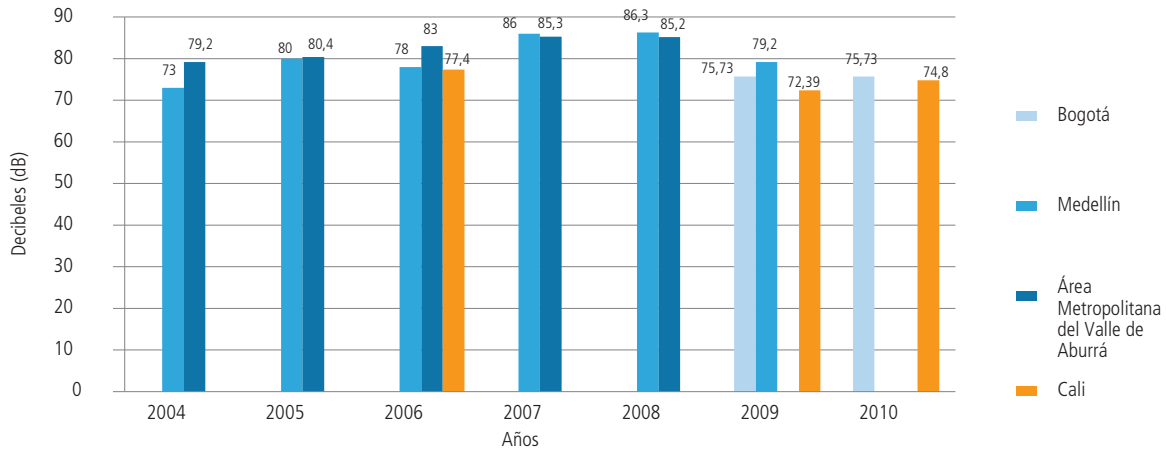
Sin embargo, la Figura 8-6 muestra que el área urbana con mayor nivel de ruido es Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) seguido por Medellín hasta el 2006. En 2007 y 2008 Medellín fue más ruidoso que el AMVA. Para 2009 la ciudad con mayor nivel de ruido fue Medellín (79,2 dB), en segundo lugar Bogotá D. C. (75,73 Db) y por último Cali (72,39 db). En el año 2010 entre -Bogotá y Cali- Bogotá presentó los mayores niveles de ruido (75,73 db) aunque si Medellín siguiera la tendencia desde el 2007 sería la ciudad más ruidosa para el 2010.

⁹ Decreto 948 del 5 de junio de 1995, "por el cual se reglamentan, parcialmente en 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" (Presidencia de la República de Colombia, 1995).

¹⁰ Resolución 627 del 7 de abril de 2006, "por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental" (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

¹¹ Es de anotar que no son totalmente comparables entre sí debido a las diferencias en las metodologías de medición y que los valores reportados son a nivel de ejes viales, comunas o total de la ciudad y no por los estándares permisibles de emisión de ruido (sector, subsector y horarios).

Figura 8-6. Promedio de los niveles de ruido en Bogotá, Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Cali (diferentes periodos)



Fuentes: Secretaría Distrital de Ambiente, tomado de: (Programa Bogotá Cómo Vamos, 2010) (Programa Bogotá Cómo Vamos, 2011); Contraloría de Medellín, tomado de: (Programa Medellín Cómo Vamos, 2011); DAGMA, tomado de: (Programa Cali Cómo Vamos, 2010); DAGMA, tomado de: (Programa Cali Cómo Vamos, 2011).

8.2 Residuos sólidos ordinarios

(Autores: Lina María Carreño Correa y Gladys Puerto Castro, Subdirección de Estudios Ambientales -IDEAM)

La generación de residuos es una consecuencia directa de todas las actividades desarrolladas por el hombre; por lo tanto el crecimiento de la población, el avance industrial y el aumento progresivo del consumo trae consigo un incremento en la generación de residuos en general (peligrosos y no peligrosos). Las sociedades de consumo actuales generan una gran cantidad y variedad de residuos procedentes de las diversas actividades económicas, sociales y culturales, tales como hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, instituciones educativas, etc. En cierta forma, cada sociedad se diferencia por la composición de sus propios residuos.

Los residuos que se generan en las ciudades constituyen un problema cuando afectan la salud de las personas y su calidad de vida debido a la falta de aprovechamiento y/o disposición. Se podría esperar que los residuos generados sean aprovechables de alguna manera y se integren nuevamente al flujo de transformación, ampliando su vida útil.

Muchos factores parecen actuar en contra de un manejo adecuado de los residuos en general, pero el principal, según diferentes expertos a nivel mundial, se manifiesta en la inviabilidad económica de su gestión y la intervención del Estado constituye una carga para la sociedad, que compite con otras prioridades en relación a la asignación de recursos.

En Colombia, de acuerdo con la Política para la Gestión de Residuos emitida por el Ministerio de Medio Ambiente en 1998, se busca impedir o minimizar riesgos que ocasionan los residuos sólidos a seres humanos y el medio ambiente, minimizar la cantidad de residuos que llegan a los sitios de disposición final y contribuir a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico.

En este sentido, ha cobrado especial importancia el conocimiento de la generación y el manejo de los residuos peligrosos, por los efectos y riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente, que estos representan. Estos residuos generados a partir de actividades industriales, agrícolas, de servicios y aún de las actividades domésticas, constituyen un aspecto ambiental de especial importancia en razón de su volumen cada vez creciente como consecuencia del proceso de desarrollo económico y crecimiento poblacional. Su problemática, se asocia a diversas causas como por ejemplo, la utilización de materias primas con características de peligrosidad (corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables), la desactualización tecnológica de los procesos, la deficiencia de las prácticas operativas, entre otras.

Recuadro 8-2. Riesgo en la salud relacionada con la disposición de residuos

(Autor: Lina María Carreño Correa, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

Los residuos sólidos (RS), dispuestos inadecuadamente, generan varios efectos negativos sobre salud humana y el medio ambiente. Los efectos en la salud humana, por un inadecuada disposición de RS, son el aumento en el número de casos por dengue, leptospirosis, trastornos gastrointestinales, dificultades respiratorias, infecciones dérmicas, aumento de la frecuencia de procesos diarreicos y parasitarios que pueden generar episodios de desnutrición infantil. Además, cuando los RS son dispuestos a cielo abierto se convierten en focos de proliferación de vectores de enfermedades (insectos, roedores) y de animales como perros, gatos, y hasta de ganado y animales de granja (cerdos), los cuales son vectores de enfermedades zoonóticas como la cisticercosis, teniasis o triquinosis. Otro efecto sobre la salud humana es la emisión de sustancias peligrosas, como dioxinas y furanos, debido a la quema de los RS al aire libre o a la incineración realizada sin equipos de control adecuados o sin la correcta selección de estos, lo cual puede generar dificultades respiratorias e infecciones en la piel.

A nivel ambiental los R.S. dispuestos inadecuadamente generan impactos negativos como son:

- Generación de biogás compuestos por metano CH_4 y dióxido de carbono (CO_2) reconocidos como GEI y emisión de dioxinas y furanos.
- Alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad del suelo por la presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos.
- Alteración de las características de calidad e hidráulica del agua.
- Alteración de la flora y fauna.
- Emisión de olores molestos, humo y gases peligrosos.
- Deterioro del paisaje y desvalorización de terrenos aledaños (BID, AIDIS, OPS & OMS, 2011)

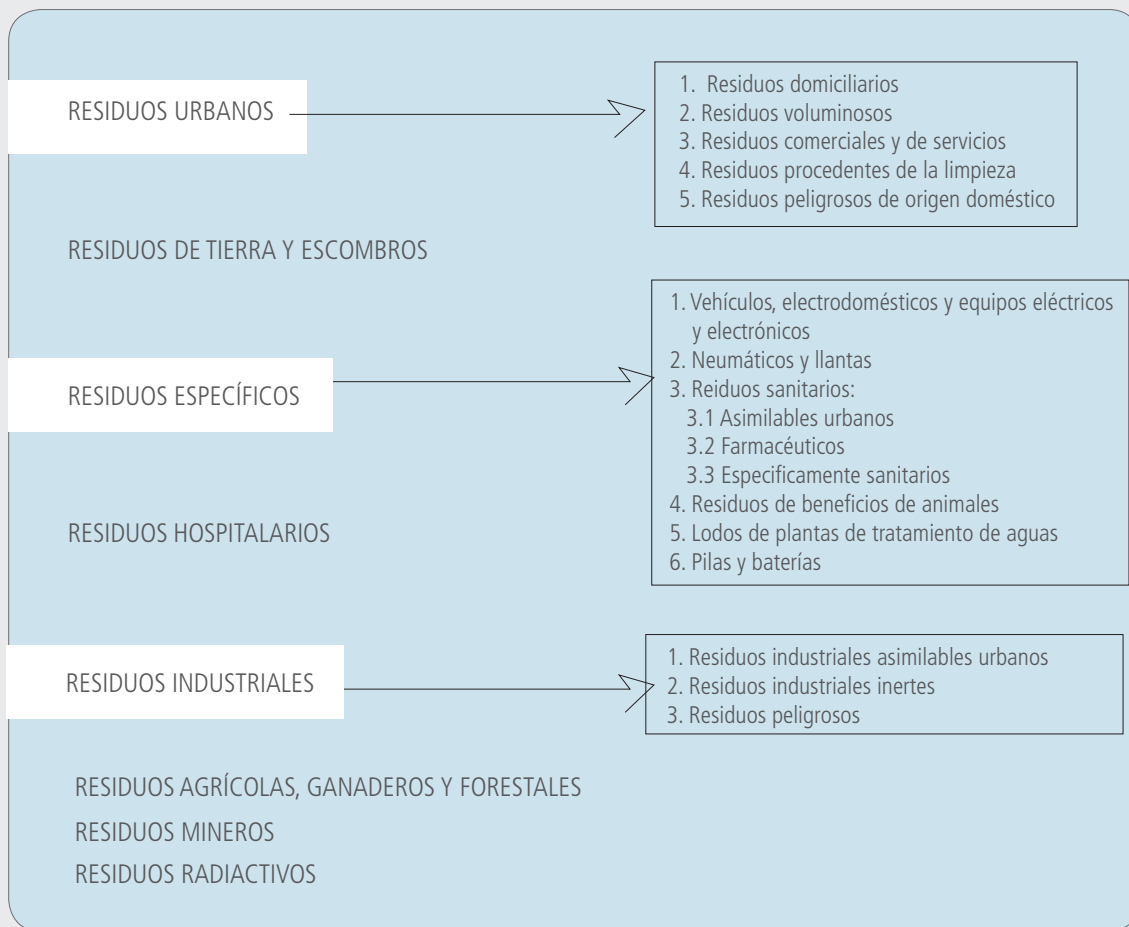
Un ejemplo de los impactos generados por los RS en el medio ambiente y en la salud humana en Colombia es el Relleno Sanitario Doña Juana (ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar), cabe aclarar que este sistema permite una disposición adecuada de los RS Sin embargo, aún así los habitantes de las localidades de Usme y Ciudad Bolívar y la cuenca del río Tunjuelo son afectados por: I) Descarga de lixiviados en el río Tunjuelo; II) Generación de gases por la descomposición de RS, afecta entre las 6 y 11 a.m. a las Unidades de Planeamiento Zonal Comuneros, Gran Yomasa y Danubio o por la evaporación de los lixiviados; III) Presencia de somnolencia, infecciones respiratorias agudas, enfermedad diarreica aguda y cefalea, menor peso en niños en la población que habita cerca al Relleno y, IV) Generación de material particulado y malos olores. Por otro lado, los habitantes de Usme enfrentan problemas ambientales relacionados con la inadecuada disposición de RS y de escombros por parte ellos como son: la contaminación de la mayoría de los cuerpos de agua como en las rondas que

generan un hábitat adecuado para el desarrollo de microorganismos, de vectores (insectos y roedores) y perros y producción de olores ofensivos, que causan enfermedades infecciosas o alérgicas de la piel (dermatitis), tracto respiratorio o sistema gastrointestinal (Hospital de Usme, 2011).

Residuo sólido es cualquier producto, materia o sustancia resultante de la actividad humana, que ya no tiene más función para la actividad que lo generó. Pueden clasificarse de acuerdo a su origen (domiciliario, industrial, comercial, institucional, público), a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, plásticos, cenizas, polvos, inerte) o a su peligrosidad (tóxica, reactiva, corrosiva, explosiva, radioactiva, inflamable, infecciosa).

Las actividades realizadas por las comunidades producen diferentes tipos de residuos, su composición varía según diferencias económicas, culturales, climáticas y geográficas; en los países menos desarrollados los residuos ordinarios contienen una mayor proporción de material orgánico biodegradable con un alto contenido de humedad y densidad comparado con los países más avanzados. Las características físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos permiten orientar para la selección de alternativas técnicas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final (Diagrama: Clasificación básica de residuos según su procedencia y naturaleza).

Diagrama: Clasificación básica de residuos según se procedencia y naturaleza



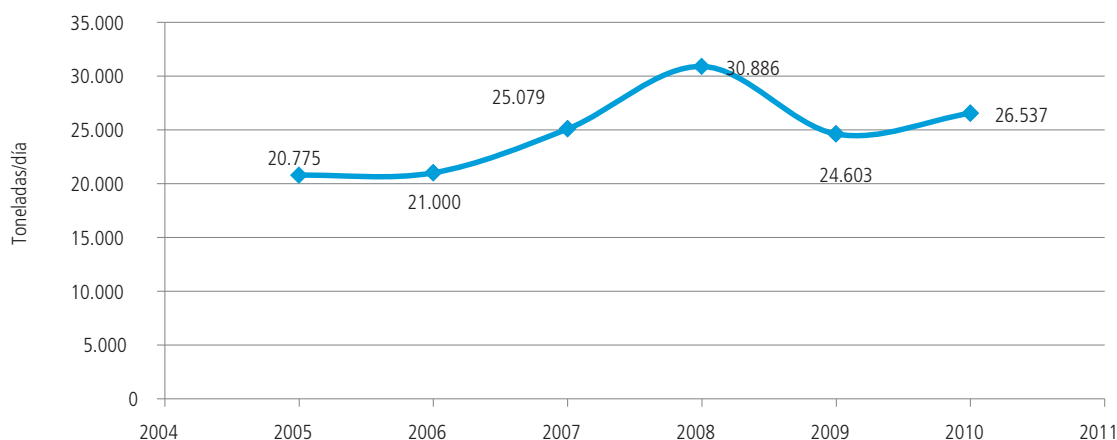
8.2.1 Generación de residuos sólidos ordinarios

La generación en el país comparte la tendencia mundial de aumentar su cantidad debido al crecimiento poblacional, cambio en los patrones de consumo determinados directa o indirectamente por el ingreso per cápita, la creación o ampliación de la industria, del comercio y de otras actividades.

La generación de RS comprende las actividades en las que los materiales son identificados sin ningún valor adicional, y son botados o recogidos juntos para la disposición. La generación de residuos es, de momento, una actividad poco controlable. La reducción en el origen, aunque no esté controlada por gestores de residuos sólidos, actualmente está incluida en el esquema de gestión de residuos sólidos como un método para limitar las cantidades de residuos generados.

La evolución de la cuantificación de la generación de residuos sólidos en el país se muestra en la Figura 8-7.

Figura 8-7. Histórico cantidad de toneladas/día de residuos sólidos dispuestos diariamente en el país (2005-2010)

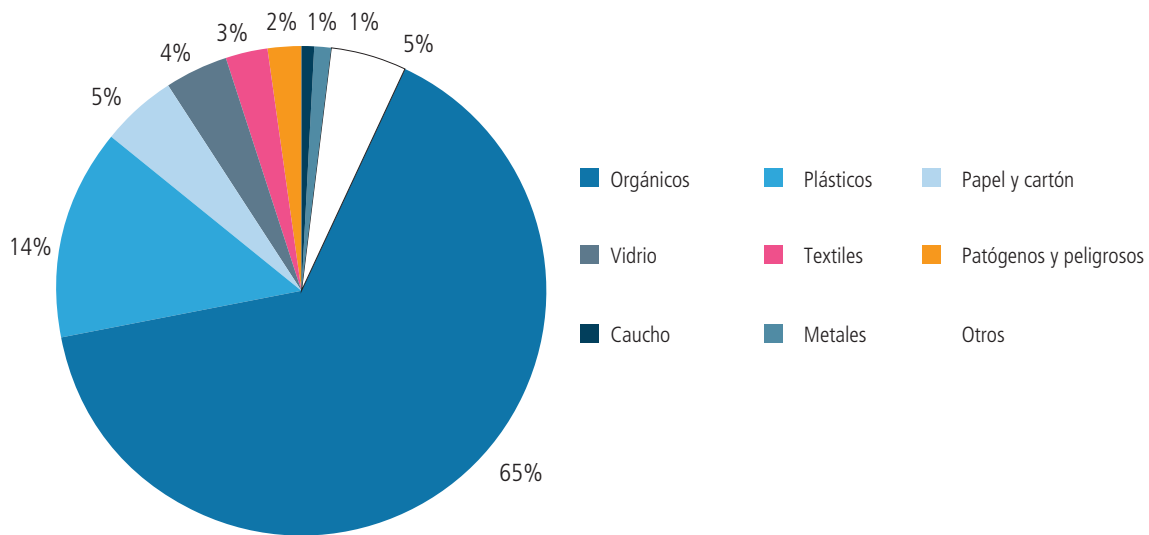


Fuente: MAVDT - SUI Tomado de: (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2001)

De acuerdo con información de la SSPD (2008) diariamente se generan en Colombia cerca de 25.000 toneladas de residuos sólidos. Las principales ciudades generan las siguientes cantidades: Bogotá 6.000 ton/día (R.S. Doña Juana), Cali 16.500 ton/día (R.S. Yotoco), Barranquilla 1.600 ton/día (Los Pocitos), Medellín 1.600 ton/día y 500 ton/día (R.S. Pradera y Guacal), Bucaramanga 760 ton/día (Celda Temporal El Carrasco), las cifras que corresponde al promedio ponderado de los últimos 5 años.

Del estudio realizado por el Viceministerio de Ambiente del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se obtuvo la caracterización de residuos sólidos para Colombia, de esta se desprende que el principal componente de los residuos sólidos en el país es la materia orgánica con cerca del 65%, seguido muy de lejos por los plásticos 14%, papel y carbón 5% y el vidrio, otros componentes tienen muy escasa importancia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & EPAM S.A ESP, 2008), tal como se muestra en la Figura 8-8.

Figura 8-8. Composición porcentual de los residuos sólidos en Colombia



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y EPAM S.A ESP, 2008

Recuadro 8-3. Residuos peligrosos en el hogar

(Colaboración: Gladys Puerto Castro, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

Muchos de los productos que se utilizan en la casa son materiales peligrosos para el hogar, pueden dañar a las personas y al medio ambiente si son usados o desechados incorrectamente. Es importante leer la etiqueta sobre la seguridad que se debe tener en el almacenamiento del producto, uso y desecho de todos los materiales potencialmente peligrosos. Cuando estos productos no se utilizan correctamente, se convierten en desechos peligrosos de la casa. Los desechos peligrosos de la casa deben ser desechados correctamente o pueden dañar a las personas que trabajan en el saneamiento de la ciudad, crear problemas en plantas de tratamiento de aguas residuales o contaminar el agua o el aire.

Listado de algunos productos peligrosos utilizados en el hogar:

- Productos para automóviles: anticongelante, limpiadores de motor y del carburador de inyección de combustible, aceites y filtros usados, baterías de automóviles, líquido de frenos, gasolina, diesel, y combustibles, líquido de la transmisión, solventes y desengrasantes.
- Pinturas, solventes y productos para la carpintería: látex y pinturas a base de aceite, adhesivos y pegamentos, adelgazadores y removedores, barnices y productos de terminado.
- Limpiadores de casa: productos para pulir y limpiadores, limpiadores de drenaje.
- Césped y productos químicos para el jardín: fertilizantes, insecticidas, pesticidas y herbicidas, fungicidas.
- Basura electrónica y de computadoras: computadoras, baterías recargables, bombillas fluorescentes o ultravioleta.

- Misceláneos: pulidores y removedores uñas, repelente para insectos, productos químicos de la piscina, líquidos más ligeros, desengrasantes, pegamentos, munición, asbestos, explosivos, bombillas fluorescentes, detectores de humo, medicamentos indeseados o caducados, artículos que contienen mercurio (bombillas, interruptores, termóstatos, etc.), productos químicos fotográficos, tanques de propano y cilindros de gas comprimido.

Estos residuos tienen diferentes características de peligrosidad (tóxicas, corrosivas, inflamables, entre otras), por lo tanto no se pueden botar con la basura regular de la casa, el drenaje de la casa o de la calle, o en el suelo directamente.

Algunos materiales como el aceite usado del motor, las baterías de automóviles o recargables, elementos electrónicos y basura de equipo de cómputo, se pueden reciclar mediante gestores autorizados. No se deben mezclar los productos en el hogar ni se deben quitar las etiquetas ya que estas permiten conocer "siempre" la característica de peligrosidad del producto.

Según los estudios adelantados por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) (2008), la producción per cápita para algunas ciudades y municipios oscila entre 0,22 y 1,1 kg/hab-día, tal como se aprecia en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2. Producción Per cápita (PPC) de residuos sólidos para algunos municipios de Colombia

Municipio	Clima promedio	PPC municipal (kg/hab-día)
Bogotá	Zona fría	0,75
Cali	Zona cálida	0,73
Medellín	Zona cálida	0,45
Barranquilla	Zona cálida costera	0,9
Cartagena	Zona cálida costera	0,93
Santa Marta	Zona cálida costera	1,1
Buenaventura	Zona cálida costera	0,96
Palmira	Zona cálida	0,63
Riohacha	Zona costera	1,00
Madrid	Zona fría	0,22
Aracataca	Zona cálida	0,35
Calamar	Zona cálida	0,48
Manizales	Zona fría	0,71
Armenia	Zona cálida	0,58
Barbosa	Zona cálida	0,3
Bello	Zona cálida	0,37
Caldas	Zona cálida	0,33
Copacabana	Zona cálida	0,41
Envigado	Zona cálida	0,39
Girardota	Zona cálida	0,31

Municipio	Clima promedio	PPC municipal (kg/hab-día)
Itagüí	Zona cálida	0,37
La Estrella	Zona cálida	0,33
Sabaneta	Zona cálida	0,43

Fuente: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2008

En ese mismo estudio se estableció que, a nivel general, en las ciudades grandes el promedio es de 0,97 kg/hab/día; en ciudades intermedias este promedio alcanza los 0,74 kg/hab/día, mientras que en municipios pequeños el promedio es de 0,55 kg/hab/día; lo cual confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita (medido en algunos casos por nivel socioeconómico) son factores determinantes para que la generación por habitante se incremente. A esto hay que agregar que las ciudades que tienen alguna actividad económica especializada, como el caso de ciudades portuarias como Barranquilla, Santa Marta y Buenaventura, las cuales presentan mayores promedios per cápita que ciudades como Bogotá que, a pesar de tener mayor cantidad de habitantes, presenta un promedio menor al de las ciudades anteriormente mencionadas, esto podría explicarse por la actividad portuaria y turística, lo cual conlleva a la generación de mayores residuos sólidos y por ende a una mayor participación per cápita.

Asimismo la PPC varía según el estrato socioeconómico del generador tal como se ilustra en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3. Producción Per-cápita por estrato socioeconómico

Estrato	Kg/hab-día	Kg/hab-día promedio
1	0,20 - 0,43	0,3
2	0,20 - 0,41	0,3
3	0,34 - 0,55	0,4
4	0,18 - 0,63	0,4
5	0,16 - 0,68	0,52
6	0,27 - 1,16	0,73

Fuente: (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2008)

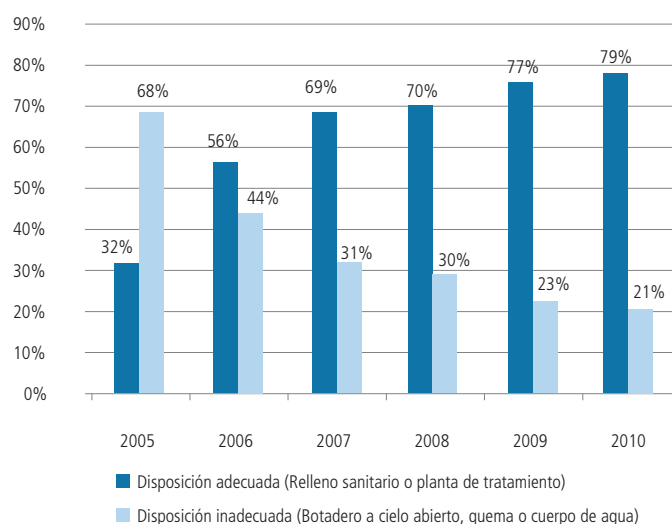
8.2.2 Disposición final regulada

Mediante el Decreto 838 de 2005 y el programa Colombia sin botaderos a cielo abierto se facilitó el cierre de aproximadamente 280 formas de disposición inadecuada, pasando del 45% al 18% entre los años 2002 a 2006; en la actualidad¹² se disponen residuos en 233 rellenos sanitarios de los cuales 44 son regionales, según registros de los municipios con información en el SUI¹³. El problema subsiste en 31% del total de municipios, en donde se produce el equivalente a 7,2% de residuos (1.796 ton/día) asociados especialmente a prácticas como la quema, el enterramiento no tecnificado y por resolver la transición para integrar bajo un esquema formal a los recicladores que laboran en los botaderos a cielo abierto. En la Figura 8-9 se presenta la evolución de la disposición final de residuos sólidos en los municipios, y en la Figura 8-10 se presenta la evolución de los diferentes sistemas de disposición final.

¹² Muestra de 1.098 municipios, 32 departamentos. "Diagnóstico de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia 2005-2010" (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011b).

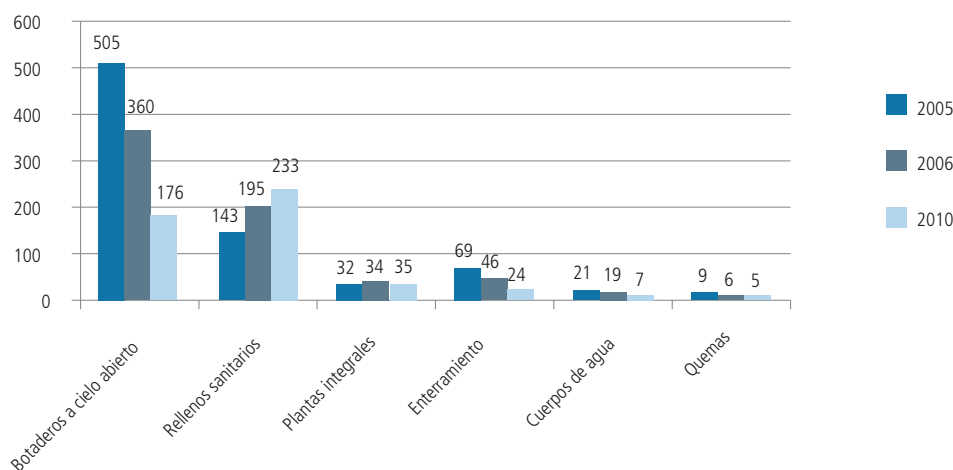
¹³ Sistema Único de Información (SUI). Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios 2007, citado en Conpes 3530 de 2008 (Departamento Nacional de Planeación, 2008).

Figura 8-9. Evolución de la disposición final de residuos sólidos en los municipios



Fuente: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2011b

Figura 8-10. Evolución de los sistemas de disposición final de residuos sólidos



Fuente: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2011b

Conforme a la información de la Superintendencia, presentada en la Figura 8-10, en el periodo 2005-2010 se observa una disminución del 65% de los botaderos a cielo abierto, mientras que el número de rellenos sanitarios en el mismo periodo creció en un 63%. Paralelamente se evidencia disminución en formas inadecuadas de disposición de residuos tales como enterramiento, vertimiento en cuerpos de agua y quemas incontroladas, por otro lado, el tratamiento de residuos sólidos mediante plantas integrales tuvo un crecimiento bajo.

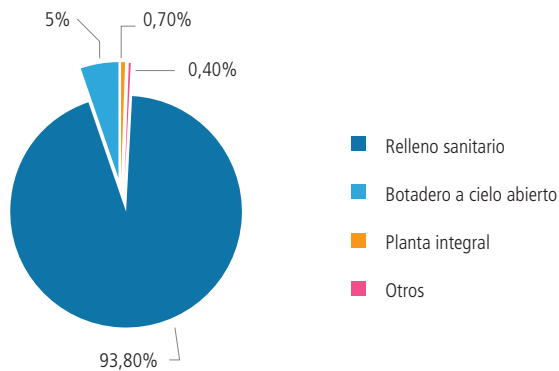
La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) en su documento "Situación de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia del año 2011" presenta la situación del país frente a los sistemas de disposición final a nivel

nacional empleando datos del año 2011 del Sistema Único de Información (SIU) a partir de los reportes realizados por las empresas prestadoras del servicio de aseo, las alcaldías municipales y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

En el país los sistemas de disposición final de residuos sólidos utilizados —sean o no adecuados— son: rellenos sanitarios, celdas transitorias, plantas integrales, botaderos a cielo abierto, enterramiento, cuerpos de agua, quemas (Figura 8-11).

En Colombia el 79% de los municipios disponen sus residuos en sitios adecuados como son los rellenos sanitarios y plantas integrales, dicho porcentaje equivale a 25.091ton/día dispuestas, mientras que el 21% restante de los municipios disponen sus residuos sólidos en sitios inadecuados de disposición, es decir, 1.446 ton/día se disponen en botaderos a cielo abierto, enterramientos, cuerpos de agua y quemas.

Figura 8-11. Distribución de sistemas de disposición final año 2011



Fuente: SSPD-SUI. Tomado de (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011c)
 Nota: La categoría de otros incluye: enterramiento (0,3%), cuerpo de agua (0,07%) y quema (0,03%).

Actualmente el país cuenta con 268 sitios de disposición entre rellenos sanitarios y plantas integrales, en rellenos sanitarios se incluyen las celdas transitorias, para el año 2011 se reportaron 27 celdas donde se dispusieron 293 ton/día de R.S. aproximadamente generados en 38 municipios. Durante el año 2011 aumentó en un 8% la cantidad de residuos sólidos en comparación con el año 2010, pasando de 24.603 ton/día a 26.537 toneladas de residuos provenientes de 1.098 municipios (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011c).

De las 32 capitales departamentales de Colombia, solamente 25 de ellas disponen sus RS en rellenos sanitarios, 6 siguen en botaderos a cielo abierto y 1 dispone sus RS a través de planta integral¹⁴ como se muestra en la Tabla 8-4.

Tabla 8-4. Tipo de sistema de disposición por ciudades capitales

Departamento/municipio	Relleno sanitario	Botadero a cielo abierto	Planta integral
Amazonas/Leticia		Sí	
Antioquia/Medellín	Sí		
Arauca/Arauca		Sí	
Atlántico/Barranquilla	Sí		
Bolívar/Cartagena	Sí		
Boyacá/Tunja	Sí		

¹⁴ Planta Integral es aquella instalación que permite hacer aprovechamiento de residuos sólidos urbanos (orgánicos y/o inorgánicos).

Departamento/municipio	Relleno sanitario	Botadero a cielo abierto	Planta integral
Caldas/Manizales	Sí		
Caquetá/Florencia	Sí		
Casanare/Yopal	Sí		
Cauca/Popayán	Sí		
Cesar/Valledupar	Sí		
Chocó/Quibdó		Sí	
Córdoba/Montería	Sí		
Cundinamarca/Bogotá	Sí		
Guainía/Puerto Inírida		Sí	
Guaviare/San José del Guaviare	Sí		
Huila/Neiva	Sí		
La Guajira/Riohacha		Sí	
Magdalena/Santa Marta	Sí		
Meta/Villavicencio	Sí		
Nariño/Pasto	Sí		
N. de Santander/Cúcuta	Sí		
Putumayo/Mocoa			Sí
Quindío/Armenia	Sí		
Risaralda/Pereira	Sí		
San Andrés	Sí		
Santander/Bucaramanga	Sí		
Sucre/Sincelejo	Sí		
Tolima/Ibagué	Sí		
Valle del Cauca/Cali	Sí		
Vaupés/Mitú		Sí	
Vichada/Puerto Carreño	Sí		
Total	25	6	1

Fuente: (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011c).

8.2.3 Reducción, reutilización y reciclaje en Colombia (plásticos, papel, vidrio y chatarra)

El reciclaje en Colombia "tiene casi un siglo de existencia y los sectores manufactureros, como el metalúrgico, el papeleros o el de vidrio adquieren por medio del reciclaje más de la mitad, y en algunos casos, la totalidad de sus materias primas. No obstante, en menor medida se ha incrementado el reciclaje de plásticos y otros materiales. Desafortunadamente no existen estadísticas oficiales que nos permitan cuantificar la magnitud de esta actividad, a través de la que anualmente se recuperan cientos de miles de toneladas de residuos supervivencia" (Villegas, 2012).

En Colombia, el total recuperado por los recicladores y habitantes de calle alcanza cerca de 2.670 toneladas diarias que representan el 60,9%, entre tanto las empresas recuperan directamente un total de 1.710 ton/día que representan el 39,1%, considerando el total de residuos generados por las 22 principales ciudades del país, es decir 14.945,8 ton/día (Aluna Consultores Ltda, 2011), tal como se muestra en la Tabla 8-5.

Tabla 8-5. Producción de residuos, cantidades recuperadas por recicladores y empresas

Parámetro	22 ciudades		Resto del país		Todo el país	
	Tn/día	Tn/año	Tn/día	Tn/año	Tn/día	Tn/año
Total disposición de residuos al año	14.945,78	5.455.209,7	11.051,4	4.033.761,8	25.995,1	9.488.204,2
Total recuperado por recicladores y habitantes de calle	2.668,49	832.568,9	492,70	153.722,4	3.161,19	986.291,3
Fracción de recuperación de empresas privadas	1.710,1	533.541,8	1.154,44	360.184,9	2.864,51	893.726,7
Consumo de reciclables*	4.378,56	1.366.110,7	1.647,1	513.907,28	6.025,7	1.880.018,0
Producción total de residuos sólidos	19.323,9	6.821.320,4	11.824,0	4.547.669,1	31.145,8	11.368.222,2
Participación recicladores sobre el total de producción		12,2%		3,4%		8,7%
Participación empresas privadas sobre el total de producción		7,8%		7,9%		7,9%
Porcentaje de recuperación sobre el total de la producción		20,03%		11,30%		16,5%
Porcentaje de recuperación de los recicladores sobre el total de la producción		60,9%		29,9%		52,5%
Porcentaje de recuperación de los privados sobre el total de la producción		39,1%		70,1%		47,5%

Fuente: (Aluna Consultores Ltda, 2011) * Plásticos, papel, vidrio y chatarra.

“...la demanda de residuos reciclables está concentrada en primer lugar en la micro y pequeña empresa, que es técnicamente flexible para procesar y reutilizar materiales más contaminados y más dispersos en toda la geografía nacional; en segundo lugar, en los consumidores de bienes de segunda, que tienen una baja capacidad de compra y acuden a suplir sus necesidades con productos de bajo precio e inferior calidad. Estos representan dos mecanismos de supervivencia de las economías en desarrollo, que también funcionan fundamentalmente bajo otras modalidades, no estrictamente comerciales como el trueque, remate de lotes e intercambios de materiales y trabajo...” (Aluna Consultores Ltda, 2011).

Mercado del vidrio, chatarra metálica y plástico.

El material reciclado representó el 38,4% en el 2005 y el 48%, en el 2010, del consumo total de materiales para la producción de vidrio (Aluna Consultores Ltda, 2011).

El reciclaje de la chatarra es impulsado por la industria siderúrgica y en menor escala por la industria metalmeccánica. Según los datos reportados por la Cámara de Fedemetal de la ANDI, en 2010 la demanda industrial nacional de chatarra fue de 935.300 toneladas. En el mundo el 50% del acero se deriva de materiales reciclados, para Colombia los porcentajes de utilización de chatarra en el producto final están entre el 52 y el 58% (Aluna Consultores Ltda, 2011).

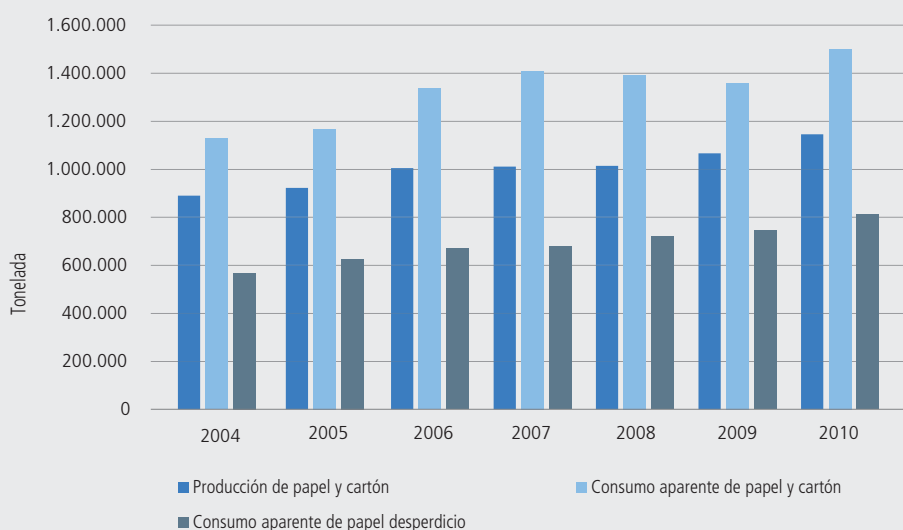
El mercado del plástico es el más diverso y del que menos se dispone información considerando que su demanda es dispersa entre los micro y pequeños empresarios. Unos de los materiales que más se reciclan es el Polietilentereftalato (PET). Actualmente se acopian botellas de PET posconsumo de bebidas carbonatadas, de agua, de aceites comestibles y de productos de aseo, con la ayuda de cooperativas y grupos de recicladores, todo lo recolectado se somete a un proceso técnico de clasificación, descontaminación y limpieza. Para el año 2010 se recuperaron 2.932 toneladas de PET. El cálculo de los materiales plásticos que se están aprovechando alcanzó el valor de 209.655 toneladas año, que corresponden al 27,5% del consumo de resinas plásticas vírgenes consumidas en el país (Aluna Consultores Ltda, 2011).

Recuadro 8-4. Reciclaje en Colombia, caso papel y cartón

(Autora: Lina María Carreño Correa. Subdirección de Estudios Ambientales)

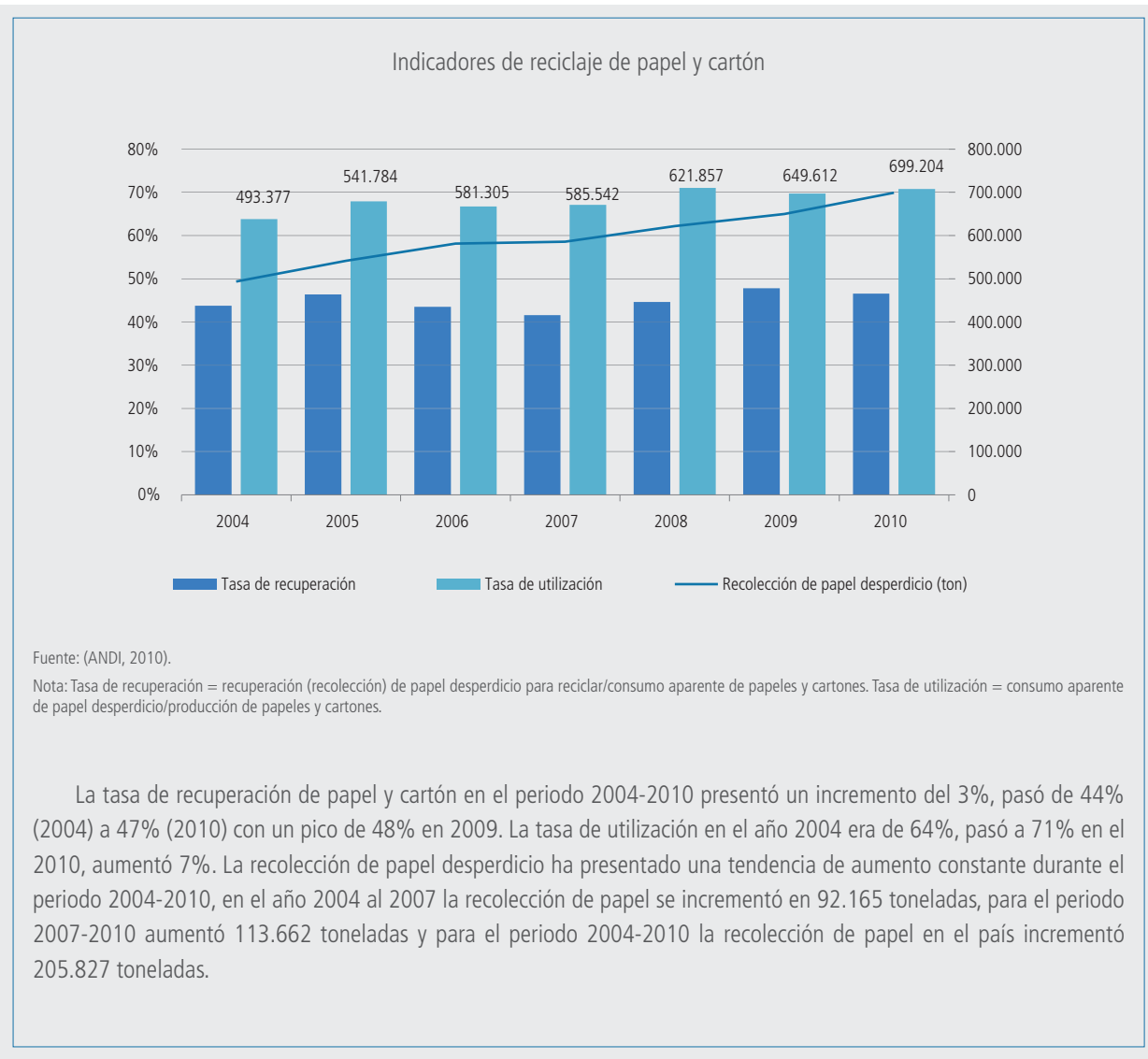
Las siguientes figuras muestran los indicadores de reciclaje de papel y cartón generados por la Cámara de la Industria de Pulpa, Papel y Cartón de la ANDI, conformada por 10 empresas productoras de celulosa para papeles y cartones, que representan el 100% de la producción colombiana de pulpa para papel y más del 80% de la producción de papeles y cartones (ANDI, 2009).

Producción y consumo de papel y cartón en Colombia



Fuente: DIAN y ANDI. Tomado de (ANDI, 2010).

Según lo reportado por la Cámara de la Industria de Pulpa, Papel y Cartón de la ANDI, en Colombia durante el periodo 2004-2010 se incrementó la producción de papel y cartón en un 22,31% (255.460 toneladas). El consumo aparente de papel y cartón en el país pasó de 1'127.484 toneladas en el 2004 a 1'501.755 toneladas en 2010, es decir, el consumo aparente aumentó en 374.271 toneladas (24,93%). El consumo aparente de papel desperdicio se incrementó en 242.784 toneladas (29,96%) desde el 2004 al 2010.



8.2.4 Programas orientados por el Estado en reducción, reutilización y reciclaje.

(Colaboradora: Gladys Puerto Castro, Consultora Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

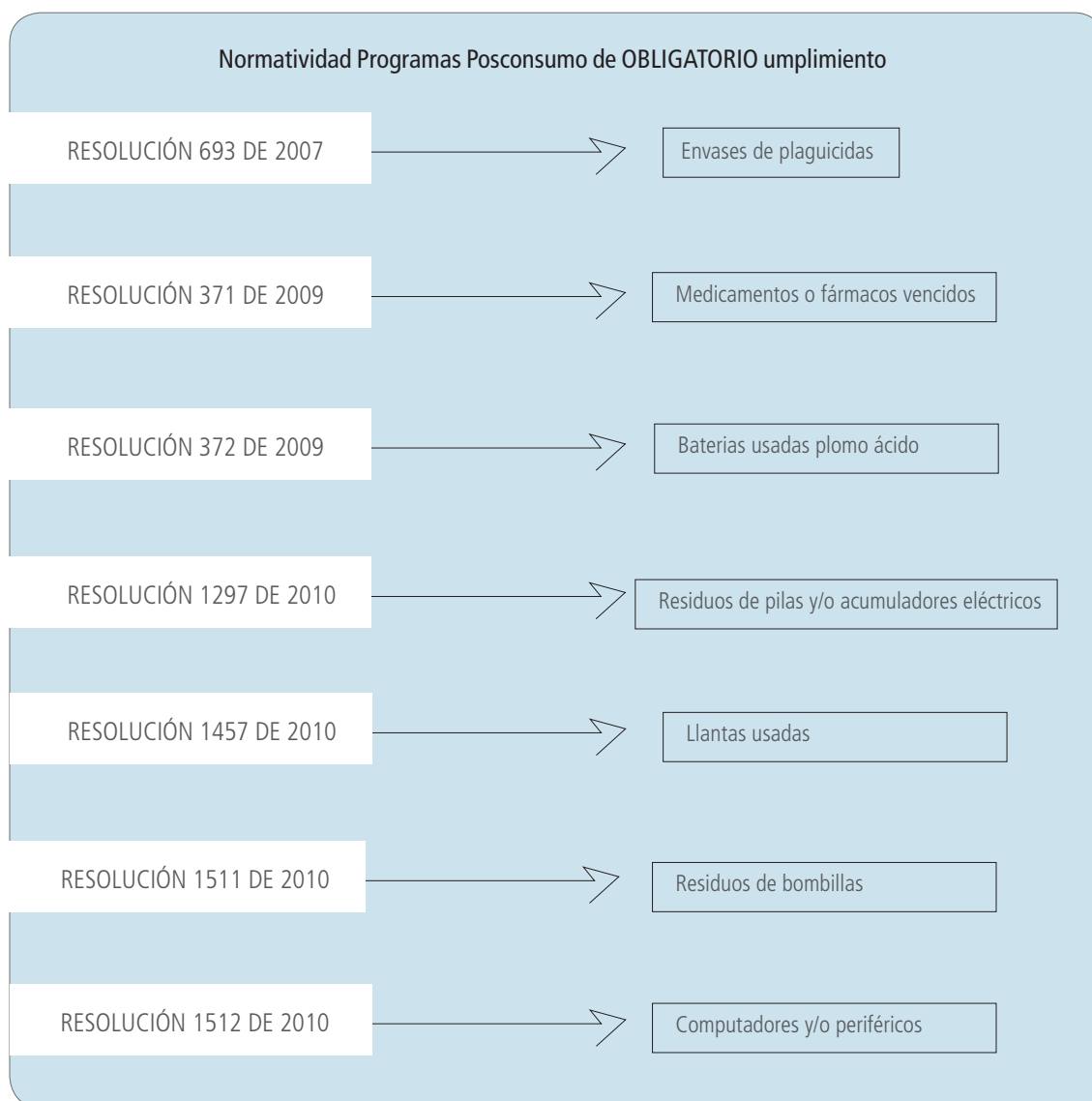
Simultáneamente, el Ministerio ha apoyado el desarrollo de iniciativas voluntarias del sector privado para la recolección y gestión adecuada de otros residuos como aceites usados, celulares, tóner y cartuchos de impresora, equipos de refrigeración, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, envases y empaques reciclables. Estas iniciativas de responsabilidad extendida del productor buscan ampliar las responsabilidades de los fabricantes e importadores a diferentes partes del ciclo de vida del producto, especialmente, su responsabilidad en la gestión de los residuos derivados del consumo del producto mediante:

- Responsabilidad física: manejo físico de los residuos.
- Responsabilidad financiera: costo del manejo del residuo.
- Responsabilidad informativa: comunicación del riesgo.
- Responsabilidad ante el daño: afectación al ambiente o a la salud
- Propiedad sobre el producto: ciclo de vida completo.

Asimismo se busca mejorar la responsabilidad del consumidor mediante la implementación de la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible cuyo objetivo es orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.

Es así como los consumidores deben cambiar sus comportamientos, diferenciar los productos (cómo, dónde y quién lo fabrica) y manejar sus residuos (separación-reciclaje) y adquirir conciencia de su responsabilidad con el ambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011). A continuación se presenta la normativa relacionada.

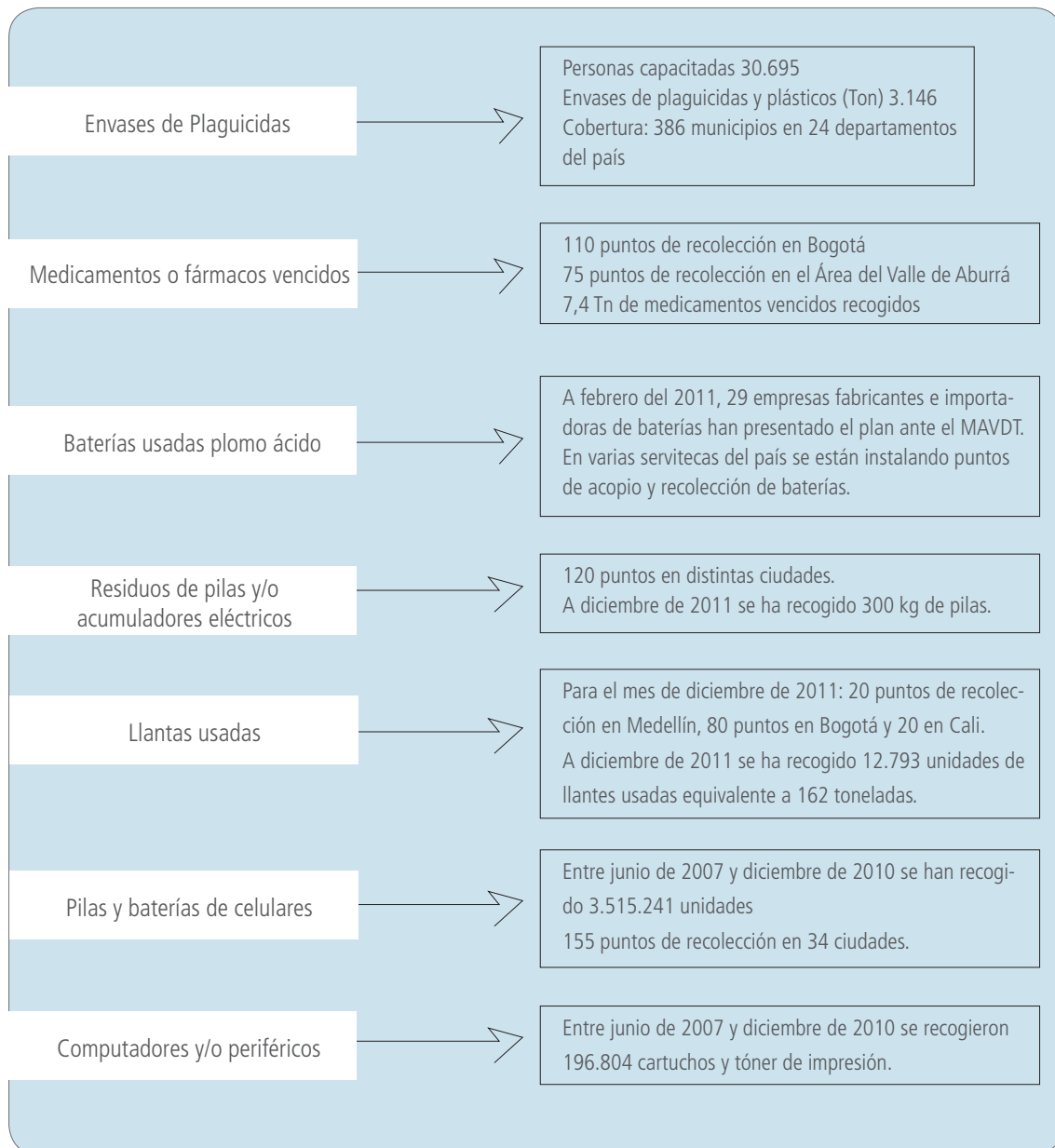
Reglamentación de residuos posconsumo



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011

Actualmente, existen más de 1.000 puntos de recolección de residuos posconsumo en diferentes ciudades del país, a través de los cuales los consumidores han entregado los materiales que se relacionan a continuación.

Residuos gestionados mediante los programas de posconsumo



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011

Más de 2.700 toneladas de envases de plaguicidas, 2.400 kilos de medicamentos vencidos, 300 kilos de pilas, 5.118 llantas usadas, 22 millones de galones de aceites, 3.5 millones de celulares y accesorios, 196.000 unidades de tóner y cartuchos usados, 1.900 neveras usadas y 129 toneladas de envases y empaques.

En ese contexto, se hace necesario establecer mecanismos de articulación efectiva entre los instrumentos de gestión municipal de residuos sólidos y los relacionados con la responsabilidad extendida, a fin de lograr una mayor eficiencia en el desarrollo de los componentes de la gestión integral de residuos sólidos, especialmente los relacionados con la reincorporación de los materiales aprovechables en el ciclo productivo.

Proyectos de aprovechamiento de residuos

El aprovechamiento de los residuos sólidos municipales es una alternativa para reincorporar materiales al ciclo productivo y reducir la cantidad de residuos de los que se va a disponer. Ello se reconoce como clave para alcanzar los objetivos de un desarrollo sostenible, a fin de contribuir a reducir los efectos sobre el medio ambiente y aumentar el rendimiento de los recursos (Naciones Unidas, 2002).

La Política Nacional sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio del Medio Ambiente, 1997) ubica el aprovechamiento como primera opción para la gestión de los residuos generados. Este lineamiento se ha materializado por medio de la implementación de plantas de manejo de residuos sólidos, las cuales pasaron de 34 a 59 entre 2006 y 2008 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009). Además, en los municipios menores (inferiores a 20.000 habitantes) es donde se ha implementado con mayor frecuencia (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2008b).

Las plantas de manejo de residuos sólidos son unidades productivas cuyas materias primas son los Residuos Sólidos Municipales (RSM) que se procesan a fin de obtener productos con estándares de calidad que permitan reincorporarlos en otros procesos productivos. Incluyen dos líneas de producción: el aprovechamiento de biorresiduos y el de materiales reciclables, además de un área para disposición final de los materiales no aprovechables. Como en toda unidad productiva, su efectividad está asociada con elementos como las materias primas, los procesos y los productos.

Tabla 8-6. Proyectos de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en diferentes regiones del país

Proyecto	Acción	Nº municipios atendidos
1. Planta de gestión integral en Garagoa, Boyacá	Optimización	12
2. Regional Quindío (2 proyectos)	Construcción	11
3. Planta de aprovechamiento y valorización de residuos de los municipios de Santuario, Apía y Puerto Rico, Antioquia	Optimización	3
4. Pácora y Aguadas, Caldas	Optimización	2
5. Suroeste antioqueño	Optimización	22
6. Municipio de Granada, Meta	Construcción	1
7. Sistema de recolección de aceites usados, equipos de venoclisis y guantes quirúrgicos, Caldas	Optimización	1
8. Formulación del plan de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos para la jurisdicción de Corpoboyacá	Diseño	85
9. Regional Quindío	Optimización	11

Fuente: Viceministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012

Estudios desarrollados en Colombia muestran que estos componentes no se han estudiado lo suficiente para su implementación, y esta es una de las razones para que la efectividad de las plantas de manejo de Residuos Sólidos se cuestione (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2008b; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006). A pesar de las limitaciones de las plantas de manejo de Residuos Sólidos, factores como la reducción de costos de transporte y disposición en rellenos regionales, la disminución de los

requerimientos de espacio para la disposición final y de sus impactos ambientales, la generación de oportunidades laborales y la existencia de mercados potenciales para los productos justifican el impulso de acciones para fortalecer su sostenibilidad.

El MAVDT apoyó, con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la construcción, optimización y/o diseño de 11 proyectos de plantas de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en diferentes regiones del país que benefician a más de 60 municipios, con una inversión de más de \$3.800 millones de pesos, a través del programa SINA II, la mayoría de ellas con visión regional (Tabla 8-6).

Según el estudio de la Superintendencia, para la ejecución y operación adecuada de este tipo de proyectos se requiere una planificación, a partir de una evaluación de factibilidad, que permita garantizar claridad en: los procesos técnicos y operativos, el cierre financiero¹⁵ y el mercado de materiales y productos reciclados.

8.3 Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia para los años 2010 y 2011

En este documento se presentan las cifras sobre generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia para los años 2010 y 2011, con base en la información disponible en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos. Cabe anotar que la información relacionada se refiere a aquella transmitida por las autoridades ambientales al IDEAM, con corte al 22 de octubre de 2012. Así mismo, se presentan de manera comparativa las cifras históricas sobre generación y gestión de residuos o desechos peligrosos para el periodo 2009-2011.

Por otra parte, cabe anotar que en este documento se presentan los principales datos relacionados con las salidas de información sobre generación y manejo de residuos peligrosos en Colombia, fundamentados en la información capturada por medio del Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos. Sin embargo, la totalidad de los datos disponibles pueden ser consultados en las sábanas de información, las cuales se encuentran disponibles en el sitio web del IDEAM: www.ideam.gov.co.

Igualmente, es importante aclarar que para efectos de la generación de las cifras consolidadas a nivel nacional y para el análisis e interpretación de la información, el IDEAM utiliza únicamente los datos de los registros que hayan sido transmitidos por las autoridades ambientales, los cuales no necesariamente corresponden al 100 % de los reportados por los establecimientos generadores de residuos peligrosos. Esta consideración, sumada al hecho de que posiblemente no todos los generadores que están obligados a reportar la información a través del Registro lo estén haciendo, debe ser tomada en cuenta al momento de utilizar e interpretar las cifras presentadas en este documento como cifras indicativas.

En la Tabla 8-7 se presenta la cantidad de registros diligenciados y transmitidos a nivel nacional para los años 2010 y 2011. En esta se aprecia que el porcentaje de registros utilizados para consolidar las salidas de información difundidas en el presente informe es del 83,2 % para el 2010 y del 79,1% para el 2011.

Tabla 8-7. Transmisión de información por periodo de balance

Periodo de balance	Número de registros diligenciados	Número de registros transmitidos por las a.a.	Porcentaje de transmisión
2011	8.508	6.726	79,1%
2010	8.383	6.973	83,2%
2009	7.282	6.365	87,4%

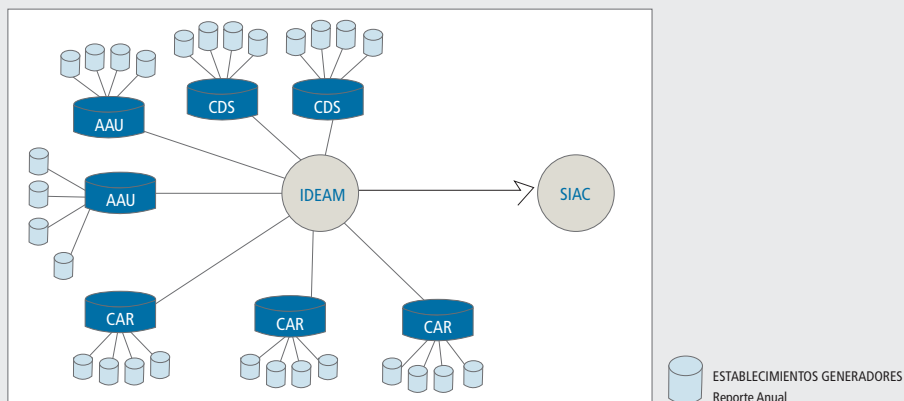
¹⁵ Garantizar la llegada oportuna de los recursos financieros suficientes para la realización de todas y cada una de las actividades programadas durante la ejecución.

Recuadro 8-5. Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (RESPEL)

(Autores: Jaime Eduardo Ramírez Henríquez y Martha Cecilia Hoyos Calvete Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

El Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos es el instrumento de captura de información mediante el cual el país gestiona información normalizada, homogénea, sistemática y geo-referenciada sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos (RESPEL) originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales que en el mismo se desarrollan.

Este instrumento se encuentra diseñado por módulos de acuerdo con el perfil del usuario que accede al sistema, de la siguiente manera: un módulo de diligenciamiento (para los generadores), un módulo de administración regional o local (para las autoridades ambientales) y un módulo de administración nacional (para el IDEAM) según el diagrama siguiente:



CAR—Corporaciones Autónomas Regionales; AAU—Autoridades Ambientales de Grandes Centros Urbanos; CDS—Corporaciones para el Desarrollo Sostenible; IDEAM—Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; SIAC—Sistema de Información Ambiental de Colombia.

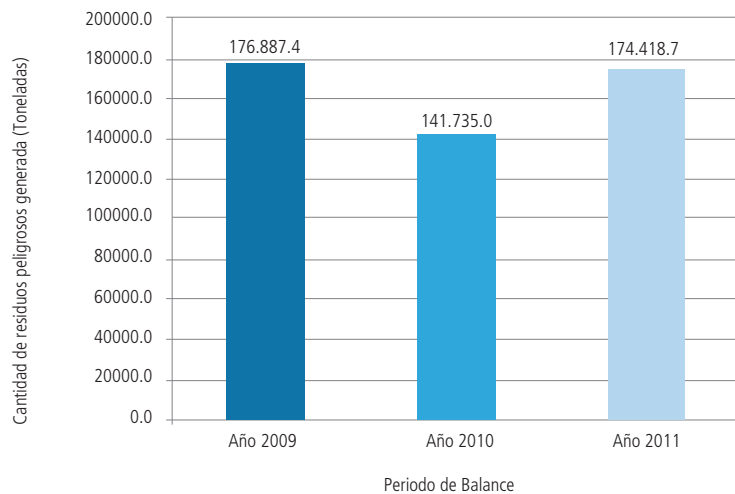
El módulo de diligenciamiento del Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos está conformado por tres capítulos: el Capítulo I compila la información referente a la identificación de la empresa, entidad u organización, del establecimiento generador de residuos o desechos peligrosos y del responsable del diligenciamiento de la información en el Registro; el Capítulo II captura la información del tipo y consumo de las materias primas y bienes consumibles utilizados por el establecimiento, que pueden incidir en la generación de residuos o desechos peligrosos y sobre los bienes y servicios ofrecidos por este; y finalmente, el Capítulo III captura la información sobre la generación anual de residuos o desechos peligrosos originados en el establecimiento y sobre el manejo que el generador dio a estos, discriminados por tipo de residuo.

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 1362 del 2 de agosto de 2007 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos es diligenciado vía web directamente por los establecimientos generadores de este tipo de residuos a nivel nacional; las autoridades ambientales son responsables de la revisión de la información consignada por los generadores y de realizar la transmisión de dicha información al IDEAM. Por su parte, una vez el IDEAM recibe en el Sistema de Información Ambiental la información transmitida por parte de las autoridades ambientales, debe poner a disposición del público en su página web las salidas de información nacionales consolidadas referentes a las cantidades anuales de residuos o desechos peligrosos generados por actividad productiva, por corriente o tipo de residuos, por tipo de residuos almacenados, aprovechados, tratados y dispuestos y demás indicadores que considere de interés.

8.3.1 Reporte de generación de residuos o desechos peligrosos en Colombia, según el RESPEL

En el año 2011, la generación de residuos o desechos peligrosos fue de 174.418,7 toneladas, cifra superior a las 141.735,0 toneladas generadas en 2010 (Figura 8-12); este incremento puede atribuirse por una parte al crecimiento de la economía en Colombia en 2011 respecto a 2010 (5,9%)¹⁶, así como al aumento en la transmisión de registros al IDEAM por parte de algunas autoridades ambientales con relación al periodo de balance del año 2010. Es importante aclarar que no necesariamente a mayor número de registros transmitidos corresponderá mayor cantidad de residuos o desechos peligrosos reportada; la mayor o menor cantidad de estos residuos dependerá más del tipo de generador asociado a los registros transmitidos y a la gestión que estén realizando los establecimientos en cuanto a prevención y minimización de los residuos peligrosos en los procesos que desarrollan.

Figura 8-12. Generación de residuos peligrosos en el periodo 2009 a 2011



La generación de residuos peligrosos reportada a través del Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos para 2011 guarda mayor relación con la reportada para 2009, que fue de 176.887,4 toneladas.

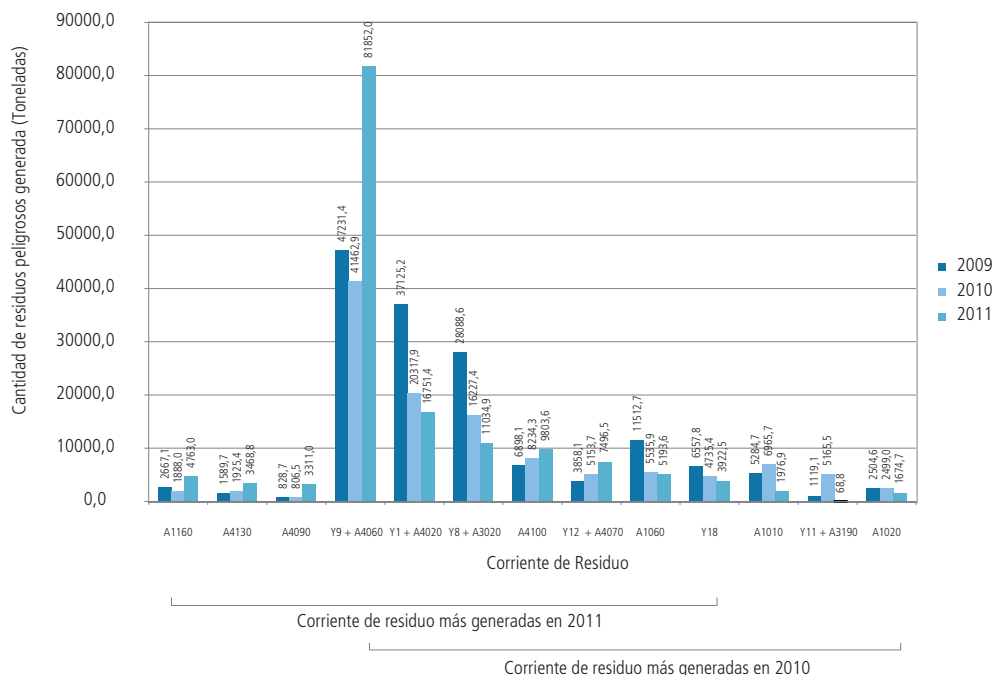
8.3.1.1 Generación de residuos peligrosos por corriente o tipo de residuo

En la Figura 8-13 se puede observar la distribución de la generación en 2011 (comparada con 2009 y 2010) de residuos peligrosos por corriente de residuos, que muestra claramente que las mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9+A4060) fue el residuo o desecho peligroso que más se generó en el país (47% de la generación nacional para el 2011), lo que es concordante con el crecimiento del sector de explotación de minas y canteras (que incluye al petróleo) alcanzado durante dicho año; este fue precisamente el sector económico que presentó la mayor variación porcentual anual en 2011, con un 18,1%¹⁷. Otra corriente de residuos que para 2011 aportó el 10% de la generación de residuos o desechos peligrosos en el país fue la de los residuos clínicos y afines (Y1+A4020), que comprensiblemente se generan en todo el país por la prestación de servicios de salud. Otras corrientes de residuo que aportaron en más del 5% a la generación de residuos en 2011 fueron los aceites usados (Y8+A3020) y los desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales (A4100).

¹⁶ DANE. Dirección de síntesis y cuentas nacionales.

¹⁷ DANE. Dirección de síntesis y cuentas nacionales. Marzo de 2012.

Figura 8-13. Corrientes de residuos más generadas en los años 2010 y 2011, comparadas con la generación de 2009



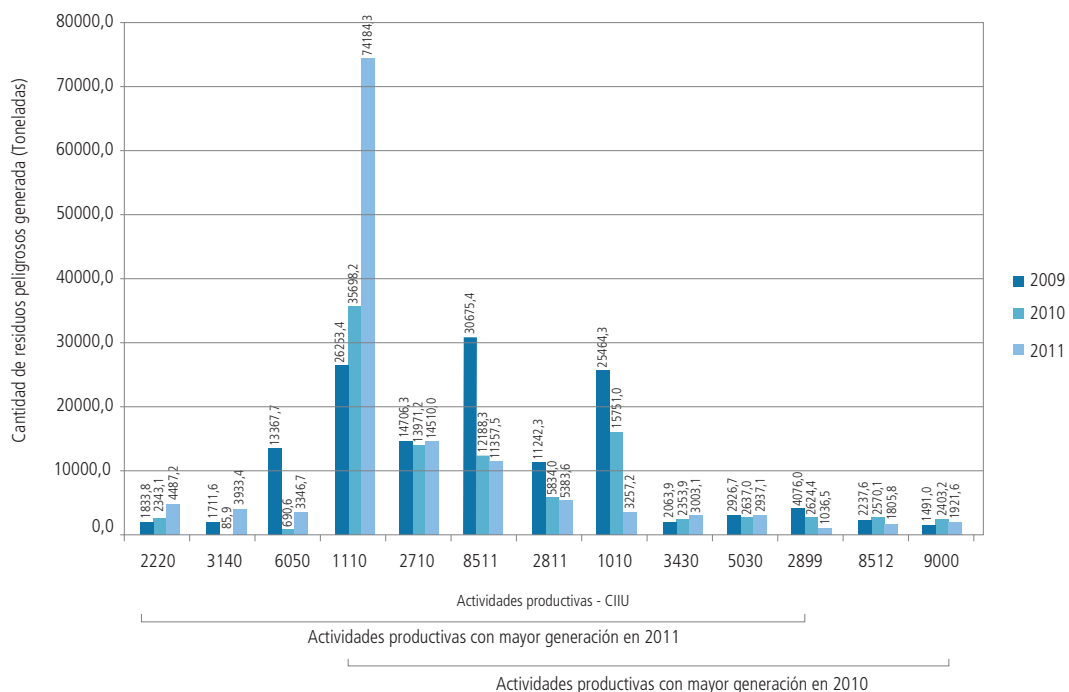
A1160- Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados; A4130- Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el Anexo I del Decreto 4741 de 2005, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del Anexo III del mismo decreto; A4090- Desechos de soluciones ácidas o básicas; Y9+A4060- Mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua; Y1+A4020- Desechos clínicos y afines; Y8+A3020- Aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados; A4100- Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales; Y12+A4070- Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices; A1060- Líquidos de desechos del decapaje de metales; Y18- Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales; A1010- Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio; Y11+A3190- Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirólitico; A1020- Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio (compuestos de antimonio), berilio (compuestos de berilio), cadmio (compuestos de cadmio), plomo (compuestos de plomo), selenio (compuestos de selenio), telurio (compuestos de telurio).

8.3.1.2 Generación de residuos peligrosos por actividad productiva (CIU)

Las actividades productivas que en mayor proporción aportaron a la generación total de residuos o desechos peligrosos en los años 2010 y 2011 se muestran en la Figura 8-14. En concordancia con la considerable generación de la corriente (Y9+A4060) expuesta anteriormente, la actividad productiva (1110) correspondiente a la extracción de petróleo crudo y de gas natural fue la que aportó la mayor cantidad de residuos peligrosos en 2010 y 2011, con el 42,5% del total de los residuos o desechos peligrosos generados en 2011 y el 25,2% en el año 2010; en segundo lugar, la actividad productiva (2710), industrias básicas del hierro y del acero, representó el 8,3% del total generado en 2011 y el 9,9% del total generado en 2010; y en tercer lugar, la actividad (8511), actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud con internación, representó el 6,5% de la generación nacional en 2011 y el 8,6% en 2010.

En la Figura 8-14 se puede apreciar que las actividades de impresión (2220), la fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas (3140), la fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores (3430) y especialmente de extracción de petróleo crudo y gas natural (1110) aumentaron la generación de residuos peligrosos para el año 2011, con respecto a lo reportado para el año 2009, en 145%, 130%, 46% y 183% respectivamente. Algunas actividades productivas que reportaron una generación de residuos peligrosos similar entre los años 2009, 2010 y 2011 fueron las correspondientes a las industrias básicas del hierro y del acero (2710) y el comercio de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores (5030), las cuales no mostraron variaciones superiores a las 750 toneladas y a las 300 toneladas respectivamente, entre las cantidades reportadas para los años analizados.

Figura 8-14. Actividades productivas que más aportaron a la generación de residuos peligrosos en los años 2010 y 2011, comparadas con la generación de 2009



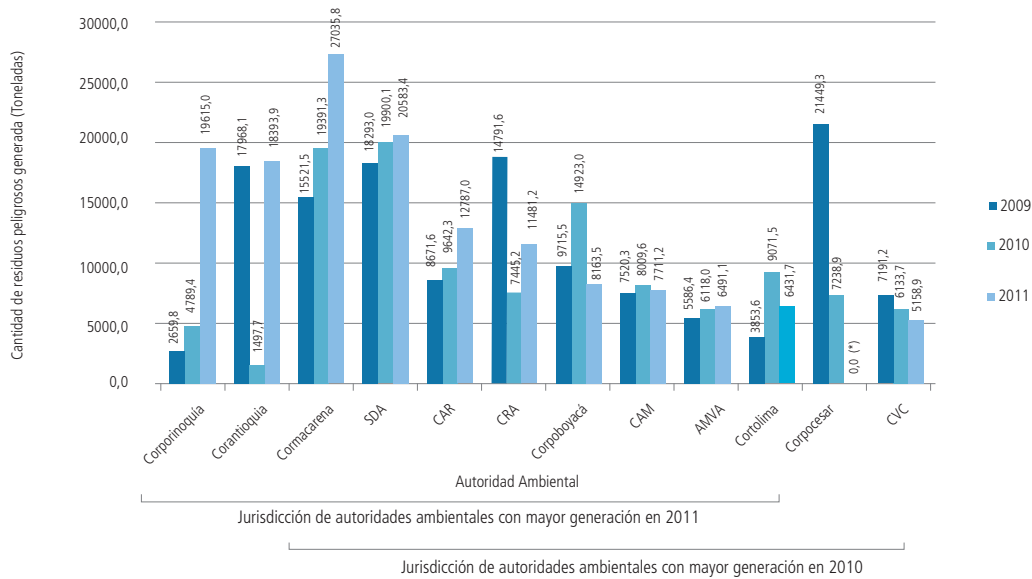
2220- Actividades de impresión; 3140- Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas; 6050- Transporte por tuberías; 1110- Extracción de petróleo crudo y de gas natural; 2710- Industrias básicas del hierro y del acero; 8511- Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación; 2811- Fabricación de productos metálicos para uso estructural; 1010- Extracción y aglomeración de hulla-carbón de piedra; 3430- Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores; 5030- Comercio de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores; 2899- Fabricación de otros productos elaborados de metal ncp; 8512- Actividades de la práctica médica; 9000- Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares.

8.3.1.3 Generación de residuos peligrosos por jurisdicción de autoridad ambiental

En cuanto a la generación de residuos o desechos peligrosos en distintas zonas geográficas del país y dada la marcada diferencia entre la generación de residuos peligrosos derivados de la actividad de extracción de petróleo crudo y de gas natural y las demás actividades productivas que se desarrollan en el país, se encontró que la mayor generación de residuos o desechos peligrosos se concentra en jurisdicción de las autoridades ambientales en las cuales hay actividad de exploración y explotación petrolera tales como la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), la Corporación

Autónoma Regional de la Orinoquía (Corporinoquia), la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) y la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) entre otras, en concordancia con las cifras presentadas por corrientes de residuos y actividades económicas. Así mismo, se esperaba una alta generación en los corredores industriales cercanos a los principales centros urbanos del país, esto es jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), tal como se muestra en la Figura 8-15.

Figura 8-15. Jurisdicciones de autoridades ambientales con mayor generación de residuos peligrosos en los años 2010 y 2011, comparadas con la generación de 2009



(*)= No realizó transmisión de registros de 2011.

Corporinoquia– Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía; Corantioquia– Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia; Cormacarena– Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena; SDA– Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá; CAR– Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; CRA– Corporación Autónoma Regional del Atlántico; Corpoboyacá– Corporación Autónoma Regional de Boyacá; CAM– Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena; AMVA– Área Metropolitana del Valle de Aburrá; Cortolima– Corporación Autónoma Regional del Tolima; Corpoesar– Corporación Autónoma Regional del Cesar; CVC– Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.

Se resalta el hecho que la jurisdicción de Corpoesar presentó en los años 2009 y 2010 (especialmente el año 2009) una generación de residuos peligrosos importante con relación a la generación total nacional de dichos años, mientras que para el año 2011 no presenta datos de generación de residuos peligrosos, dado que no realizó para el año 2011 la transmisión de los registros de residuos o desechos peligrosos declarados por los generadores en su jurisdicción.

8.3.2 Manejo de los residuos o desechos peligrosos en Colombia

El Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos captura información, por cada corriente de residuo o desecho peligroso, sobre las cantidades que fueron manejadas durante el periodo de balance declarado, ya sea mediante almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento o disposición final; esto independientemente de cuándo fueron

generados los residuos; es decir, los generadores reportan la gestión de los residuos en el año en que la realizaron, sin importar si estos fueron generados durante ese mismo periodo de balance o en periodos de balance anteriores. Es por ello que las cantidades gestionadas de un residuo o desecho peligroso durante un año determinado pueden no coincidir con las cantidades generadas de este en ese mismo año.

De otra parte, es importante tener en cuenta que el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos calcula la cantidad total generada de residuos peligrosos para un año determinado, de acuerdo con la información sobre el manejo (almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final) que el generador reporta en dicho sistema de información, de la siguiente manera:

- Cantidad de residuos peligrosos almacenada en las instalaciones del generador al final del periodo de balance menos la cantidad de residuos peligrosos almacenada en las instalaciones del generador al inicio del periodo de balance (A).
- Cantidad de residuos peligrosos almacenada por terceros al final del periodo de balance menos la cantidad de residuos peligrosos almacenada por terceros al inicio del periodo de balance (B).
- Cantidad de residuos peligrosos aprovechada y/o valorizada por terceros durante el periodo de balance (C).
- Cantidad de residuos peligrosos tratada por terceros durante el periodo de balance (D).
- Cantidad de residuos peligrosos dispuesta por el generador durante el periodo de balance (E).
- Cantidad de residuos peligrosos dispuesta por terceros durante el periodo de balance (F).

El cálculo de la Cantidad Total de Residuos o Desechos Peligrosos generada en el periodo de balance lo efectúa el aplicativo del Registro mediante la siguiente ecuación:

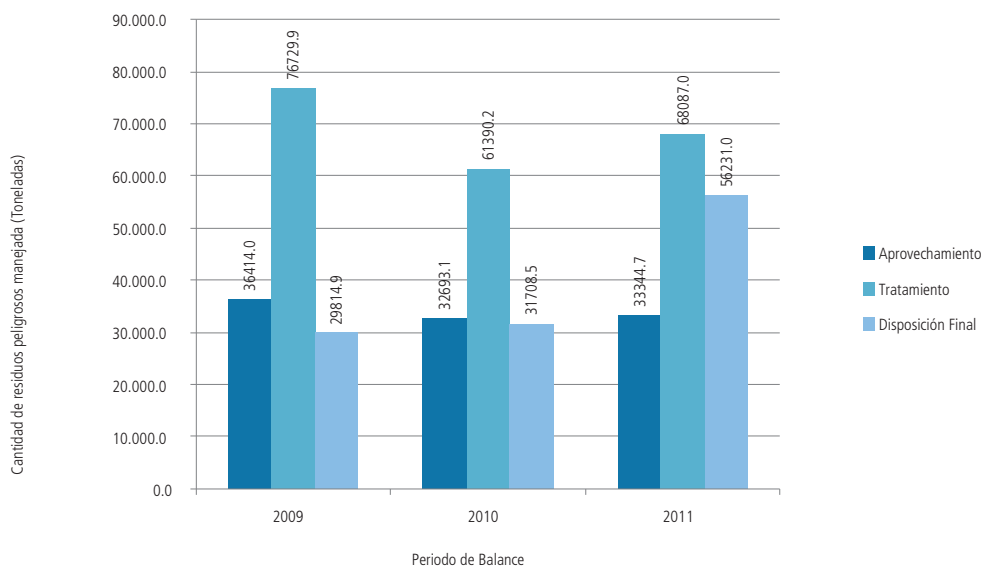
$$\text{Ecuación: Cantidad total de residuos peligrosos generada: } A + B + C + D + E + F$$

Como se puede apreciar en la anterior ecuación, los residuos o desechos peligrosos generados de uno o varios procesos específicos que realice un generador, que sean aprovechados y/o tratados por este, es decir, al interior del establecimiento generador, no se incluyen dentro del cálculo de la generación total de residuos peligrosos por no ser considerados residuos generados por el establecimiento (lo son de procesos internos específicos mas no han sido aún residuos del establecimiento). Por el contrario, sí quedan incluidas las cantidades de residuos o desechos peligrosos generadas por el establecimiento que sean aprovechadas y/o tratadas a través de terceros autorizados y las cantidades dispuestas tanto internamente (únicamente en el caso de celdas de seguridad del generador que hayan sido autorizadas) como externamente (a través de terceros autorizados).

Así, cuando se mencionen en el presente numeral los residuos peligrosos aprovechados y tratados, se estará haciendo referencia únicamente a aquellos que fueron manejados externamente, por terceros autorizados.

En la Figura 8-16 se relacionan las toneladas de residuos o desechos peligrosos que fueron aprovechadas, tratadas y dispuestas en los años 2010 y 2011, además de las cifras correspondientes al manejo de RESPEL en el país durante el año 2009.

Figura 8-16. Manejo de residuos o desechos peligrosos en los años 2009 a 2011



Así, durante el año 2011 se manejaron en el país un total de 157.662,7 toneladas de residuos o desechos peligrosos, de las cuales el 21,1% (33.344,7 toneladas) fueron aprovechadas y/o valorizadas, el 43,2% (68.087,0 toneladas) fueron tratadas y el 35,7% (56.231,0) fueron llevadas a disposición final. A 31 de diciembre de 2011 se encontraban en almacenamiento un total de 42.031,9 toneladas que no habían sido gestionadas.

El aprovechamiento y/o valorización de residuos peligrosos en 2011 que, de acuerdo con la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, debería ser la opción de manejo más utilizada, aumentó solo en 651,6 toneladas con respecto al año 2010, a pesar de que la generación total de estos residuos aumentó en más de 32.000 toneladas entre los dos años mencionados.

8.3.2.1 Aprovechamiento y/o valorización de residuos o desechos peligrosos

Por aprovechamiento y/o valorización de residuos o desechos peligrosos se entienden aquellas actividades orientadas a recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de procesos como la recuperación, el reciclado o la regeneración¹⁸. En Colombia durante el año 2010 fueron manejadas por medio de aprovechamiento y/o valorización 32.693,1 toneladas de residuos peligrosos mientras que para el año 2011 el aprovechamiento de residuos peligrosos aumentó ligeramente a 33.344,7 toneladas.

La Figura 8–17 muestra que la corriente Y9+A4060 de mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua fue la que presentó el mayor aprovechamiento y/o valorización de residuos peligrosos en el año 2011, acorde a que fue la corriente de residuo más generada en el país durante dicho año con el 47% de la generación total nacional. Asociada a esta corriente de residuos fueron reportadas por los generadores, principalmente las operaciones de regeneración u otra reutilización de aceites usados (R9)¹⁹ y tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico (R10). Entre los residuos reportados por el sector de hidrocarburos que fueron clasificados en la corriente de residuo Y9+A4060 y manejados por aprovechamiento están entre otros lodos y materiales diversos contaminados con hidrocarburos, borras y lodos aceitosos.

¹⁸ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Artículo 3°.

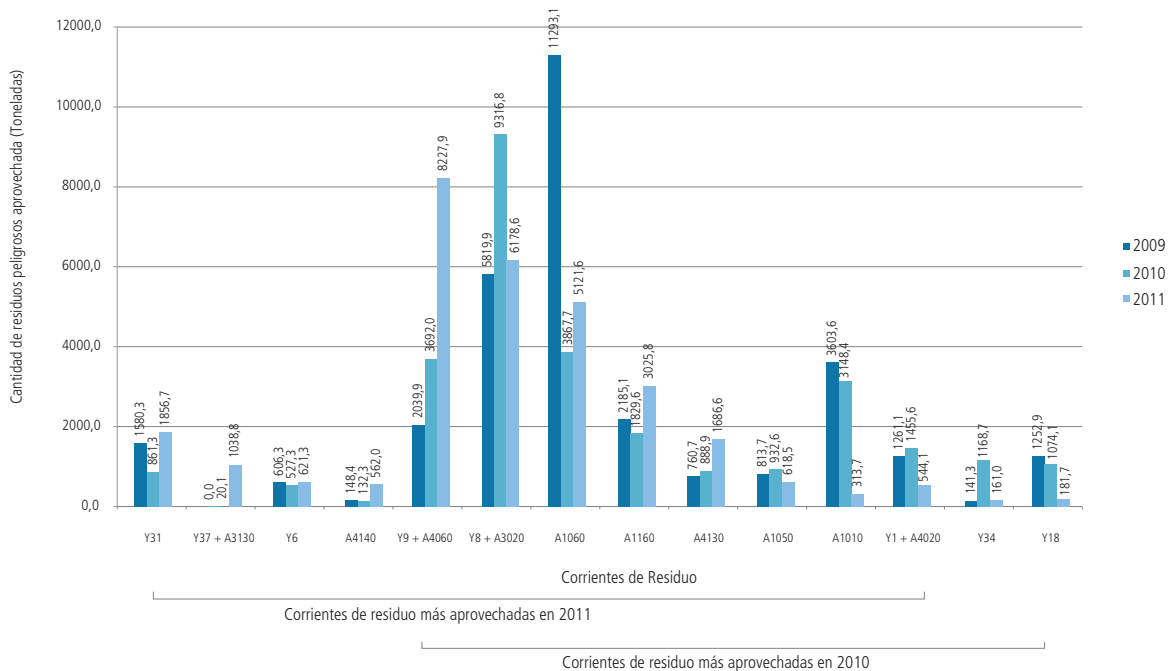
¹⁹ Operaciones de aprovechamiento codificadas por el Convenio de Basilea en el Anexo VIB (de R1 a R12). Ver Figura 24.

Otra corriente de residuo que presentó incremento en el año 2011 frente a 2010 y 2009 en el aprovechamiento y/o valorización fue la A4130, correspondiente a envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el Anexo I del Decreto 4741 de 2005, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del Anexo III del mismo decreto, que fue asociada al reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos (R4).

Por su parte, las corrientes Y31 de desechos de plomo y sus compuestos, Y37+A3130 de desechos que contienen compuestos orgánicos de fósforo, Y6 de desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos, A4140 de desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del Anexo I, y que muestran las características peligrosas del Anexo III, A1060 de líquidos de desechos del decapaje de metales y A1160 de acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados, presentaron incremento frente a las cifras de 2010 y fueron aprovechadas en 2011 mediante reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos (R4) y recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación (R7), principalmente.

De otro lado, la corriente A1060 de líquidos de desechos del decapaje de metales disminuyó marcadamente en aprovechamiento de 2009 a 2010; esta corriente ha sido generalmente manejada por reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos (R4). La corriente Y8+A3020 de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados disminuyó el aprovechamiento de 2010 a 2011 e históricamente ha sido manejada principalmente por regeneración u otra reutilización de aceites usados (R9).

Figura 8-17. Principales corrientes de residuos manejadas mediante aprovechamiento y/o valorización en los años 2010 y 2011, comparadas con el año 2009



Y31– Desechos que tengan como constituyentes: plomo, compuestos de plomo; Y37+A3130– Desechos que tengan como constituyentes: compuestos orgánicos de fósforo; Y6– Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos; A4140– Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del Anexo I, y que muestran las características peligrosas del Anexo III; Y9+A4060– Mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua; Y8+A3020– Aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados; A1060–Líquidos de desechos del decapaje de metales;

A1160– Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados; A4130– Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el Anexo I del Decreto 4741 de 2005, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del Anexo III del mismo decreto; A1050– Lodos galvánicos; A1010– Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio; Y1+A4020– Desechos clínicos y afines; Y18– Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

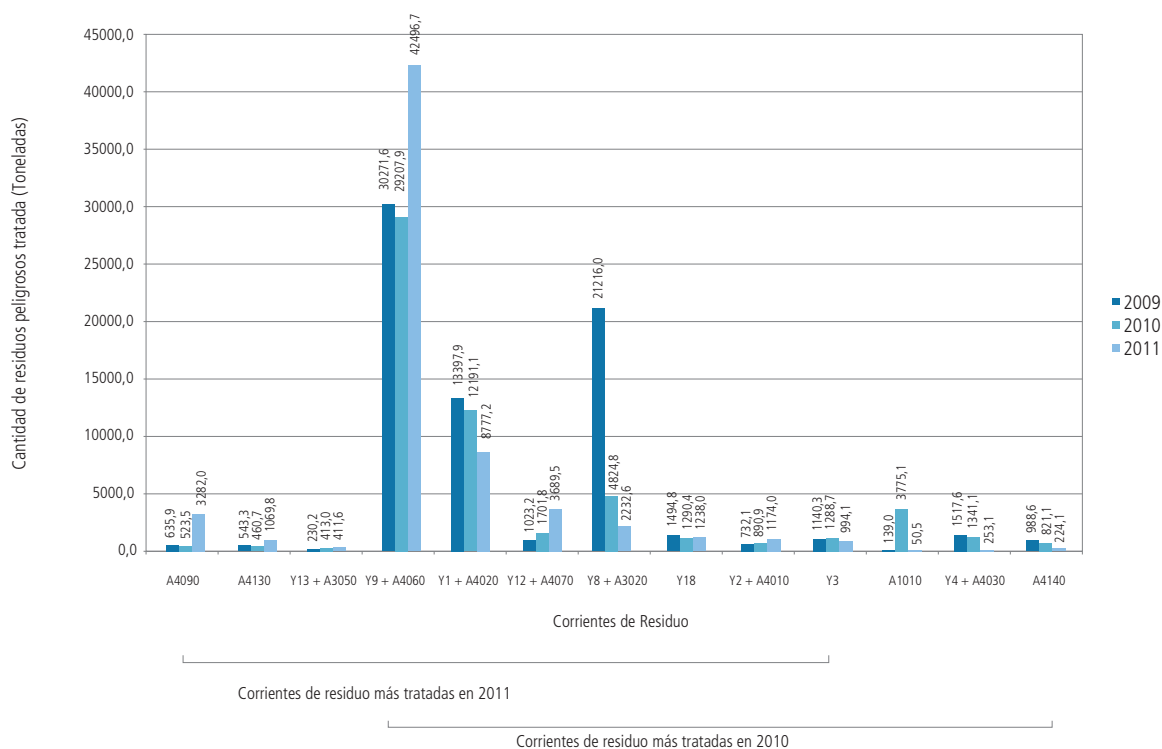
8.3.2.2 Tratamiento de residuos o desechos peligrosos

Se entiende por tratamiento aquellas operaciones o procesos mediante los cuales se modifican las características de los residuos teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para minimizar los impactos negativos para la salud humana y el ambiente²⁰, previo a su disposición final.

Durante el año 2011 fueron tratadas en el país 68.087,0 toneladas de residuos o desechos peligrosos y durante el año 2010 se trataron 61.390,2 toneladas.

En la Figura 8-18 aparecen las corrientes de residuos que fueron tratadas en mayor cantidad durante los años 2010 y 2011, comparadas con las cantidades tratadas en 2009. Se destacan los residuos de la corriente Y9+A4060 de mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua como la tratada en mayor proporción durante los tres años; otra corriente de residuo que ha sido históricamente significativa en cuanto a operaciones de tratamiento es la Y1+A4020, correspondiente a los residuos clínicos y afines, ya que de manera generalizada en el país este tipo de residuos son sometidos a incineración (tratamiento térmico).

Figura 8-18. Principales corrientes de residuos manejadas mediante tratamiento en los años 2010 y 2011, comparadas con el año 2009



²⁰ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Artículo 3°.

A4090– Desechos de soluciones ácidas o básicas; A4130 – Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el Anexo I del Decreto 4741 de 2005, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del Anexo III del mismo decreto; Y13+A3050– Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos; Y9+A4060– Mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua; Y1+A4020– Desechos clínicos y afines; Y12+A4070– Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices; Y8+A3020– Aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados; Y18– Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales; Y2+A4010– Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos; Y3– Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos; A1010– Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio; Y4+A4030– Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos; A4140– Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del Anexo I del Decreto 4741 de 2005, y que muestran las características peligrosas del Anexo III del mismo Decreto.

8.3.2.3 Disposición final de residuos o desechos peligrosos

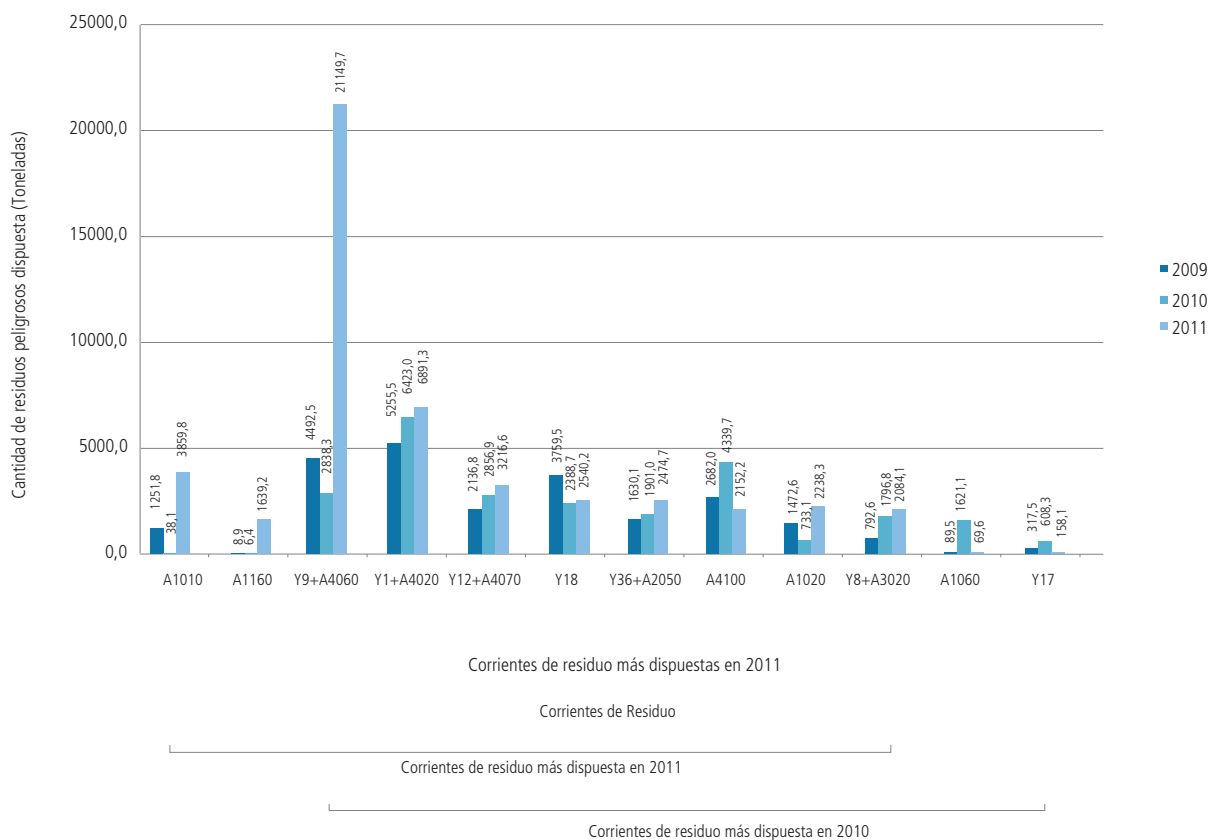
Se entiende por disposición final al proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, como por ejemplo los rellenos de seguridad o las celdas de seguridad, para evitar la contaminación y los daños a la salud humana y al ambiente²¹. Durante el año 2011 se manejaron por disposición final 56.231,0 toneladas de residuos o desechos peligrosos y en el año 2010 se manejaron 31.708,5 toneladas.

En la Figura 8-19 se muestran las corrientes de residuo que fueron llevadas a disposición final en mayor cantidad durante los años 2010 y 2011, comparada con las cantidades dispuestas en 2009. Se destacan nuevamente los residuos de la corriente Y9+A4060 de mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua como la dispuesta en mayor cantidad durante 2011, seguida de los residuos de la corriente Y1+A4020 de residuos clínicos y afines, aunque en cantidades menores a las que fueron tratadas ese mismo año; también aparece la corriente A1010 correspondiente a desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio y talio, como una de las corrientes manejadas por medio de disposición final en 2011.

De la Figura 8-19 se puede apreciar que aquellas corrientes que presentan una tendencia a aumentar las cantidades llevadas a disposición final durante el periodo 2009–2011, fueron: los residuos clínicos y afines (Y1+A4020); los desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (Y12+A4070); los residuos de asbesto en polvo y fibras (Y36+A2050); y los aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados (Y8+A3020). Estas corrientes de residuo aumentaron las cantidades manejadas por medio de disposición final en un 31%, un 51%, un 52%, y un 163% en lo reportado en 2011 con respecto al año 2009, respectivamente.

²¹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Artículo 3º.

Figura 8-19. Principales corrientes de residuos llevadas a disposición final en los años 2010 y 2011, comparadas con el año 2009



A1010– Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, plomo, mercurio, selenio, telurio, talio; A1160– Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados; Y9+A4060– Mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua; Y1+A4020– Desechos clínicos y afines; Y12+A4070– Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices; Y18– Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales; Y36+A2050– Desechos que tengan como constituyente asbesto (polvo y fibras); A4100– Desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales; A1020– Desechos que tengan como constituyentes o contaminantes, excluidos los desechos de metal en forma masiva, cualquiera de las sustancias siguientes: antimonio (compuestos de antimonio), berilio (compuestos de berilio), cadmio (compuestos de cadmio), plomo (compuestos de plomo), selenio (compuestos de selenio), telurio (compuestos de telurio); Y8+A3020– Aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados; A1060– Líquidos de desecho del decapaje de metales; Y17– Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.

Recuadro 8-6. Estado de los espacios públicos y zonas verdes en los asentamientos urbanos en Colombia

(Autor: Lina María Carreño Correa y Max Alberto Toro Bustillo,
Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

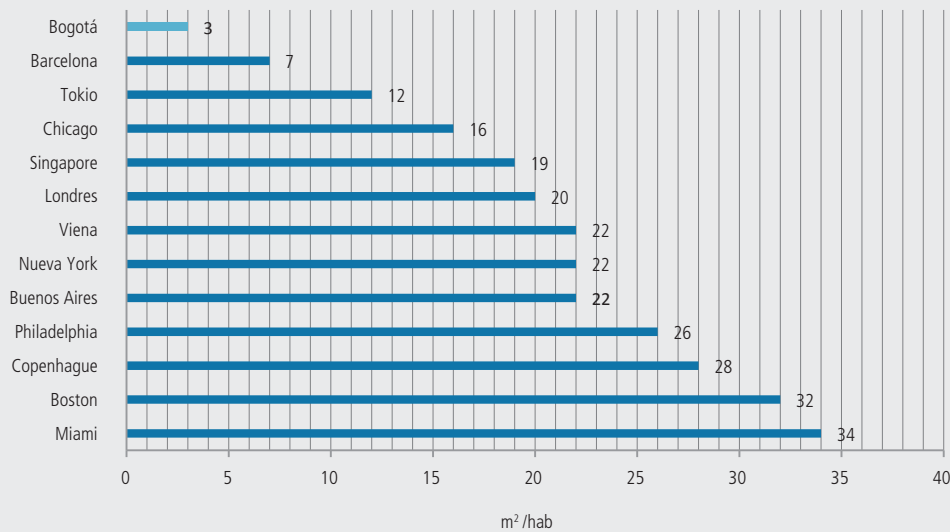
Las zonas verdes, espacios verdes, zonas de amortiguación y sitios de recreación entre otros constituyen uno de los más eficaces instrumentos de gestión ambiental urbana y de mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Los más altos estándares en este sentido son ostentados por ciudades de países con un gran desarrollo humano. Los impactos asociados al desarrollo de amenidades urbanas, no solo se ven reflejados en el crecimiento del precio del suelo urbano, sino en la disminución de indicadores de mortalidad violenta o reducción de enfermedades ambientales, por ejemplo como las que se derivan de la contaminación del aire y del agua.

Espacios públicos

El promedio mundial de Espacio Público por habitante para el año 2007 fue de 20m²/hab. De las trece (13) ciudades analizadas siete (7) poseen más de 20m²/hab, de las cuales la única de la región América Latina y el Caribe ubicada en este grupo es Buenos Aires, el resto son ciudades norteamericanas o europeas. Bogotá se ubica en el último puesto al poseer solamente 3 m²/hab, mientras la primera ciudad es Miami con 34 m²/hab. La posición de Bogotá y del resto de ciudades del país, refleja que Colombia está muy lejos de alcanzar la recomendación de mínimo 15m²/hab de la Organización Mundial de la Salud (Departamento Nacional de Planeación, 2012, págs. 7-8) (ver figura abajo).

Figura: Situación del espacio público por habitante en Bogotá frente a otras metrópolis mundiales



Fuente de los datos: IDRD. Cálculos DNP-DDU, 2006. Tomado de (Departamento Nacional de Planeación, 2012).

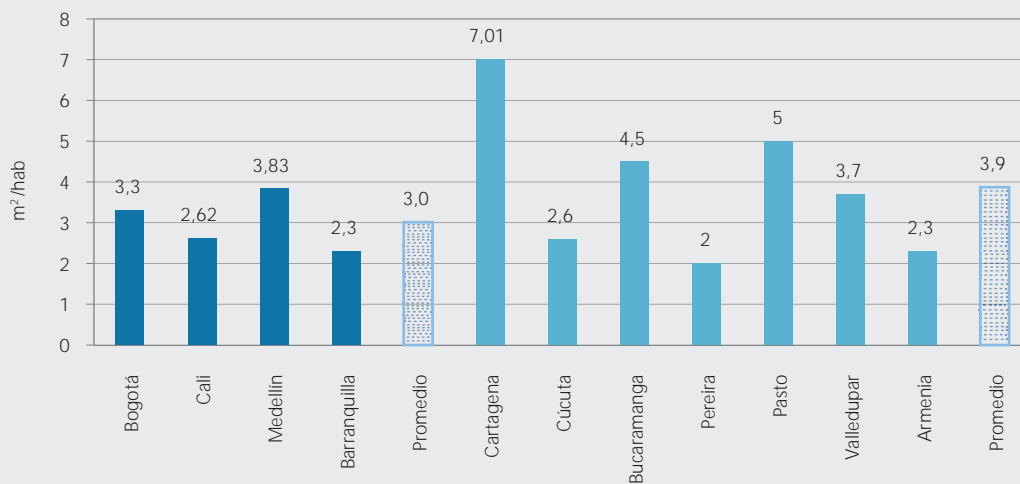
En Colombia el espacio público se define según el Artículo 2° del Decreto 1504 de 1998 como el “conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales de los habitantes” y según el Artículo 5° del mismo Decreto el espacio público “está conformado por el conjunto de elementos constitutivos naturales, constitutivos artificiales o construidos y complementarios”.

Para monitorear la eficacia en la planeación y gestión del espacio público en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) frente a la mejora en la oferta del espacio público en las áreas urbanas y distritos del país se emplea el índice mínimo de Espacio Público Efectivo (EPE), el cual permite “medir el déficit cuantitativo... del espacio público de carácter permanente, conformado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas” según el Artículo 12° del Decreto 1504 de 1998, y este debe ser mínimo de 15m² por habitante (Artículo 14°, Decreto 1504 de 1998) (Presidencia de la República de Colombia & Ministerio de Desarrollo Económico, 1998).

En la Figura abajo se presenta el Espacio Público Efectivo (EPE) para el año 2010 en algunas ciudades del país, las de color azul son las ciudades con más de un millón de habitantes y las de color naranja son aquellas con poblaciones menores a un millón de habitantes.

Medellín posee el mayor EPE de las cuatro ciudades con más de un millón de habitantes con 3,83 m²/hab, la ciudad con el menor EPE es Barranquilla con 2,3 m²/hab y el promedio es de 3,0 m²/hab. En cuanto a las ciudades con una población menor a un millón de habitantes, el promedio es 3,9 m²/hab. Cartagena reporta el mayor EPE con 7,01 m²/hab, seguida por Pasto con 5m²/hab y la que menor EPE reporta es Pereira con 2m²/hab. Ninguna de las ciudades expuestas alcanza a cumplir la recomendación de 15m²/hab de la Organización Mundial de la Salud y del Decreto 1504 de 1998.

Figura: Espacio Público Efectivo por habitante ciudades colombianas en el año 2010



Fuente: Municipios y Distritos. Elaboró: DNP-DDU (2010). Tomado de Departamento Nacional de Planeación, 2012; Planeación Municipal. Tomado de Programa Cali Cómo Vamos, 2011; Metroinformación. Tomado de Programa Medellín Cómo Vamos, 2012 y Gerencia de espacio público y movilidad. Tomado de Programa Cartagena Cómo vamos, s.f.

Además, el Conpes 3718 de 2012 indica que la medición del déficit cuantitativo en el país ha presentado dificultades para su realización como son:

- Falta de precisión en la aplicación de conceptos establecidos por la norma (espacio público – espacio público efectivo – elementos constitutivos naturales, artificiales y complementarios).
- Metodologías e instrumentos de medición inadecuados.

- Debilidades técnicas (recurso humano) y tecnológicas (SIG) para la medición.
- Dificultades en el reporte y entrega, e imprecisión de la información relacionada con áreas de cesión destinadas a espacio público en proyectos de urbanización y construcción por parte de los constructores (Departamento Nacional de Planeación, 2012).

Arborización en las principales ciudades de Colombia.

Las zonas verdes y los árboles prestan múltiples servicios ambientales y sociales dentro de las áreas urbanas. Los servicios ambientales que prestan son: captación de agua pluvial hacia los mantos de los acuíferos; generación de oxígeno; disminución de los efectos de las llamadas "islas de calor"; disminución de la erosión y representan lugares de refugio, protección y alimentación de la fauna silvestre (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2010). Además, permiten mejorar la calidad del aire y del recurso hídrico; reducir los niveles de contaminación por ruido y los riesgos asociados a deslizamientos, y embellecen los entornos (Programa Medellín Cómo Vamos, 2011).

Los servicios sociales que ofrecen las zonas verdes y los árboles son: recreación activa y pasiva; esparcimiento, lugares para hacer deporte (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2010) que repercuten en bajos niveles de estrés y una mejora en la salud física y mental de los habitantes de la ciudad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que las ciudades deben poseer un árbol por cada tres personas (Programa Medellín Cómo Vamos, 2012). La ciudad de Medellín cuenta con un árbol por cada cuatro personas, es decir, 0,25 árboles por habitante, siendo al ciudad que en Colombia se acerca más a la recomendación de la OMS (Programa Medellín Cómo Vamos, 2011).

La ciudad de Cali cuenta con 0,1 (aprox.) árboles por habitante (Programa Cali Cómo Vamos, 2011) y la ciudad de Bogotá cuenta con 0,16 (aprox.) árboles por cada habitante, lo que significa que a cada 6 personas le corresponde un árbol (Secretaría Distrital de Ambiente, 2010b). Teniendo en cuenta la meta de la OMS de un árbol por cada tres personas (Programa Medellín Cómo Vamos, 2012), ninguna de las dos ciudades cumple dicha meta.

8.4 Bibliografía contaminación del aire y residuos

Alcaldía de Santiago de Cali. (17 de agosto de 2011). Tiendas escolares saludables de Cali, modelo para América Latina. Obtenido de <http://www.cali.gov.co/publicaciones.php?id=41014>

Alcaldía de Santiago de Cali. (2 de agosto de 2012). Promoción en Estilos de Vida Saludable. Obtenido de <http://www.cali.gov.co/salud/publicaciones.php?id=44800>

Alcaldía de Medellín & Secretaría de Salud de Medellín. (2012). Estilos de vida saludable. ¿Qué es Medellín en Movimiento – Estilos de Vida Saludable? Obtenido de <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://9f51b-56dca04cd033308358866dd7381>

Aluna Consultores Ltda. (2011). Estudio Nacional del Reciclaje y los Recicladores. Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas. Bogotá.

ANDI. (2009). *Cámara Industria Pula, Papel y Cartón. Información general. Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de <http://www.andi.com.co/pages/comun/infogeneral.aspx?id=15&Tipo=2>*

ANDI. (2010). *Informe Estadístico 2010. Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de [http://www.andi.com.co/Archivos/file/Pulpa_papel_carton/Consumo_aparente_2010\(2\).xls](http://www.andi.com.co/Archivos/file/Pulpa_papel_carton/Consumo_aparente_2010(2).xls)*

Banco Mundial. (2012). 'Study 2: environmental health in Colombia: an economic assessment of health effects', en *Colombia: Strengthening environmental and natural resources institutions. Reporte número 71443-CO.*

BID, AIDIS, OPS & OMS. (2011). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC 2010. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), Organización Panamericana de la Salud (OPS) & Organización Mundial de la Salud (OMS).*

Caballero, A., Torres Duque, C., Jaramillo, C., Bolívar, F., Sanabria, F., Osorio, P., y otros. (2008). *Prevalence of COPD in Five Colombian Cities Situated at Low, Medium, and High Altitude (PREPOCOL Study). Chest, 133(2), 342 – 349.*

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2008). *Análisis de la producción de residuos sólidos de pequeños y grandes productores, determinación de factores de producción de residuos sólidos de los usuarios residenciales, revisión de la regulación vigente y cálculo de costos asociados. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), Bogotá D. C.*

Departamento Nacional de Planeación. (31 de enero de 2012). *Consejo Nacional de Política Económica y Social – Conpes – 3718. Política Nacional del Espacio Público. 41. Bogotá D.C, Colombia.*

Desai, M. A., Mehta, S., & Smith, K. R. (2004). *Indoor smoke from solid fuels. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. World Health Organization. Environmental Burden of Disease Series N° 4. Ginebra.*

Dherani, M., Pope, D., Mascarenhas, M., Smith, K. R., Weber, M., & Bruce, N. (2008). *Indoor air pollution from unprocessed solid fuel use and pneumonia risk in children aged under five years: a systematic review and meta-analysis. Bulletin of the World Health Organization, 86(5), 390 – 401.*

Ezzati, M., & Kammen, D. M. (2002). *The health impacts of exposure to indoor air pollution from solid fuels in developing countries: knowledge, gaps, and data needs. Environmental Health Perspectives, 110 (11), 1057–1068.*

Giles, L. V., Barn, P., Kunzli, N., Romieu, I., Mittleman, M. A., van Eeden, S., y otros. (2011). *From good intentions to proven interventions: effectiveness of action to reduce the health impacts of air pollution. Environmental Health Perspectives, 119(1), 29–36.*

Hospital de Usme. (2011). *Localidad de Usme. Diagnóstico Local de Salud con Participación Social. Hospital de Usme. I nivel E.S.E., Bogotá D. C.*

IAvH, IDEAM, IIA, Invemar, Sinchi. (2011). *Informe del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá D. C.*

IDEAM. (2006). Documento soporte norma de ruido ambiental. Convenio de asociación N° 038/04 (MAVDT) –112/04 (IDEAM). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Subdirección Estudios Ambientales, Bogotá D. C.

IDEAM. (2012). Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007–2010 . Bogotá: IDEAM.

Kurmi, O. P., Gaihre, S., Semple, S., & Ayres, J. G. (2011). Acute exposure to biomass smoke causes oxygen desaturation in adult women. *Thorax*, 66(8), 724–725.

Larsen, B. (2004). Los costos de los daños ambientales en Colombia. Bogotá: Banco Mundial.

Lawes, C. M., Vander Hoorn, S., Law, M. R., Elliott, P., MacMahon, S., & Rodgers, A. (2006). Blood pressure and the global burden of disease 2000. Part 1: estimates of blood pressure levels. *Journal of Hypertension*, 24(3), 413–422.

McCracken, J. P., Smith, K. R., Díaz, A., Mittleman, M. A., & Schawartz, J. D. (2007). Chimney Stove Intervention to Reduce Long-term Wood Smoke Exposure Lowers Blood Pressure among Guatemalan Women. *Environmental Health Perspectives*, 115(7), 996–1001.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & EPAM S.A ESP. (2008). Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos con alta tasa de biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Viceministerio del Ambiente, Bogotá D. C.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Colombia. VI Congreso Internacional Disposición Final de Residuos Sólidos y Perspectivas Ambientales. Pereira.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009). Instrumentos de planificación y desarrollo del servicio público de aseo, una prospectiva hacia la gestión integral de residuos sólidos. En V. y Ministerio de Ambiente (Ed.), 9° Congreso Internacional. Disposición Final del Residuos Sólidos y Perspectivas Ambientales. Armenia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). Gestión de Residuos Posconsumo. Recuperado el 20 de septiembre de 2012, de <http://www.andesco.org.co/site/assets/media/camara/ambiental/Feb%202011%20MAVDT.pdf>

Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2012). Informe Trimestral de las TIC – cifras 2T 2012. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/index.php/cifras>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Plan Decenal de Salud Pública. Obtenido de <http://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Paginas/Plan%20Decenal%20de%20Salud%20Publica.aspx>

Ministerio del Medio Ambiente. (1997). Política para la gestión integral de residuos. Ministerio del Medio Ambiente (Minambiente), Bogotá D. C.

Naciones Unidas. (2002). Programa 21. Capítulo 21. Agenda de la Conferencia de Río, ratificada en Johannesburgo 2002. Johannesburgo.

Nutbeam, D. (2000). *Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century*. *Health Promotion International*, 15(3), 259–267.

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización Mundial 2005*. Organización Mundial de la Salud (OMS), Ginebra, Suiza.

Panis, L. I., de Geus, B., Vandenbulcked, G., Willemsa, H., Degraeuwea, B., Bleuxa, N., y otros. (Junio de 2010). *Exposure to particulate matter in traffic: A comparison of cyclists and car passengers*. *Atmospheric Environment*, 44(19), 2263–2270.

Po, J., FitzGerald, J. M., & Carlsten, C. (2011). *Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: Systematic review and meta-analysis*. *Thorax*, 66(3), 232–239.

Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., y otros. (2002). *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution*. *Journal of the American Medical Association*, 287(9), 1132–1141.

Pope, C. A., Burnett, R. T., Thurston, G. D., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., y otros. (2004). *Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution*. *Journal American Heart Association*, 109, 71–77.

Presidencia de la República de Colombia & Ministerio de Desarrollo Económico. (4 de agosto de 1998). *Decreto 1504 de 1998 "Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial"*. Bogotá D. C., Colombia.

Profamilia. (2000). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Bogotá D. C.

Profamilia. (2005). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Bogotá D. C.

Profamilia. (2010). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Bogotá D. C.

Programa Bogotá Cómo Vamos. (2010). *Evaluación a la calidad de vida local en Bogotá 2009*. Recuperado el 23 de agosto de 2012, de http://www.bogotacomovamos.org/documentos/#Evaluación a la calidad de vida local en Bogotá 2009+page__1

Programa Bogotá Cómo Vamos. (5 de mayo de 2011). *Biblioteca. Evaluación de los cambios en la calidad de vida en Bogotá 2010*. Recuperado el 22 de agosto de 2012, de http://www.bogotacomovamos.org/media/uploads/documentobiblioteca/new/evaluacion_calidad_vida_bcv_2010.pdf

Programa Cali Cómo Vamos. (Mayo de 2010). *Informe evaluación de la calidad de vida en Cali, 2009*. Recuperado el 23 de agosto de 2012, de [http://www.calicomovamos.org.co/calicomovamos/files/1%20Calidad%20de%20Vida/INFORME%20CALIDAD%20VIDA%202009%20FINAL\(1\).pdf](http://www.calicomovamos.org.co/calicomovamos/files/1%20Calidad%20de%20Vida/INFORME%20CALIDAD%20VIDA%202009%20FINAL(1).pdf)

Programa Cali Cómo Vamos. (12 de mayo de 2011). *Evaluación de la calidad de vida en Cali 2010*. Recuperado en agosto 29 de 2012, de <http://www.ccc.org.co/content/wp-content/uploads/2011/05/CALIDAD-DE-VIDA-MAY12-2011-FINAL1.pdf>

Programa Medellín Cómo Vamos. (Abril de 2010). *Informe de calidad de vida de Medellín, 2009*. Recuperado el 23 de agosto de 2012, de <http://medellincomovamos.org/file/611/download/611>

Programa Medellín Cómo Vamos. (Abril de 2011). Informe de calidad de vida de Medellín 2010. (P. P. Restrepo Restrepo, & D. M. Ardila Londoño, Edits.) Recuperado el 29 de agosto de 2012, de <http://envivo.eafit.edu.co/EnvivoEafit/?p=3273>

Programa Medellín Cómo Vamos. (Mayo de 2012). Análisis de la evolución de la calidad de vida en Medellín, 2008–2011. Recuperado el 22 de agosto de 2012, de <http://medellincomovamos.org/bitcache/be72c1f03df3861d243bdca74ad150a-02f61ed56?vid=2017&disposition=inline&op=view>

Sánchez, E. (2006). Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia. Bogotá: Banco Mundial.

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2010). El portal de áreas verdes urbanas de la Secretaría del Medio Ambiente. Distrito Federal, México. Recuperado el 4 de septiembre de 2012, de <http://www.sma.df.gob.mx/avu/>

Secretaría Distrital de Ambiente. (10 de septiembre de 2010b). Observatorio ambiental de Bogotá. Tema: – Recurso: Vegetación/Estructuras – La Ciudad. Recuperado el 22 de agosto de 2012, de <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=&id=85#>

Shibuya, K., Mathers, C. D., & Lopez, A. D. (2001). Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): Consistent Estimates of Incidence, Prevalence and Mortality by WHO Region. World Health Organization, Global Programme on Evidence for Health Policy.

Smith, K. P. (2000). National burden of disease in India from indoor air pollution. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States, 97(24), 13286–13293.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2008). Informe situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), Bogotá D. C.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2008b). Diagnóstico sectorial: plantas de aprovechamiento de residuos sólidos. Recuperado el 9 de septiembre de 2012, de http://www.superservicios.gov.co/c/document_library/get_file?p_L_id=25030&folderId=25192&name=DLFE-8357.pdf

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (15 de junio de 2011). Disposición final de residuos sólidos en Colombia 2005–2011. Recuperado el 27 de agosto de 2012, de http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/conferencia_central/Presentacion%20RS_America%20Latina.pdf

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2011b). Diagnóstico de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia 2005–2010. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), Bogotá D. C.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2011c). Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia –Diagnóstico 2011–. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), Bogotá D. C.

The International Certification Network. (s.f). IQNET Database of Registered Organization. Consulta para Colombia. Obtenido de <http://www.iqnet-certification.com/index.php?page=dbregorg&liv1=1&liv2=&liv3=>

Viceministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Abril de 2012). Acciones desarrolladas en los proyectos de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en diferentes regiones del país. (G. Puerto Castro, Entrevistador). Bogotá D. C., Colombia.

Villegas, L. C. (16 y 17 de mayo de 2012). *Primer Congreso de Reciclaje*. Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de *Instalación Primer Congreso de Reciclaje. Presidente de la ANDI*: http://www.andi.com.co/pages/proyectos_paginas/proyectos_detail.aspx?pro_id=987&Id=15&clase=8&Tipo=2

World Health Organization. (2012). *Health Statistics and Health Information Systems – Metrics: Disability-adjusted life year (DALY)*. Obtenido de http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/

World Health Organization. (2001). *Global Burden of Disease (GBD) 2001 estimates*. Recuperado el 16 de agosto de 2012, de http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_regional_2001/en/index.html

World Health Organization. (2002). *The World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life*.

9

Contaminación del agua y vulnerabilidad en el abastecimiento de agua para consumo humano



La degradación de las cuencas colombianas; producto de la deforestación, pérdida de suelos, contaminación por metales pesados, por cargas orgánicas en diferentes formas, especialmente por basuras y desechos domésticos y la injerencia de la variabilidad climática; produce efectos sobre la capacidad de las mismas de mantener los flujos de agua necesarios para el abastecimiento de los acueductos y sistemas de abastecimiento y calidad del agua para consumo humano.

Esta condición se traduce en serias afectaciones a la salud de la población, las cuales representan uno de los costos más altos de esta degradación ambiental en Colombia, según el Banco Mundial, que puede superar el 0.68% del PIB de la economía.



Fotos: Los tristes días de la Intendencia Fluvial - Galería de ...www.eltiempo.com

Desde el año 2010, con la puesta en marcha de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) se fortalece un marco integrador al tratamiento de esta y otras problemáticas ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Los efectos sobre la salud humana derivados del consumo de agua están íntimamente relacionados con la recuperación y conservación de las cuencas, la potabilización del agua para consumo humano, el tratamiento de las aguas residuales que se vierten a los ríos, el desarrollo del saneamiento público y las acciones educativas en torno al manejo de hábitos saludables no son acciones aisladas y deben confluir en el futuro.

Mapa de indicadores de vulnerabilidad y riesgo para el abastecimiento de agua para consumo humano en Colombia 2011

Problemática	Indicador	Descripción
Vulnerabilidad y riesgo para el abastecimiento de agua para consumo humano 2011	Cobertura de abastecimiento	Cobertura de abastecimiento de agua potable: porcentaje de hogares con acceso
	Cobertura de saneamiento básico	Cobertura en saneamiento básico (alcantarillado): porcentaje de hogares con acceso
	Calidad del agua consumo humano	Índice de Riesgo de Calidad del Agua para consumo humano (IRCA).
	Vulnerabilidad hídrica	Índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento (IVH)
	Contaminación del agua superficial continental	Carga promedio de metales pesados: mercurio (kg/día) (g/día), plomo (tonelada/día) (kg/día), cadmio (tonelada/día) (kg/día), cromo (tonelada/día) (kg/día).
	Contaminación del agua superficial continental	Carga orgánica biodegradable: DBO ₅ (tonelada/día)
	Contaminación del agua superficial continental	Carga inorgánica más orgánica no biodegradable DQO (tonelada/día)
	Contaminación del agua superficial continental	Carga nutrientes nitrógeno total (tonelada/día) y fósforo total (tonelada/día)
	Contaminación del agua superficial continental	Sólidos suspendidos totales (tonelada/día)
	Generadores de contaminación	Índice de Alteración Potencial de la Calidad (IACAL)

9.1 Contaminación del agua superficial en Colombia. Estado de la vigilancia de la calidad del agua superficial en Colombia

La contaminación del agua incrementa el riesgo de enfermedades diarreicas, si existen deficiencias en los procesos de potabilización y tratamiento del agua provista por las fuentes abastecedoras del recurso. Los estudios realizados por el Banco Mundial han permitido estimar una afectación de la salud de la población en Colombia debido al consumo de agua de baja calidad.

Se presenta el estado de la calidad del agua superficial con base en el monitoreo de la Red de Referencia del IDEAM la cual se focaliza en la Cuenca Magdalena-Cauca, por tratarse de la mayor presión ejercida en la zona Andina que es la más poblada del país y asiento de las principales actividades económicas ligadas, entre otras causas, al proceso de urbanización, según el comportamiento promedio multianual en el periodo 2005–2011, reconociendo limitaciones en la cantidad de registros disponibles²².

9.1.1 Contaminación por metales pesados en la Cuenca Magdalena, Cauca²³

(Autor: Luz Consuelo Orjuela, Subdirección de Hidrología - IDEAM)

Los contaminantes ambientales importantes se caracterizan por su tendencia a acumularse en los organismos; su persistencia es debida a su estabilidad química o escasa biodegradabilidad. La contaminación por metales pesados es de interés mundial debido a su toxicidad, persistencia, bioacumulación y biomagnificación en la cadena trófica (Rajeshkumar & Munuswamy, 2011). Otras características de los metales pesados son: una densidad mayor a 6g/cm^3 , algunos de ellos no poseen una función biológica conocida; no son degradables por procesos biológicos. Dentro del grupo de metales pesados se encuentra el arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), talio (Tl), uranio (U), cromo (Cr) y níquel (Ni).

La contaminación del agua por metales pesados se da por dos fuentes: la natural o la antropogénica. La fuente natural está asociada al desgaste geológico de la corteza terrestre, y las fuentes antropogénicas son: la explotación minera, el uso de metales y compuestos de metales para ciertos procesos industriales y la lixiviación de metales pesados a partir de residuos domésticos, vertidos de residuos sólidos (Organización Internacional del Trabajo, 2001). Además, los metales pesados se han acumulado en el ambiente no solamente por la actividad industrial y disposición de residuos sino también por la agricultura (Giuffré, Ratto, Marbán, Schonwald, & Romaniuk, 2005). La mayoría de los metales pesados entran en la cadena alimentaria principalmente a través de los cultivos que absorben el agua de riego contaminada con estos (Miranda, Carranza, Rojas, Jerez, Fischer, & Zurita, 2008).

Las Figuras 9-1 a la Figura 9-5 muestran las cargas estimadas con los caudales puntuales medidos en el momento de la toma de muestras, en estaciones del río Magdalena, tributarios del río Magdalena estaciones del río Cauca y algunos principales tributarios del río Cauca para cuatro metales pesados de interés por ser nocivos para la salud humana y ecotóxicos: mercurio, cadmio, plomo y cromo en sedimentos, debido a que en esta matriz las concentraciones presentes son cuantificables por el método de determinación empleado: Plasma de Coplamiento Inductivo (ICP).

²² Se tuvo en cuenta adicionalmente, el muestreo particular realizado a tributarios de los ríos Magdalena y Cauca en el marco de un convenio con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Cormagdalena en el año 2011 que incluyó en total 42 desembocaduras, este se ejecutó entre marzo y abril del año 2011 durante un fenómeno de la niña intenso que en las zonas visitadas coincidió con niveles de los ríos por encima de lo normal.

En relación con la interpretación de la información, el análisis que se realiza anualmente es retrospectivo y obedece a condiciones espaciales y temporales puntuales obtenidas en los muestreos, pero se referencia el municipio de ubicación de la estación particular por ser indicativo del estado del recurso hídrico para orientar, según lo observado en el tiempo del periodo estudiado, la identificación de las zonas más presionadas como prioritarias para la gestión integrada del recurso hídrico, aunque desde la escala nacional que se maneja, no se pueden inferir causales explícitos de las condiciones.

²³ La estimación de cargas se realizó para estaciones con disponibilidad simultánea de datos de calidad en términos de concentración y de caudal en términos de flujo (caudal); debido a que parece ser preferible en el cálculo de cargas máxicas, el uso de los caudales instantáneos, respecto del uso de caudales promedio anuales.

Una vez estimadas las cargas contaminantes puntuales en agua y sedimentos, con base en la experiencia, se espera en general que "los sedimentos de lagos y corrientes reflejen adiciones recientes de metales pesados antes de que las elevaciones de tales elementos sean detectables en el agua que los rodea. Mientras que el análisis en agua puede indicar concentraciones no elevadas en la fase soluble, un cuerpo de agua puede incluso estar fuertemente contaminado en los sedimentos con material orgánico e inorgánico" (PNUMA, 1992).

Como es de esperarse, las cargas fluctúan paralelamente con la variación del caudal, en general en el sedimento de las cuencas Magdalena y Cauca de los metales presentes evaluados las mayores magnitudes corresponden al plomo seguido por cromo, cadmio y mercurio.

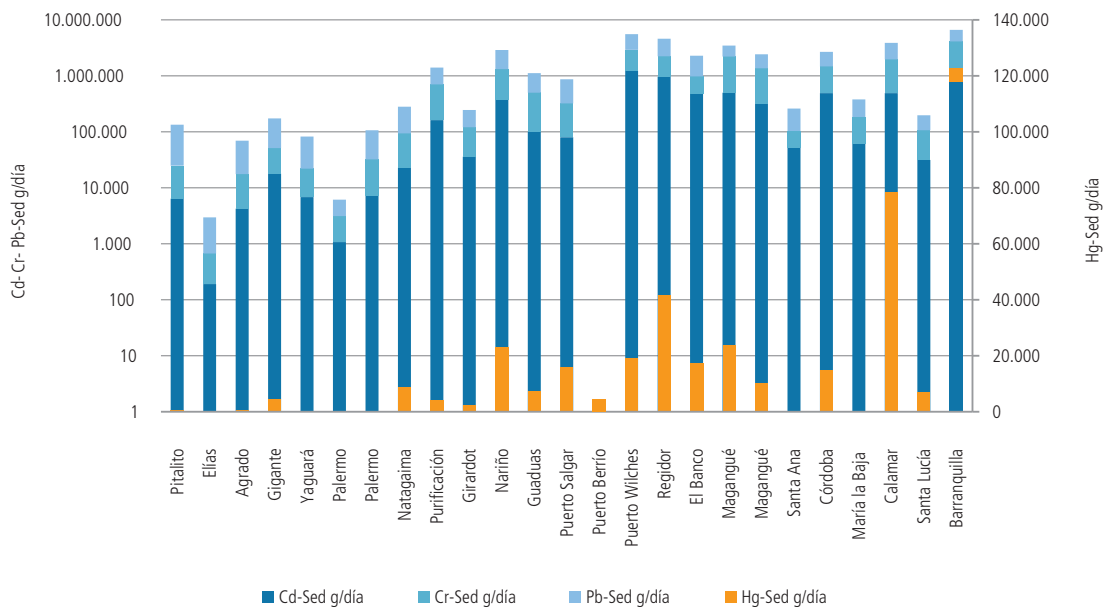
9.1.1.1 Río Magdalena

Los sitios que presentaron las mayores cargas de mercurio total en sedimentos en kilogramos/día en el cauce del Magdalena (Figura 9-1) fueron en orden descendente las ubicadas en los municipios: Barranquilla en la salida al mar, aporte directo al mar Caribe (122 kg/día), Calamar (78,5 kg/día) que recoge los aportes al Magdalena y al Cauca después de la confluencia de los dos brazos en que se divide el río cuando atraviesa la depresión momposina; Regidor–Bolívar (42 kg/día), Sitionuevo–Magangué (24 kg/día), Nariño–Cundinamarca (23 kg/día), Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (19 kg/día), El Banco–Magdalena (17 kg/día), Puerto Salgar (16 kg/día), Tacamocho en Córdoba–Bolívar (15 kg/día), Magangué (10 kg/día), Angostura en Natagaima (9 kg/día), Arrancaplumas en Guaduas (7,1 kg/día), Incora–Santa Lucía (6,8 kg/día) [Canal del Dique], Paso del colegio–Gigante (4,6 kg/día) y Puerto Berrío (4,3 kg/día).

Las cargas más altas de plomo presentan magnitudes similares en Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (2,6 t/día), Las Flores–Barranquilla (2,5 t/día), Regidor–Bolívar (2,4 t/día), seguidas por Calamar–Magangué (1,9 t/día) y Nariño–Cundinamarca (1,6 t/día).

Los valores de cadmio más significativos se encontraron en: Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (1,2 t/día), Regidor–Bolívar (0,97 t/día), Las Flores–Barranquilla (0,83 t/día), Sitionuevo–Magangué (0,5 t/día) y Tacamocho en Córdoba–Bolívar (0,49 t/día). En los mismos sitios coinciden las mayores cargas de cromo: Barranquilla (3,3 t/día), Puerto Wilches (1,7 t/día), Magangué (1,6 t/día), Bolívar–Magdalena (1,3 t/día).

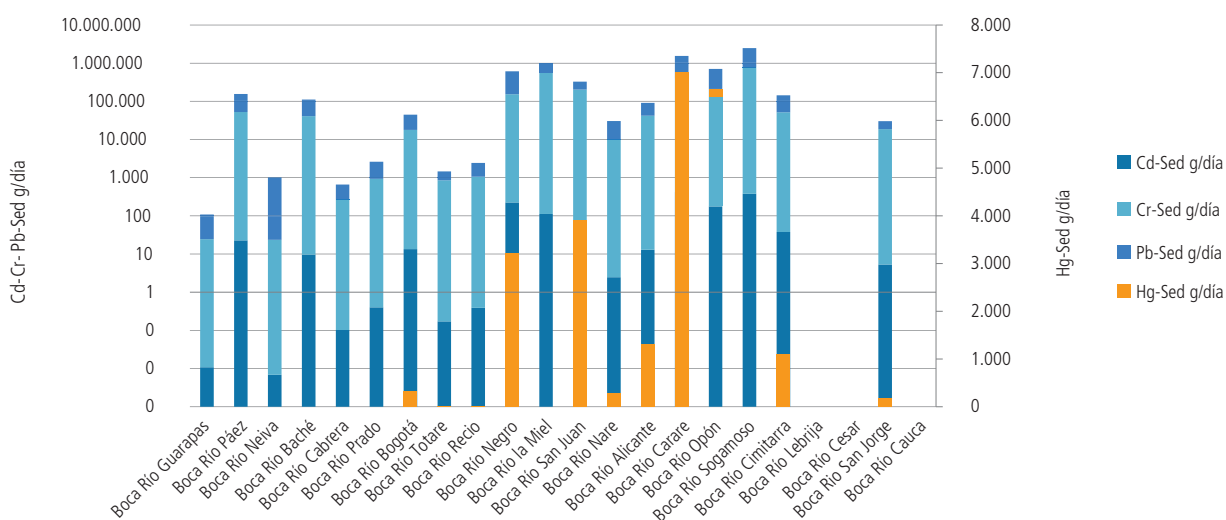
Figura 9-1. Carga promedio multianual 2006–2011 de metales pesados en estaciones del río Magdalena



Entre los tributarios del río Magdalena (Figura 9-2) que presentaron en el monitoreo puntual de 2011 mayores cargas de mercurio, en orden descendente se cuentan: Carare (7 kg/día), San Juan (Antioquia) (4 kg/día), Negro (Cundinamarca) con 3,2 kg/día, Opón (3 kg/día), Alicante (1,3 kg/día), Cimitarra (1,1 kg/día), Bogotá (0,314 kg/día), Nare (0,288 kg/día) y San Jorge (0,181 kg/día).

Los mayores aportantes de plomo en su desembocadura correspondieron respectivamente a: río Sogamoso (1,7 t/día y 0,38 kg/día), Carare (1,1 t/día y 0,42 kg/día), y en magnitudes similares Opón (0,50 t/día y 0,18 kg/día), Negro (Cundinamarca) (0,46 t/día y 0,22 kg/día), La Miel (0,42 t/día y 0,11 kg/día). El patrón de carga de cromo es análogo, pues se evidenciaron cargas más altas en: Sogamoso (0,77 t/día), La Miel (0,57 t/día), Carare (0,40 t/día), Opón (0,21 t/día) y San Juan (Antioquia) (0,20 t/día).

Figura 9-2. Carga 2011 de metales pesados en las desembocaduras (boca) de tributarios del río Magdalena



Los sitios con cargas cuantificables coinciden con los que presentaron valores de alarma en alguno de los años del periodo analizado (2007–2011) en términos de concentración en las matrices sedimento y/o agua, lo que indica que en ausencia de información de caudales, las concentraciones definidas como alarma son un indicativo adecuado de las mayores presiones.

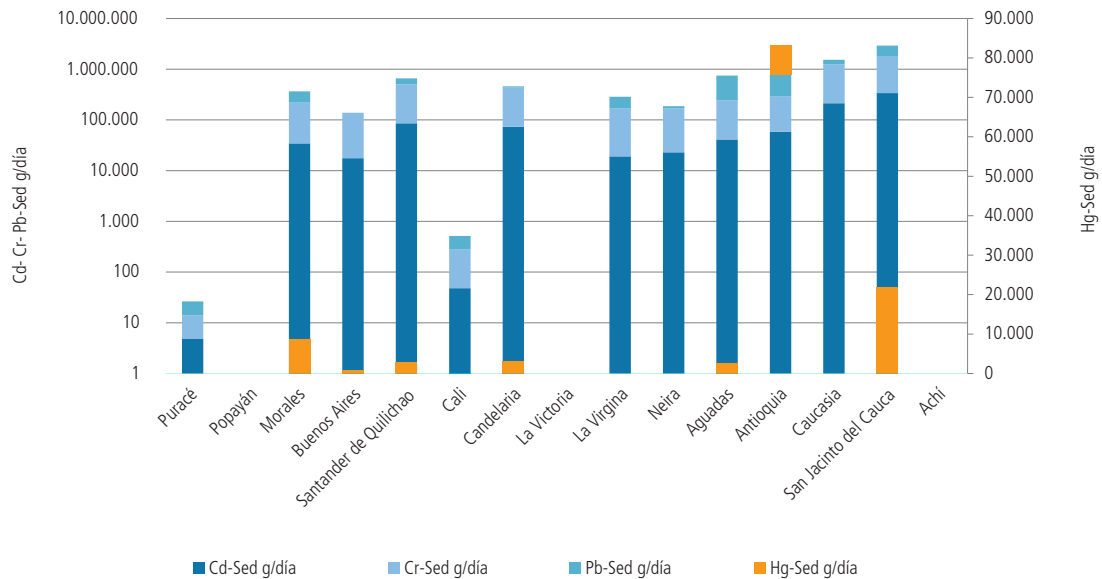
9.1.1.2 Río Cauca

En estaciones ubicadas en el cauce del Cauca (Figura 9-3) las mayores cargas de mercurio presentes en sedimentos se encontraron en 2011 en las estaciones de Cañafisto–Santafé de Antioquia (83 kg/día), Las Varas–San Jacinto del Cauca (Bolívar) (22 kg/día), antes de Embalse Salvajina–Morales (Cauca) (8,71 kg/día), Juanchito–Candelaria (Valle) (3,2 kg/día), La Bolsa–Santander de Quilichao (Cauca) (2,9 kg/día), La Pintada–Aguadas (Caldas) (2,7 kg/día) y La Balsa–Buenos Aires (Cauca) (0,805 kg/día).

Cargas de plomo por encima de 100 kg/día y de cadmio superiores a 50 kg/día se hallaron coincidentes en: Las Varas–San Jacinto del Cauca (Bolívar) (1,1 t/día y 0,34 t/día), Cañafisto–Santafé de Antioquia (0,49 t/día), Coquera–Caucasia (Ant) (0,29 t/día y 0,21 t/día), Bolsa–Santander de Quilichao (Cauca) (0,16 t/día y 0,09 t/día); plomo en La Pintada–Aguadas (Caldas) (0,51 t/día), antes de Embalse Salvajina–Morales (Cauca) (0,15 kg/día) y Virginia–Risaralda (0,12 t/día) y cadmio en Juanchito–Valle (0,073 t/día).

De los sitios anteriormente mencionados el cromo presentó cargas más altas en: Varas (1,48 t/día), Coquera (1,02 t/día), Bolsa (0,42 t/día), Juanchito (0,36 t/día) y Cañafisto (0,24 t/día).

Figura 9-3. Carga promedio multianual 2006 – 2011 de metales pesados en estaciones del río Cauca



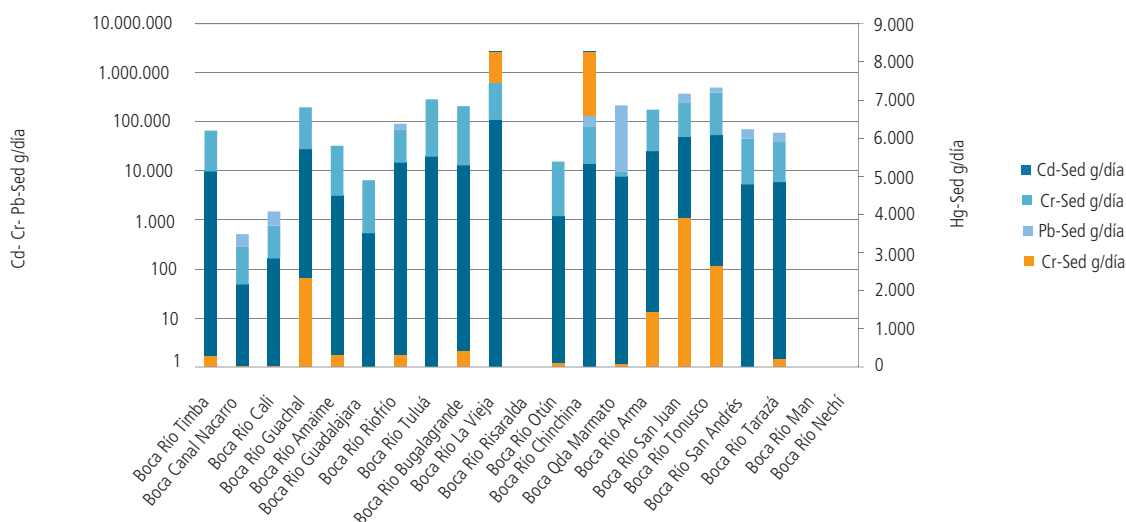
Entre los tributarios del Cauca (Figura 9-4) que presentaron cargas de mercurio por encima de un kg/día en 2011, se encontraron las desembocaduras de los ríos Chinchiná y la Vieja (8,27 kg/día), desembocadura del río San Juan (3,91 kg/día), desembocadura del río Tonusco (2,65 kg/día), desembocadura del río Guachal (2,32 kg/día), desembocadura del río Arma (1,42 kg/día); desafortunadamente por las aguas tan altas a causa del fenómeno de la niña, dado que el río Cauca se había adentrado a los tributarios, no fue posible la toma de muestras de sedimentos en las desembocaduras de los ríos Man, Nechí y Cauca que por recoger influencia de zona aurífera legal e ilegal, se esperaba presentaran cargas indicativas de la actividad en la cuenca.

Cargas que superaron los 25 kg/día de plomo, se evidenciaron en: Quebrada Marmato (0,21 t/día), río San Juan (0,12 t/día), río Tonusco (0,11 t/día), río Chinchiná (0,05 t/día). Tomando como base la magnitud por encima de 25 kg/día de cadmio, los tributarios que sobresalieron por aportes de este metal fueron: la Vieja (0,11 t/día), Tonusco (0,053 t/día), San Juan (0,049 t/día), Guachal (0,028 t/día) y Arma (0,025 t/día).

En cuanto a cromo, cargas más altas de 150 kg/día se encontraron en: la Vieja (0,49 kg/día), río Tonusco (0,34 t/día), Tuluá (0,27 t/día), San Juan y Bugalagrande (0,20 t/día), Guachal (0,17 t/día) y Arma (0,15 t/día).

Al comparar, la mayor proporción de cargas de manera similar, a los ríos Cauca y Magdalena, el metal más abundante es el plomo, seguido de cromo, cadmio y mercurio. La única estación en la que se ha evaluado la carga de mercurio, coincide con la desembocadura al río Magdalena en el municipio de Girardot, y corresponde el promedio a 314 g/día.

Figura 9-4. Carga 2011 de metales pesados en las desembocaduras (boca) de tributarios del río Cauca



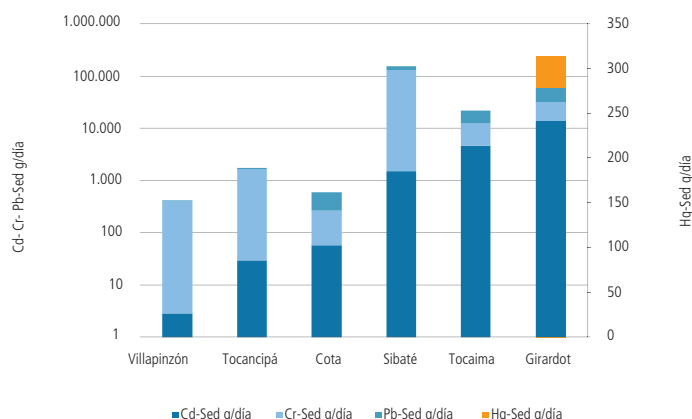
9.1.1.3 Río Bogotá

El valor más alto de **plomo** se ha encontrado en la estaciones: La Campiña–Girardot (27 kg/día), Alicachín–Sibaté (23 kg/día), Portillo–Tocaima (9,7 kg/día), Puente La Virgen–Cota (0,34 kg/día), Puente Tulio Botero–Suesca (0,062 kg/día) y San Pedro–Villapinzón (0,021 kg/día).

En relación con el **chromo** biodisponible en sedimentos, los valores más altos se encontraron en: Alicachín–Sibaté (129 kg/día), La Campiña–Girardot (18 kg/día), Portillo–Tocaima (7,6 kg/día) y puente Tulio Botero–Suesca (1,6 kg/día).

De otra parte, los mayores aportes de carga de **cadmio** se presentaron en: La Campiña–Girardot (13,5 kg/día), Portillo–Tocaima (4,6 kg/día), Alicachín–Sibaté (1,5 kg/día). A continuación se muestra la evolución de las cargas multianuales de los 4 metales de interés en 6 estaciones ubicadas a lo largo del río Bogotá, en los municipios de Villapinzón, Suesca, Cota, Sibaté, Tocaima y Girardot.

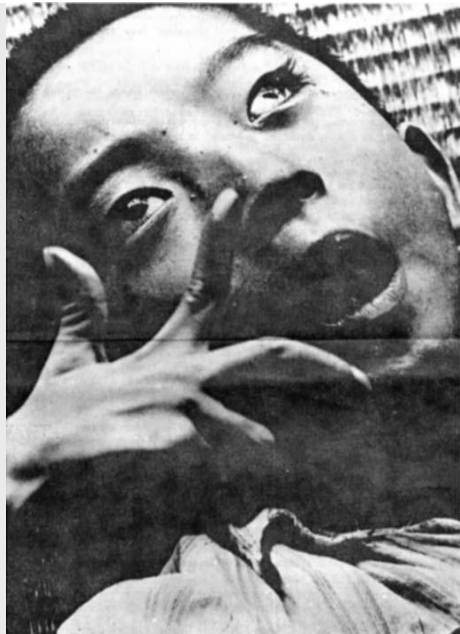
Figura 9-5. Carga promedio multianual 2006–2011 de metales pesados en estaciones del río Bogotá



9.1.2 Evidencias de contaminación por mercurio en la Cuenca Magdalena - Cauca

(Autor: Luz Consuelo Orjuela, Subdirección de Hidrología - IDEAM)

La presencia del mercurio en agua puede tener origen natural como es el caso de las erupciones volcánicas y origen antrópico por algunas actividades industriales principalmente por la combustión de carbón y en el país, mayormente, por actividad minera, dado el uso generalizado en el beneficio de minerales preciosos como oro y plata. Colombia es el mayor productor de oro y otros metales preciosos en América Latina, en el periodo 2003–2011 produjo alrededor de 342 toneladas²⁴ y exportó alrededor de 40 toneladas.



Episodio de envenenamientos por mercurio en la Bahía Minamata, Japón en 1952

Fuente: (Figueras, 2007).

Uno de los mayores envenenamientos por metales pesados ocurrió en 1952 por mercurio en la Bahía Minamata (Japón), debido a que la compañía química Chisso vertió a la Bahía mercurio durante varios años. Esto ocasionó el fallecimiento de 68 personas (incluyendo 22 bebés antes de nacer) y 397 personas fueron afectadas (Figueras, 2007). El mercurio afecta negativamente el desarrollo del cerebro y del resto del sistema nervioso, la función cognitiva, la memoria, la atención, el habla y las actividades visuoespaciales y motoras finas (Organización Mundial de la Salud, 2011).



El impacto del uso de mercurio se analiza a partir de su presencia en agua en concentraciones que exceden 0,002 mg/ml, el límite máximo permisible según el criterio estipulado en el Decreto 1594 de 1984²⁵ cuando el agua se destina a consumo humano y uso doméstico; y de su presencia en los sedimentos en concentraciones que superan el límite máximo permisible tomando como referencia la legislación canadiense para preservación de vida acuática (>0,17 mg/kg), dado que actualmente el país no cuenta con límites establecidos en esta matriz ambiental.

Entre los tributarios de los ríos Cauca y Magdalena que presentaron valores de alarma en sedimentos en alguno de los dos muestreos (2007 o 2011) se cuentan: Alicante (Yondó –Antioquia), Cali, Canal Navarro (Cali), Cauca (Pinillos–Bolívar), Chinchiná (Palestina–Caldas), Cerrito (El Cerrito–Valle), Espíritu Santo (Briceño–Antioquia), Guachal (Palmira–Valle), Quebrada Marmato (Marmato–Caldas), Nechí (Nechí–Antioquia), Otún, San Juan (Antioquia), Supía (Supía–Caldas), Tapias (Neira–Caldas), Tarazá (Valdivia–Antioquia) y Tonusco (Santafé de Antioquia–Antioquia).

Los afluentes que presentaron valores de alarma en agua (>0,002 mg/L) en sus desembocaduras se citan a continuación,

²⁴ UPME. Producción de oro por departamento. Volumen en kg. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=4&tipoSerie=116&grupo=356&FechaInicial=31/12/1990&FechaFinal=30/06/2012 [2012 30 de agosto].

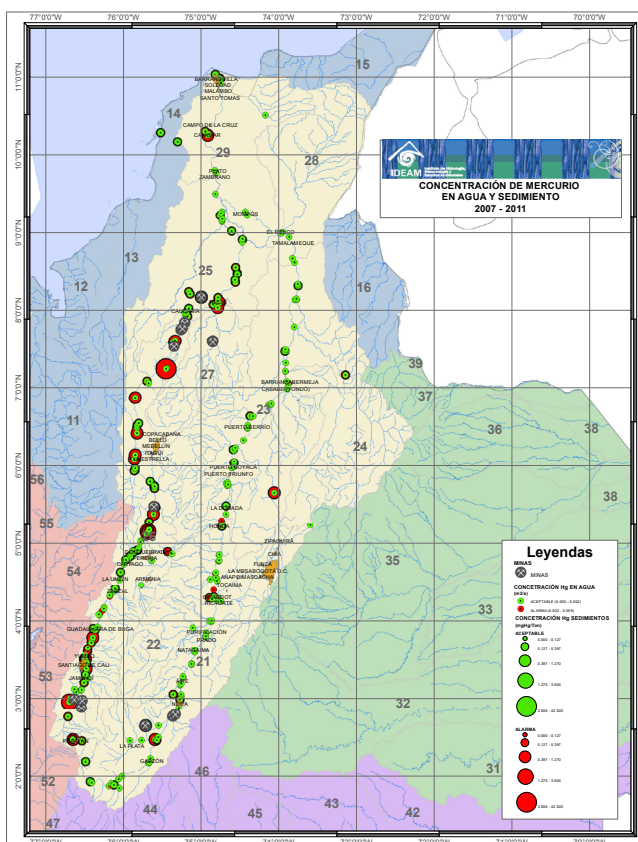
²⁵ En el Decreto 3930 de 2010, Artículo 76. Régimen de transición, dice: "Mientras el MAVDT expide las regulaciones del inciso anterior: usos del agua, criterios de calidad para cada uso, las normas de vertimientos a los cuerpos de agua, aguas marinas, alcantarillados públicos y al suelo y el protocolo para vertimientos en aguas superficiales y subterráneas, permanecen vigentes los artículos 37 a 48; 72 a 79; 155, 156, 160, 161 del Decreto 1594 de 1984".

junto con el nombre del municipio de ubicación: río Amaime (El Cerrito–Valle); río Bugalagrande (Bugalagrande–Valle); río Cabrera (Villavieja–Huila); río Cali (Cali); río Coello (Coello–Tolima); río Guachal (Palmira–Valle); río Guadalajara (Bugalagrande–Valle); río Guarapas (Pitalito–Huila); río Guarinó (Honda–Tolima); Quebrada Marmato (Marmato–Caldas); río Páez (Tesalia–Huila); río Recio (Ambalema–Tolima); Riofrío (Yotoco–Valle); río Totaré (Venadillo–Tolima); y río Tuluá (Tuluá–Valle).

En cuanto a las estaciones de la red que registraron valores de alarma en sedimentos en algún monitoreo del periodo 2007–2011 se encuentran puntualmente en tramos de: el río Baché (Neiva), río Bogotá (Girardot), río Cauca (Santander de Quilichao, Popayán, Candelaria, Yumbo, Yotoco, Aguadas, Santafé de Antioquia, San Jacinto del Cauca, Achí), río Gualí (Honda), río Lebrija (Girón), río Magdalena (Agrado, Gigante, Neiva, Natagaima, Pto Salgar, Calamar y Barranquilla), río Minero (Borbur), río Nechí (Nechí), río Páez (Tesalia), río Saldaña (Ortega), río Yaguará (Yaguará). Valores de alarma en agua se presentaron en el año 2011 en el río Cauca (Santander de Quilichao, Buenos Aires, Candelaria), Magdalena (Natagaima, Purificación, Nariño, Guaduas) y Yaguará (Yaguará).

En la Figura 9–6 se muestra el mapa con los sitios que han presentado valores promedio de alarma de mercurio en agua y en sedimentos en alguno de los monitoreos realizados en el periodo 2007–2011. El mapa muestra los sitios con círculos concéntricos, donde los más internos se identifican con los colores rojo y verde, según si se ha excedido o no el valor límite permisible (0,002 mg/L) establecido para agua (para destinación del recurso para consumo humano). Los círculos más externos muestran diferentes tamaños según la magnitud de la concentración de mercurio encontrada en sedimentos, de colores rojo o verde dependiendo de si han superado el valor de alarma (0,17 mg/kg) para la preservación de vida acuática (legislación canadiense).

Figura 9-6. Sitios que han presentado valores promedio de alarma de mercurio en agua y en sedimentos en alguno de los monitoreos realizados en el periodo 2007–2011.



9.1.3 Contaminación del agua por carga orgánica, nutrientes y sólidos

(Autor: Luz Consuelo Orjuela, Subdirección de Hidrología - IDEAM)

La demanda química de oxígeno involucra tanto la materia orgánica biodegradable y no biodegradable como la materia inorgánica oxidable en condiciones fuertemente ácidas, por eso la demanda bioquímica que representa la fracción biodegradable, generalmente presenta magnitudes inferiores.

Al analizar la relación entre DQO y DBO como cociente, se puede tener una idea de la composición del vertimiento de modo que relaciones superiores a 3 son indicativas de origen industrial.

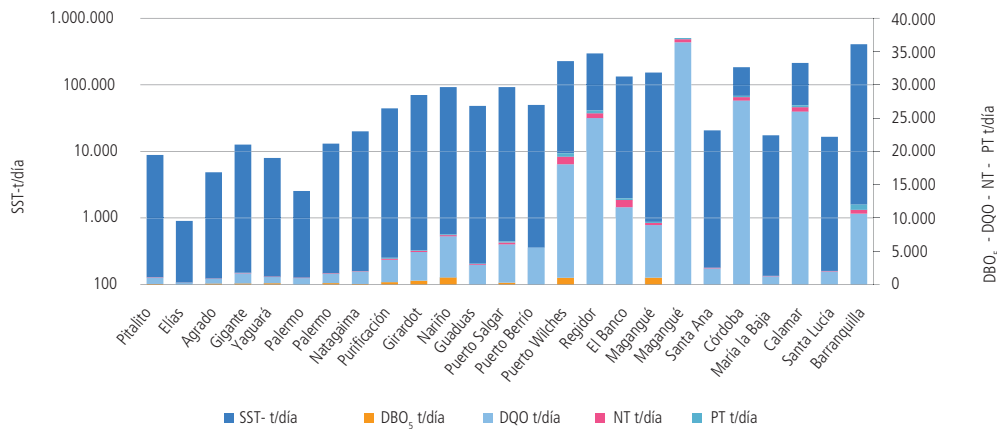
9.1.3.1 Río Magdalena y tributarios

La Figura 9-7 a la Figura 9-11 muestran, respectivamente, las estaciones del río Magdalena, tributarios del río Magdalena, estaciones del río Cauca y afluentes del río Cauca, los valores promedio multianuales de carga orgánica biodegradable (como DBO₅), de carga inorgánica más orgánica no biodegradable (como DQO), nutrientes (como nitrógeno –NT– y fósforo total –PT–) y sólidos suspendidos totales (SST), única variable escalada según el eje principal izquierdo, por presentar la mayor magnitud en todos los casos.

La cantidad de datos empleada en el cómputo multianual, depende de la frecuencia y cobertura de las variables en la red básica superficial, así por ejemplo son más numerosos los datos de SST, DQO (disponibles en el periodo), NT, y PT (a partir de 2009), mientras que para DBO₅ se cuenta con un solo dato de 2011 (excepto para dos estaciones).

En las estaciones sobre el río Magdalena, la DBO₅ fue cuantificable en su orden: en Nariño (1.065 t/día) 23 km aguas abajo de la confluencia del río Bogotá, Sitio Nuevo–Magangué (1.033 t/día), Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (1.010 t/día), Girardot (586 t/día), Purificación (351 t/día), Puerto Salgar (284 t/día), Puerto Cebollera–Neiva (204 t/día) y Vichecito–Tesalia (Huila) (194 t/día).

Figura 9-7. Variación promedio multianual 2006–2011 de carga orgánica, nutrientes y sólidos en estaciones del río Magdalena



Las elevadas cargas de DQO las cuales presentan una relación directa con los sólidos suspendidos totales y la proporción entre esta y la DBO₅, evidencian que gran parte de los vertimientos son atribuibles a sustancias inorgánicas. Los valores más altos se presentan en Magangué (36.387 t/día), Tacamocho–Córdoba (Bolívar) (27.639 t/día), Calamar (25.994 t/día), Regidor (25.001 t/día), Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (17.065 t/día), seguido por El Banco (11.614 t/día), Las Flores–Barranquilla (10.644 t/día), Sitio Nuevo–Magangué (7.898 t/día) y Nariño (6.184 t/día).

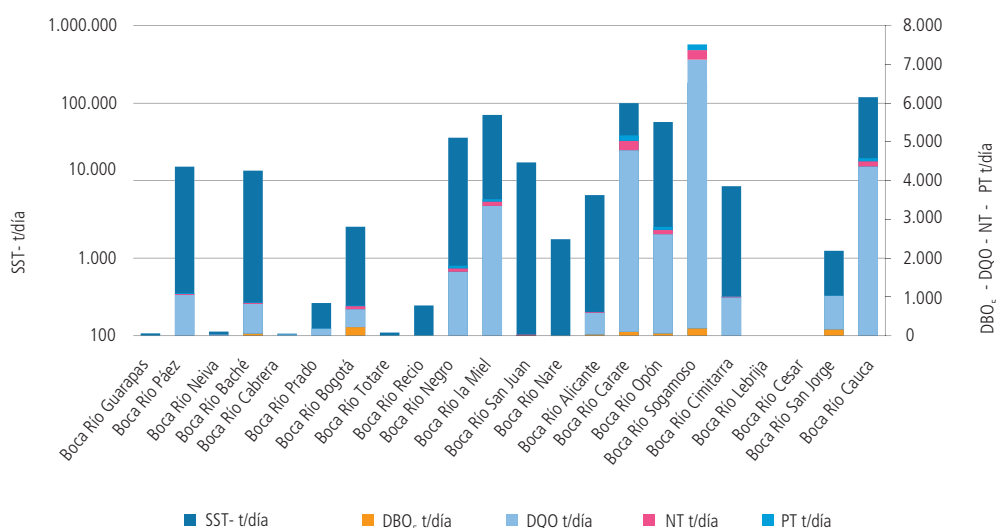
De otra parte, los sólidos suspendidos representan las cargas más elevadas, los 5 mayores registros se presentan en: Las Flores–Barranquilla (408.037 t/día), Regidor–Bolívar (296.817 t/día), Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (227.472 t/día), Calamar (213.514 t/día) y Tacamocho–Córdoba (Bolívar) (183.800 t/día).

En relación con el nitrógeno total, los sitios con mayores cargas se presentaron en: Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (1.138 t/día), El Banco (1.092 t/día), Regidor (730 t/día), Calamar (658 t/día), Las Flores–Barranquilla (585 t/día), y Tacamocho–Córdoba (Bolívar) (522 t/día).

El fósforo total de mayor magnitud se ha evidenciado en: Las Flores–Barranquilla (769 t/día), Sitio Nuevo R-11–Puerto Wilches (507 t/día), Regidor (423 t/día), Calamar (286 t/día) y El Banco (233 t/día).

A partir de la Figura 9–8, que corresponde a las cargas calculadas para los tributarios del río Magdalena, de manera similar a lo observado para el cauce principal del río, las mayores cargas se registran para los sólidos suspendidos totales, seguidas por DQO, en algunos casos en que se pudo cuantificar la DBO₅, el nitrógeno total y el fósforo total.

Figura 9-8. Variación 2011 de carga orgánica, nutrientes y sólidos en las desembocaduras (boca) de tributarios del río Magdalena



En los tributarios del río Magdalena, las cargas estimadas de sólidos suspendidos totales de mayor magnitud correspondieron a las desembocaduras de los ríos: Sogamoso (182.877 t/día) recibe la unión de los ríos Chicamocha (recoge los vertimientos del corredor industrial de Boyacá); Suárez y Fonce, Cauca (119.676 t/día) recibe afluentes con importante actividad minera

aurífera; Carare (100.124 t/día) al inicio de su curso se conoce como río Minero, recorre la zona esmeraldífera de Boyacá; la Miel (70.561 t/día); Opón (57.106 t/día); Negro (Cundinamarca) (35.814 t/día); San Juan (Antioquia) (17.203 t/día); Páez (15.145 t/día); Baché (13.483 t/día) y Cimitarra (8.482 t/día).

La DQO conserva una relación con la carga de sólidos, de modo que las cargas más elevadas coinciden con los afluentes: Sogamoso (6.937 t/día), Carare (4.689 t/día), Cauca (4.369 t/día), La Miel (3.350 t/día), Opón (2.560 t/día), Negro (Cundinamarca) (1.650 t/día), Páez (1.050 t/día), Cimitarra (990 t/día) y San Jorge (867 t/día).

Los aportes de materia orgánica biodegradable como DBO_5 son más altos en las desembocaduras de: río Bogotá (222 t/día), Sogamoso (189 t/día), San Jorge (162 t/día), Carare (98 t/día), Opón (59 t/día), Baché (52 t/día), Alicante (31 t/día) y Suaza (20 t/día).

Los aportes superiores de nitrógeno total se encontraron en: río Sogamoso (246 t/día), Carare (244 t/día), Cauca (131 t/día), Opón y La Miel (112 t/día), Negro (90 t/día), Bogotá (80 t/día), Páez (28 t/día), San Juan (27 t/día) y Baché (26 t/día). De manera similar la presencia de fósforo total de mayores proporciones se registró en: río Sogamoso (145 t/día), Carare (137 t/día), Cauca (80 t/día), Opón (77 t/día), Negro (66 t/día), La Miel (61 t/día), Páez (24 t/día), Baché y Bogotá (12 t/día).

9.1.3.2 Río Cauca y tributarios

La Figura 9-9 muestra la distribución promedio multianual de carga orgánica, nutrientes y sólidos en estaciones ubicadas sobre el cauce del río Cauca. Los valores de cargas de sólidos suspendidos guardan correlación con los de DQO, de modo que las estaciones con valores superiores corresponden a: Las Varas–San Jacinto del Cauca (Bolívar) (186.317 y 7.430 t/día), La Coquera–Caucasia (128.327 y 6.080 t/día), desembocadura río Cauca (119.676 y 4.369 t/día), Achí–Bolívar (92.713 y 4.545 t/día), Cañafisto–Santafé de Antioquia (87.639 y 7.730 t/día), La Bolsa–Santander de Quilichao (27.225 y 1.584 t/día), La Pintada–Aguadas (Caldas) (26.188 y 1.788 t/día) y Juanchito–Candelaria (25.268 y 3.692 t/día).

La DBO_5 más alta se registró en Juanchito (414 t/día), seguida por el sitio antes del Embalse Salvajina–Morales (65 t/día), y La Balsa–Buenos Aires (30 t/día). En otros lugares en los que se registraron concentraciones por debajo del límite de detección (< 2 mg O₂/L) no se calculó la carga.

Los valores de nitrógeno total más elevados se registraron en: Las Varas–San Jacinto del Cauca (Bolívar) (223 t/día), La Coquera–Caucasia (201 t/día), Cañafisto–Santafé de Antioquia (190 t/día), Irra–Neira (Caldas) (157 t/día), Achí–Bolívar (153 t/día), desembocadura río Cauca–Pinillos (Bolívar) (131 t/día), Juanchito–Candelaria (116 t/día) y La Pintada–Aguadas (Caldas) (81 t/día).

Los mayores valores de fósforo total se evidenciaron en: Achí (Bolívar) (236 t/día), La Coquera–Caucasia (220 t/día), Las Varas–San Jacinto del Cauca (Bolívar) (210 t/día), desembocadura río Cauca (80 t/día), Cañafisto–Santafé de Antioquia (76 t/día), Juanchito–Candelaria (46 t/día) y La Pintada–Aguadas (Caldas) (41 t/día).

La Figura 9–10 muestra las cargas puntuales estimadas para las desembocaduras de los tributarios del río Cauca en el único monitoreo de 2011. Las cargas de sólidos son generalmente las más altas, seguidas por las de DQO, DBO_5 (para los casos en que es cuantificable), nitrógeno total y fósforo total; entre las variables anteriores se guarda una correlación pues se ven influenciadas directamente por la presencia de sólidos.

Figura 9-9. Variación 2011 de carga orgánica, nutrientes y sólidos en estaciones del río Cauca

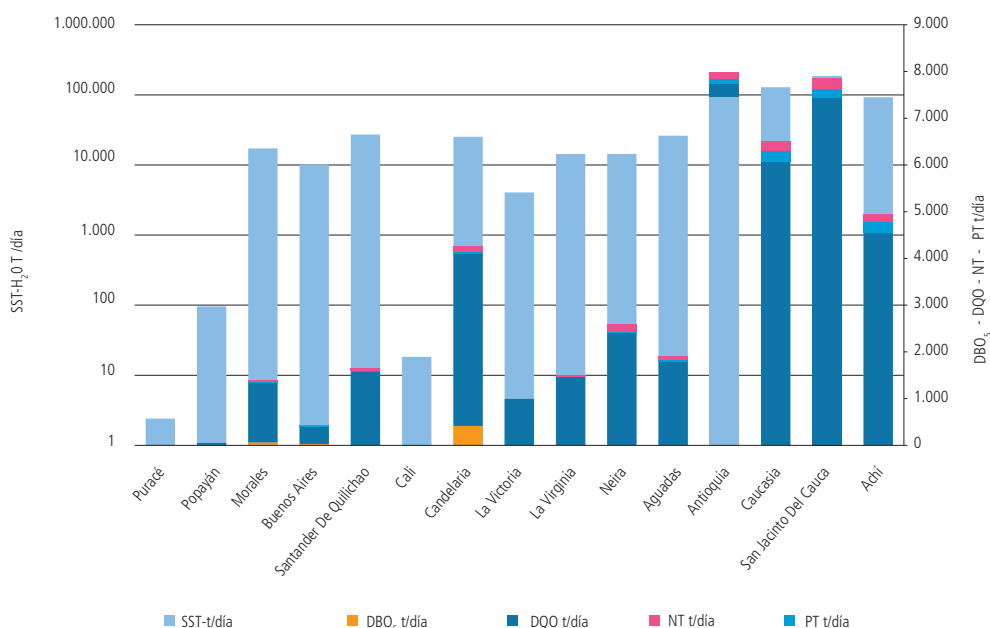
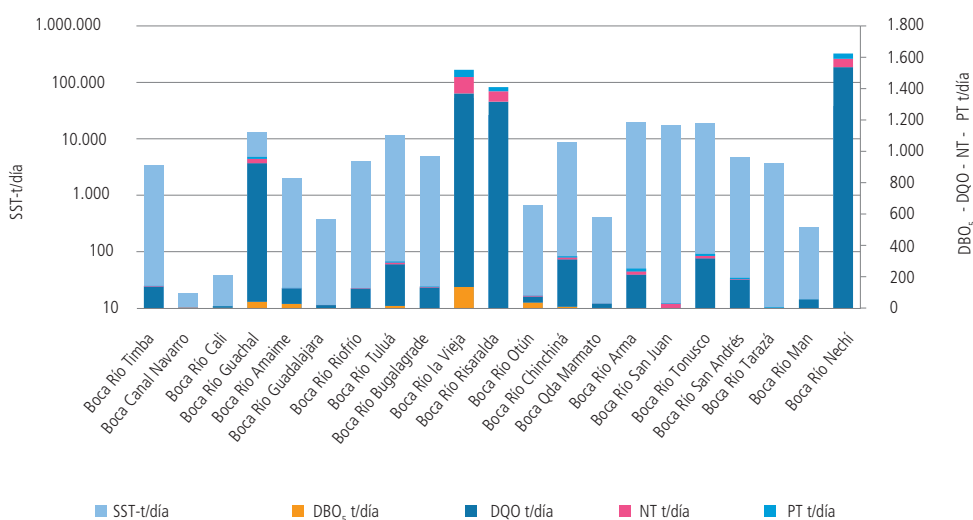


Figura 9-10. Variación 2011 de carga orgánica, nutrientes y sólidos en las desembocaduras (boca) de tributarios del río Cauca



Los afluentes que presentaron en el monitoreo puntual de 2011 cargas de sólidos suspendidos totales por encima de 10.000 t/día, son: río Nechí (36.885 t/día), río La Vieja (51.024 t/día), río Risalalda (26.039 t/día), río Arma (19.523 t/día), río Tonusco (18.516 t/día), río San Juan (17.203 t/día), río Guachal (13.016 t/día) y río Tuluá (11.332 t/día).

El comportamiento de DQO con las mayores cargas se dio en: río Nechí (1.537 t/día), río Risalalda (1.317 t/día), río La Vieja (1.235 t/día), río Guachal (884 t/día), río Tonusco (317 t/día), río Chinchiná (302 t/día), río Tuluá (266 t/día) y río Arma (213 t/día).

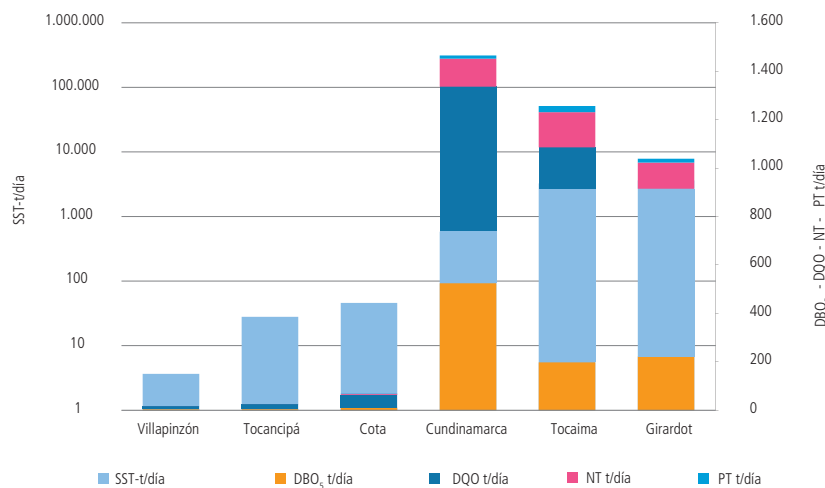
El nitrógeno total más elevado se registró en: desembocadura de río La Vieja (105 t/día), río Risaralda (67 t/día), río Nechí (53 t/día), río Guachal (28 t/día), río San Juan (27 t/día), río Arma (21 t/día), río Tonusco (16 t/día), río Chinchiná (12 t/día) y río Tuluá (11 t/día).

El fósforo total, así mismo presentó magnitudes más altas en: río La Vieja (46 t/día), río Nechí (34 t/día), río Risaralda (27 t/día), río Arma (18 t/día), río Tonusco (13 t/día) y río Guachal (12 t/día).

9.1.3.3 Río Bogotá

La Figura 9-11 a continuación, muestra la evolución de las cargas multianuales de las variables asociadas a los sólidos (carga orgánica y nutrientes) en 6 estaciones ubicadas a lo largo del río Bogotá, en los municipios de Villapinzón, Suesca, Cota, Sibaté, Tocaima y Girardot.

Figura 9-11: Variación promedio multianual 2006–2011 de carga orgánica, nutrientes y sólidos en estaciones del río Bogotá



Razones (cocientes) DQO/DBO superiores a tres evidencian una naturaleza del vertimiento más industrial que doméstico, lo que sucede en las estaciones de Puente Tulio Botero–Suesca, Puente La Virgen–Cota y Puente Portillo–Tocaima.

Los valores de carga orgánica biodegradable que superan en promedio 100 t/día de DBO₅ los presentan: Alicachín–Sibaté con 524 t/día, indicativo de los aportes del Distrito Capital; La Campiña–Girardot (222 t/día) y Portillo–Tocaima (197 t/día).

Los sólidos suspendidos totales y la DQO presentan valores respectivos elevados en estaciones: Campiña–Girardot (3 619 t/día y 693 t/día); Portillo–Tocaima (3.247 t/día y 888 t/día); Alicachín–Sibaté (583 t/día y 812 t/día); Cota (46 t/día y 52 t/día) y Suesca (28 t/día y 20 t/día).

En cuanto a los nutrientes como nitrógeno total y fósforo total, las mayores cargas se han registrado en: Portillo–Tocaima (146 t/día y 26 t/día), Alicachín–Sibaté (116 t/día y 13 t/día), Campiña–Girardot (108 t/día–16 t/día) y Puente La Virgen–Cota (4 t/día y 0,78 t/día), respectivamente.

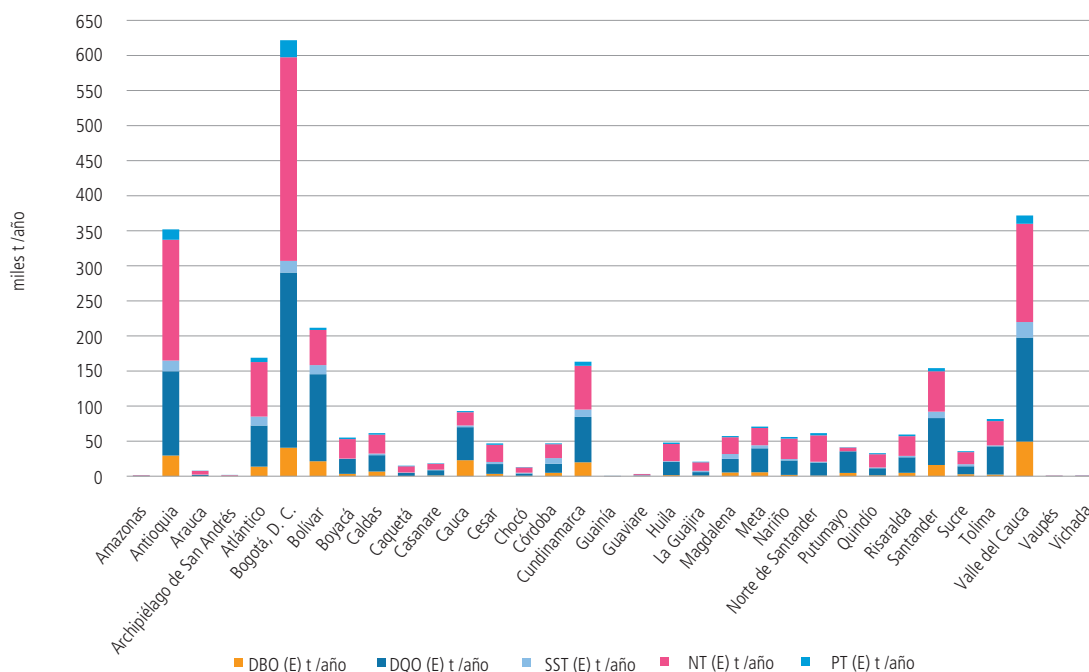
9.1.4 Aportes de cargas contaminantes al agua superficial en Colombia

(Autor: Luz Consuelo Orjuela, Subdirección de Hidrología - IDEAM)

Las empresas que desarrollan procesos de explotación de recursos y/o transformación de los mismos y los hogares en general son los principales responsables de la contaminación del agua superficial en Colombia. Los aportes de diferentes tipos de cargas contaminantes a las aguas superficiales reducen la calidad de esta para consumo y abastecimiento de agua potable. El Índice de Alteración Potencial de la Calidad (IACAL) 2011²⁶ es un esfuerzo realizado por el IDEAM para identificar el origen de tales aportes. Sus primeros resultados fueron entregados por la Institución en el ENA del 2010.

En la Figura 9-12 se presentan los valores del IACAL donde se destacan los del Distrito Capital, seguido por los departamentos de Valle, Antioquia, Bolívar, Atlántico, Cundinamarca, Santander, Cauca, Tolima, Meta, Caldas y Boyacá.

Figura 9-12. Carga estimada en 2011 de materia orgánica, sólidos y macronutrientes producida por los sectores domésticos e industrial a nivel departamento y Distrito Capital con potencial de alterar los sistemas hídricos superficiales

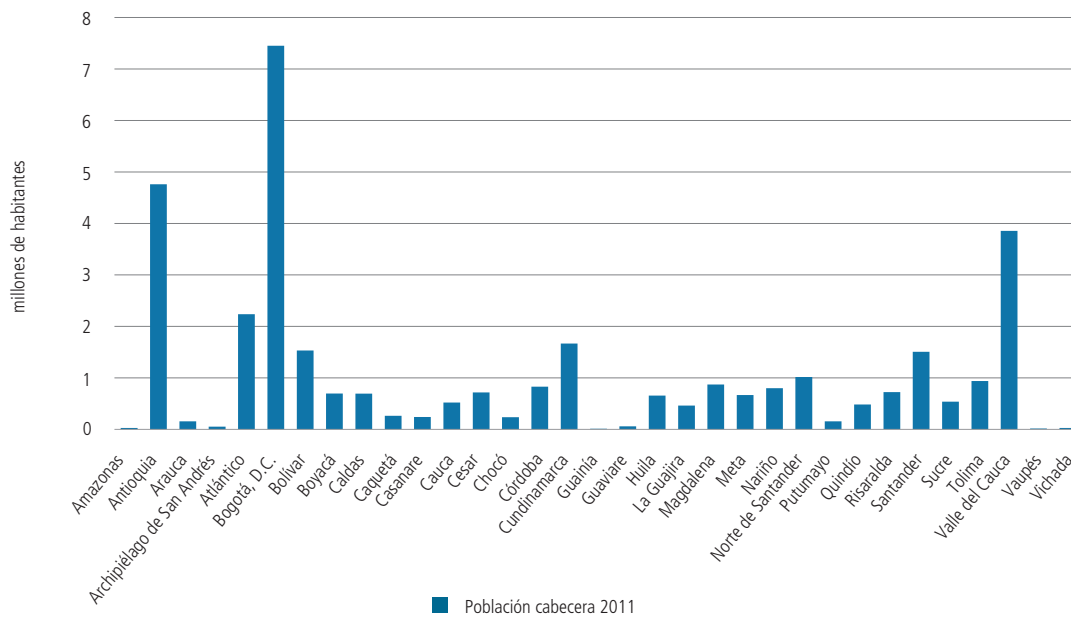


²⁶ El Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) es un indicativo de la presión de la carga contaminante que ejercen diferentes actividades sectoriales sobre las condiciones de calidad de los sistemas hídricos superficiales. Muestra el promedio de las categorías de presión por cabecera municipal para las cargas estimadas y agregadas de materia orgánica biodegradable expresada como demanda bioquímica de oxígeno DBO, la diferencia entre las demandas química y bioquímica de oxígeno como reflejo de sustancias inorgánicas y orgánicas no biodegradables DQO-DBO, Sólidos Suspendedos Totales (SST), Nitrógeno Total (NT) y fósforo Total (PT).

Para evolucionar el índice a 2011, se tomó como base el IACAL calculado con datos del año 2008 en el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2010 (IDEAM) para los sectores doméstico e industria manufacturera (para actividades representativas de al menos 65% de la producción nacional), tomando la población proyectada para 2011 en las cabeceras municipales para el primer sector y se proyectó el crecimiento del sector manufacturero con los mismos factores de crecimiento del PIB nacional como la suma de las variaciones de los años 2009 a 2011.

En la Figura 9-13, a modo de comparación, se presenta la población asociada a las mismas unidades territoriales las cuales guardan una marcada correlación, sin embargo la distribución de las actividades industriales que varía entre áreas metropolitanas provoca una ligera variación de la clasificación por cargas aportadas respecto de la posición ocupada por los departamentos según población, en su orden: Bogotá D. C., Antioquia, Valle, Atlántico, Cundinamarca, Bolívar, Santander, Norte de Santander, Tolima, Magdalena, Córdoba, Nariño.

Figura 9-13. Proyección de población asociada a las cabeceras municipales por departamento y Distrito Capital 2011



9.2 Consumo humano, cobertura y calidad de agua

Según el ENA 2010, la demanda de agua destinada al uso doméstico ascendió a 2.606 mm³, consumo que representa 7,3% de la demanda total de agua para el año 2008 (IDEAM, 2010). Este cálculo incluye las pérdidas de los sistemas de abastecimiento, de la misma forma que el volumen demandado para consumo, no necesariamente provisto por los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. (Recuadro 9-1).

Los sistemas de abastecimiento del recurso para consumo humano no suministran el agua para la totalidad de la población en Colombia. En ese sentido, el acceso al agua mediante estos sistemas de abastecimiento cubre el 96% de los hogares en zonas urbanas y 56% en zonas rurales según el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012). El resto del abastecimiento se logra mediante fuentes que en muchos casos no se encuentran vigiladas desde el punto de vista de la salud.

Aunque se espera que la cobertura de abastecimiento de agua y saneamiento básico se acerque al 100% en el 2019 (cobertura universal) (DNP, 2005), esta meta requiere resolver problemáticas relacionadas con el desarrollo de los sistemas de provisión del recurso en cantidad y en calidad en todo tiempo y circunstancia, tanto en zonas rurales como en las zonas urbanas. Es decir, en etapas de excedentes hídricos y de escasez del mismo recurso, producto de la estacionalidad del clima o en circunstancias de reducción asociadas a la variabilidad climática.

Es de resaltar que la calidad ambiental del agua de las fuentes abastecedoras y la calidad del agua para consumo humano, suministrada por los sistemas de abastecimiento está comprometida y la población se encuentra en una condición de riesgo (INS, 2012). Es decir, existe un porcentaje de riesgo de adquirir alguna enfermedad por el consumo de agua, sea la vigilada por las autoridades sanitarias o por la consumida de fuentes diversas que no es vigilada por ningún sistema. Esta medición realizada por el INS es fundamental, debido a que caracteriza la eficiencia del sistema de abastecimiento en general, cuya fuente principal es el recurso hídrico tal y como se encuentra en el territorio con las correspondientes limitaciones por cantidad y calidad a las que nos referimos anteriormente.

Recuadro 9-1. Cálculo de la demanda de agua para uso doméstico (DUD) en el ENA 2010

La demanda de agua para uso doméstico es el resultado del producto entre el total la población y la cantidad de agua que requiere una persona para suplir sus necesidades (intensidad de uso) más las pérdidas técnicas.

Para el cálculo de la demanda de agua para uso doméstico se contempló la cantidad de agua consumida por la población para suplir sus necesidades de acuerdo a la región en que esta población se encontraba. El aporte del IDEAM en este cálculo radica en el acercamiento a las condiciones de consumo reales de la población a nivel municipal, utilizando los valores dados por el sistema de abastecimiento, pero como una referencia para estructurar la intensidad de uso con base en un modelo de estimación.

El volumen total de agua consumida, así estimado, en la mayor parte de los municipios será mayor que el agua cubierta por el sistema de abastecimiento, sencillamente porque el número de beneficiarios de las plantas no es mayor al número total de la población en los municipios.

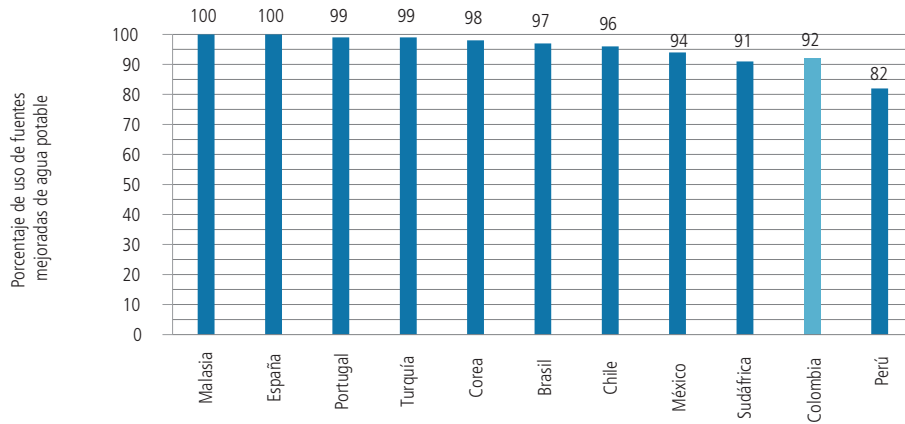
9.2.1 Cobertura de abastecimiento de agua en Colombia

(Autor: Lina María Carreño Correa y Max Alberto Toro Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

Según la Organización Mundial de la Salud, Colombia se ubica a nivel global en el puesto 64 en el indicador de acceso a agua potable. Si se compara el nivel de acceso al agua potable de Colombia con países de referencia, definidos por el Consejo Colombiano de Competitividad²⁷, el país se ubica por encima de Suráfrica y Perú, pero por debajo de México, Chile y Brasil. Se puede destacar en esta comparación que Malasia y España cubren el 100% de sus respectivas poblaciones (Figura 9–14) (Consejo Privado de Competitividad, 2011).

²⁷ Consejo Privado de Competitividad en el Informe Nacional de Competitividad 2011–2012 quien toma un grupo de 11 países para comparar a Colombia por algunas características comunes.

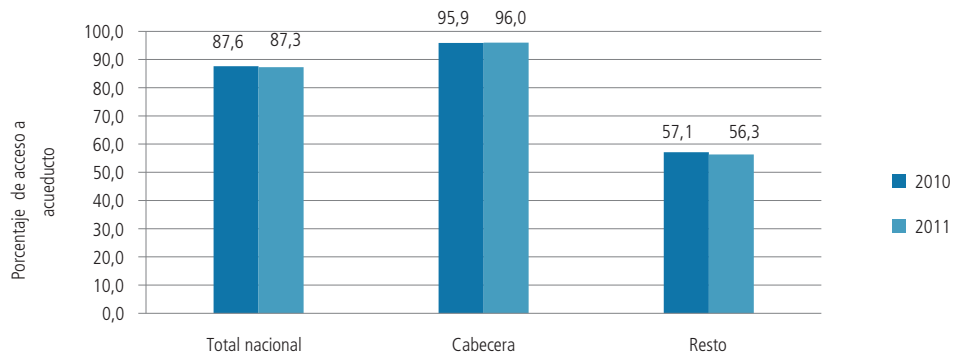
Figura 9-14. Acceso de agua potable en Colombia en comparación con países de referencia



Fuente: Consejo Privado de Competitividad, 2011 tomando datos de Organización Mundial de la Salud, 2011

Entre los años 2010 y 2011 se presentó un leve descenso en el porcentaje de hogares colombianos que contaban con servicio de acueducto, pasó del 87,6% para el año 2010 al 87,3% para el año 2011. En lo concerniente a la cobertura en el servicio de acueducto en las cabeceras para el año 2011 fue de 96,0% y el resto 56,3%, lo cual muestra un aumento en el acceso a este servicio público en las cabeceras pero una reducción en el acceso a acueducto en el resto (Figura 9-15).

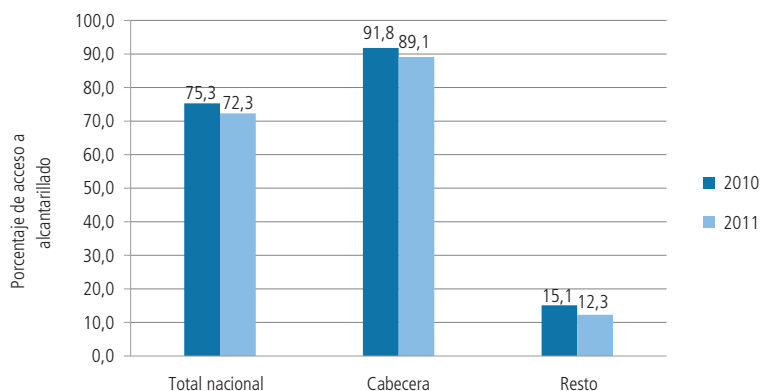
Figura 9-15. Porcentaje de hogares con acceso a acueducto. Total nacional, cabecera y resto



Fuente: DANE-ENCV. Tomado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012.
 Nota: datos expandidos con proyecciones estimadas de poblaciones, con base en los resultados del Censo 2005.

Entre los años 2010 y 2011 el acceso a alcantarillado por parte de los hogares colombianos a nivel nacional disminuyó en 3%. Específicamente en las cabeceras, el acceso de los hogares a alcantarillado se redujo en 2,7% y en el resto se disminuyó en 2,8% (Figura 9-16). Este dato es relevante debido a que la contaminación de las fuentes hídricas se encuentra asociada a la baja cobertura de los sistemas de tratamiento del agua usada en los grandes centros urbanos e industriales.

Figura 9-16. Porcentaje de hogares con acceso alcantarillado. Total nacional, cabecera y resto



Fuente: DANE-ENCV. Tomado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012.

9.2.2 La calidad del agua para consumo humano

(Autor: Lina María Carreño Correa y Max Alberto Toro Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

La calidad del agua para consumo humano en Colombia se determina por El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA)²⁸, “es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano” según el Artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 (Ministerio de Protección Social, 2007).

Entre el 2007 y 2011, según el INS, el 58% del agua para consumo humano no representa riesgo para la salud, el 30% del total de agua suministrada representa un nivel de riesgo alto o era inviable sanitariamente, 21, 94 y 7,95% respectivamente.

Se destaca que el riesgo de consumo de agua de baja calidad entre las zonas urbanas y rurales es ampliamente diferente. Como se pudo observar en la Figura 9-15 las diferencias no solo están a nivel de coberturas, en la zona urbana el nivel de riesgo es medio y bajo (valores entre 11.5-18.3) con tendencia a disminuir; y el riesgo en zona rural se mantiene en la parte inferior del nivel de riesgo alto (valores entre 41.3-48.9) con tendencia a estabilizarse, según el Instituto Nacional de Salud (2012).

La SSPD concluyó que en los municipios donde el IRCA es mayor al 5%, es decir, agua no apta para consumo humano, se debe a: rezagos en la infraestructura de captación, plantas de tratamiento y redes de distribución, deficiencia de las empresas prestadoras del servicio de acueducto en la capacidad operativa, y fallas en la calidad y cantidad de la información reportada en el SIVICAP (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2011).

²⁸ En el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA) se utilizan las siguientes características físicas, químicas y microbiológicas para calcular: color aparente, turbiedad, pH, cloro residual libre, alcalinidad total, calcio, fosfatos, manganeso, molibdeno, zinc, dureza total, sulfatos, hierro total, cloruros, nitratos, nitritos, aluminio (Al³⁺), fluoruros, COT, coliformes totales y escherichia coli, según el Artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

9.2.3 El impacto social y económico de la baja calidad del agua

(Autor: Max Alberto Toro Bustillo y Estefanía Ardila Robles, Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)

El principal impacto social y económico derivado del consumo de agua de baja calidad (inadecuado suministro de agua), saneamiento y prácticas limitadas de higiene se identificó en la salud de la población, según el reciente estudio realizado por el Banco Mundial, y representó un costo aproximado de 0,68% del PIB del 2009 (Banco Mundial, 2012). Este costo lo ha asumido la población más vulnerable como es la de menores ingresos, personas mayores de edad y/o los menores de edad.

En el año 2009, 660 niños menores de 5 años han muerto y cerca de 21 millones de casos de diarrea que son atribuibles al suministro de agua, saneamiento e higiene inadecuados. Tales datos contrastan de manera radical con la línea base de análisis propuesta por Larsen en el año 2002. Se esperaría que en el año 2009 se hubiera registrado una contundente disminución de estos casos de diarrea y su impacto sobre la salud, dados los compromisos adquiridos por Colombia en relación al cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio.

Debido a que los dos estudios que se han tomado como referencia (Larsen 2002 y Banco Mundial 2012) se traslapan y muestran algunas características comunes, se presenta a continuación una comparación que permite apreciar las diferencias entre las metodologías empleadas y sus resultados en términos de años de vida ajustados por discapacidad o muerte (AVAD).

Los costos de agua, saneamiento e higiene inadecuados en Colombia en términos de AVAD

Línea base				
1.1 Estadísticas de Salud: Para estimar los efectos del consumo de agua de baja calidad y de las deficiencias en sanidad e higiene sobre la salud es necesario, en primer lugar, recolectar información sobre las tasas anuales de incidencia, prevalencia y mortalidad para enfermedad diarreica. El grupo poblacional más vulnerable a este tipo de impactos, y sobre el cual Colombia cuenta con mayor y mejor información, corresponde al de niños menores de 5 años. Existen, sin embargo, vacíos de información en lo que respecta a otros grupos etarios, por lo que Larsen (2004) empleó estimaciones y datos de referencia provenientes de organizaciones internacionales y de otros países.				
Variable	Línea base 2000	Línea base 2009	Fuente	Fuente
Tasa de mortalidad para diarrea en niños menores de 5 años (% del total de la mortalidad infantil)	7,3 %	3,5 %	DANE (2002) citado por Larsen (2004)	DANE (2010)
Total de la mortalidad anual por diarrea en niños menores de 5 años	1.450 – 1.820	660		
Prevalencia de diarrea (2 semanas) en niños menores de 5 años	13,9%	12,6 %	Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) (Profamilia, 2000)	Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) (Profamilia, 2010)
Episodios estimados de diarrea al año por cada niño menor de 5 años	2,9	2,4 (urbano) – 3,6 (rural)	ENDS (Profamilia, 2000)	ENDS (2010) (Profamilia, 2010)

Episodios estimados de diarrea al año por cada persona mayor de 5 años	0,4 – 0,57	2,4 – 3,2	A partir de ENDS (Pro-familia, 2000) (Larsen, 2004) (Banco Mundial, 2012)	(Larsen, 2004) (Banco Mundial, 2012)
Tasa de hospitalización (% de todos los casos de diarrea) – niños menores de 5 años	0,75 %	0,75 %	Ajustado a partir de evidencias de Egipto. (Larsen, 2004) (Banco Mundial, 2012)	
Tasa de hospitalización (% de todos los casos de diarrea) – población mayor de 5 años	0,5 %	0,5 %		
Estimación de impactos sobre la salud				
<p>2.1 Estimación de casos anuales de mortalidad y morbilidad por enfermedad diarreica: Teniendo en cuenta que la OMS (2002) ha establecido que el 90% de los casos de enfermedades diarreicas pueden atribuirse al agua, al saneamiento y a la higiene, Larsen (2004) parte de las estadísticas de salud anteriores para estimar los casos anuales de mortalidad y morbilidad por diarrea que están relacionados con estas causas en Colombia.</p>				
Casos de enfermedad diarreica	Estimación de Casos Anuales		Fuente	
Niños menores de 5 años – mortalidad incrementada	1.305 – 1.635	660	(Larsen, 2004)	(Banco Mundial, 2012)
Niños menores de 5 años – morbilidad incrementada	12.4 millones	21 millones aprox. (atribuibles al agua, saneamiento e higiene inadecuados)		
Población mayor de 5 años – morbilidad incrementada	14,5 – 20,0 millones			
Casos de hospitalización por diarrea				
Niños menores de 5 años	90 mil – 95 mil	–		
Población mayor de 5 años	75 mil – 100 mil	–		
<p>2.2 Estimación de AVAD perdidos por consumo de agua de baja calidad y deficiencias de higiene y saneamiento: Obtenido el número de casos anuales de morbilidad y mortalidad por enfermedad diarreica atribuibles al agua, al saneamiento y a la higiene es posible realizar una estimación de los AVAD perdidos por tales causas en Colombia, haciendo uso de los valores de AVAD estándar sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por cada 100 mil casos de enfermedad diarreica.</p>				
	AVAD perdidos por enfermedad diarreica al año – 2000	AVAD perdidos por enfermedad diarreica al año – 2009	% de AVAD totales – 2000	% de AVAD totales – 2009
Niños menores de 5 años – mortalidad incrementada	44.000 – 55.500	20.300	62 – 69%	52%
Niños menores de 5 años – morbilidad incrementada	4.000 – 5.500	3.940	6%	10%
Población mayor de 5 años – morbilidad incrementada	16.000 – 29.000	15.190	25 – 32%	38%
TOTAL AVAD – mortalidad y morbilidad	64.000 – 91.000	39.430		

Recuadro 9-2. Las enfermedades diarreicas en la población menor de 5 años

En Colombia la prevalencia de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en menores de 5 años en el año 2010, según la Encuesta Nacional de Demografía y Salud del 2010 (ENDS), fue de 17.415 niños (12,6 %) en las dos semanas antes de la encuesta.

A nivel regional la mayor prevalencia de EDA se presentó en Orinoquía–Amazonía, 435 niños con diarrea (15,2%); seguidas por las regiones Central 3.551 niños con diarrea (14,2%); Caribe, 3.648 niños con diarrea (13,6%); Oriental, 2.962 niños con diarrea (13,1%); Pacífico, 2.438 niños con diarrea (11,7%) y por último Bogotá 2.544 niños con diarrea (9,0%). Por otro lado, comparando la prevalencia en las zonas rural con la urbana, en la zona rural se presentaron 4.353 niños con diarrea (15,2%) y en la zona urbana hubo 11.225 niños con diarrea (11,6%) (Profamilia, 2010).

Los costos anuales asociados a la pérdida de salud en el año 2002 (Larsen, 2004), en su mayor parte corresponden con los impactos en la salud ocasionados por la baja calidad del agua para consumo humano (70%), mientras el 30% restante estaría relacionado con los gastos de aversión de dichos impactos (como el consumo de agua embotellada, filtración y hervido de agua en el hogar).

Pese a que los impactos sobre la salud asociados con la falta de disponibilidad de agua potable, de infraestructura para el saneamiento básico y de buenas prácticas de higiene la EDA continúa siendo una de las problemáticas de salud pública más importantes en Colombia, los logros obtenidos en este ámbito durante las últimas décadas son alentadores. De acuerdo con el último reporte sobre el Progreso en Agua Potable y Saneamiento de UNICEF y la WMO (2012) el país se encuentra por buen camino hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en este campo.

Como resultado de estos avances, tanto la mortalidad como la morbilidad asociadas con enfermedades diarreicas han disminuido considerablemente durante los últimos años. En el 2000, la población colombiana perdía anualmente entre 64 mil y 91 mil años de vida saludable por causa del consumo de agua (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2010) de baja calidad y deficiencias de saneamiento básico e higiene, y los costos asociados con esta pérdida ascendían a un rango entre 1.770 y 2.220 billones de pesos en promedio (Larsen, 2004). En el 2010 esta pérdida se redujo a poco más de 39 mil, es decir, un decrecimiento global de aproximadamente 50% (Banco Mundial, 2012). Sin embargo y pese a la disminución de los impactos sobre la salud en la última década, el mejoramiento de la información disponible y la aplicación de algunos cambios metodológicos arrojaron un costo total de 3.450 billones de pesos para el año 2010 (Banco Mundial, 2012). Independientemente de la divergencia, ambas cifras son un claro indicador de la alta carga socioeconómica que representan las enfermedades diarreicas en Colombia y de los beneficios potenciales de su prevención y atención oportuna.

9.3 Vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento de agua para consumo humano

(Colaboración: Fabio Andrés Bernal Quiroga, Subdirección de Hidrología - IDEAM)

Los diferentes ríos y fuentes de agua que constituyen la oferta del recurso para suplir las necesidades de los sistemas de abastecimiento en las diferentes cabeceras municipales del país pueden resultar impactados por diferentes fenómenos climáticos.

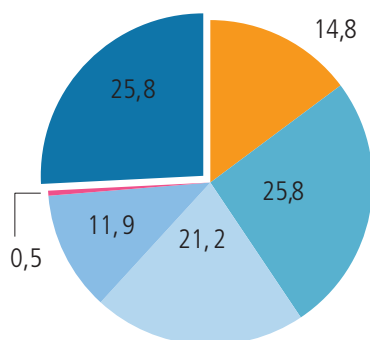
Como resultado de este trabajo, en el ENA del 2010 se obtiene una caracterización municipal en Colombia para año medio y año seco desde el punto de vista de las condiciones hidrológicas y climáticas vigentes del país. Estos resultados, debido al respaldo de información con que fueron construidos, se podrían tomar como modelo de análisis de otros años.

Como los años 2010 y 2011 se han considerado años especialmente atípicos en relación a las cantidades de precipitación en el territorio nacional, debido a su abundancia (ver el Tomo 1 del presente informe), desde la perspectiva dada por el Estudio Nacional del Agua del IDEAM, estos dos años podrían considerarse como años no secos en primera instancia. Esto permitiría, hipotéticamente, asociar una vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento de año medio, que implica que en promedio un 12,4% de la población estuvo en condición de vulnerabilidad alta al desabastecimiento de agua para consumo humano, frente a un 23,4% si este fuera un año seco. Es decir, la vulnerabilidad posible bajo esquema analítico es favorable.

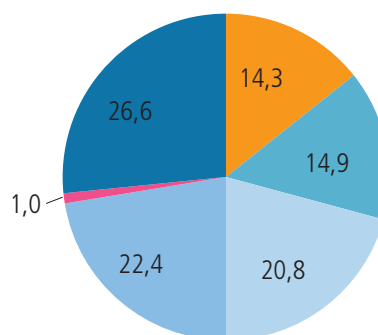
El Índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento (IVH) fue definido como el “grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño)– podría generar riesgos de desabastecimiento”.

Figura 9-17. Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVH) en unidades hídricas, fuente de abastecimiento de la población de cabeceras municipales

Condiciones hidrológicas de año medio
Porcentaje de población



Condiciones hidrológicas de año seco
Porcentaje de población



Característica	Municipio	Población (millones)	Color
No significativo	285	5.405.169	Orange
Baja	352	9.386.654	Light Blue
Medio	401	7.726.139	Medium Blue
Alta	79	4.315.438	Dark Blue
Muy alto	3	174.356	Pink
Sin información		9.393.577	Dark Blue

Característica	Municipio	Población (millones)	Color
No significativo	243	5.216.326	Orange
Baja	320	5.440.509	Light Blue
Medio	352	7.582.759	Medium Blue
Alta	134	8.136.984	Dark Blue
Muy alto	9	348.556	Pink
Sin información	62	9.676.199	Dark Blue

Fuente: IDEAM, 2010, págs. 329-330.

Los resultados generales entregados por el ENA, que se ilustran en la Figura 9-17 permitieron conocer que en Colombia 483 municipios están dentro de las categorías media, alta y muy alta de desabastecimiento hídrico en condiciones hidrológicas de año medio que comprenden una población de 12'215.933 de habitantes, pero el Archipiélago de San Andrés presenta una condición crítica. Sin embargo, para periodos secos, 495 municipios que albergan una población que supera 16'000.000 habitantes serían vulnerables al desabastecimiento, pero nueve (9) de estos tienen una alta vulnerabilidad con una población aproximada de 350.000 personas (IDEAM, 2010).

La calificación dada por este indicador en el 2010 y esbozado ampliamente en la publicación realizada sigue siendo orientadora a nivel municipal, por lo cual se recomienda su consulta. Se puede acceder específicamente al capítulo 8 de este estudio siguiendo el link <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021888/ENA2010Cap8.pdf>

9.4 Bibliografía Contaminación del agua y vulnerabilidad en el abastecimiento de agua para consumo humano

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDS), Bogotá D. C, Colombia.

Banco Mundial. (2012). 'Study 2: environmental health in Colombia: an economic assessment of health effects', en Colombia: Strengthening environmental and natural resources institutions. Reporte número 71443-CO.

Consejo Privado de Competitividad. (2011). Informe Anual de Competitividad de Colombia 2011. Bogotá D. C.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2012). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2011. Boletín de prensa, 17 de abril de 2012. Recuperado el 11 de julio de 2012, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_Prensa_ECV_2011.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2010). Estadísticas Vitales. Estimaciones Tasa de Mortalidad Infantil nacional, departamental y municipal periodo 2005–2010. Recuperado el 23 de agosto de 2012, de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/vitales/Cert_TMI_Mpal_Deptal_WEB_2005_2010.xls

DNP. (2005). Visión Colombia Segundo Centenario 2019. Bogotá D. C.

Giuffré, L., Ratto, S., Marbán, L., Schonwald, J., & Romaniuk, R. (2005). Riesgo por metales pesados en horticultura urbana. Ciencia del suelo, 23(1), 101–106.

IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C.

Instituto Nacional de Salud (INS). (2012). Estado de la Vigilancia de la Calidad de Agua para Consumo Humano en Colombia 2007–2011. Bogotá.

Larsen, B. (2004). Los Costos de los daños ambientales en Colombia. Bogotá: Banco Mundial.

Ministerio de Protección Social. (9 de mayo de 2007). Decreto 1575 de 2007 "Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano". Bogotá D. C., Colombia.

Miranda, D., Carranza, C., Rojas, C. A., Jerez, C. M., Fischer, G., & Zurita, J. (2008). Acumulación de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 2(2), 180–191.

Organización Internacional del Trabajo. (29 de abril de 2001). *Riesgos ambientales para la Salud* (O. I. (OIT), Editor). Recuperado el 9 de octubre de 2012. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, Capítulo 53. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsast/e/fulltext/enciclopedia/enciclopedia.htm>

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Estadísticas Sanitarias Mundiales 2011*. Ginebra.

Profamilia. (2000). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Bogotá D. C.

Profamilia. (2010). *Encuesta Nacional de Demografía y Salud*. Bogotá D. C.

Rajeshkumar, S., & Munuswamy, N. (2011). Impact of metals on histopathology and expression of HSP 70 in different tissues of Milk fish (*Chanos chanos*) of Kaattuppalli Island, South East Coast, India. *Chemosphere*, 83, 415–421.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2011). *Diagnóstico de la calidad del agua suministrada por las empresas prestadoras de servicios públicos en Colombia 2009–2010*. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios delegada para Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Bogotá D. C.

UNICEF & WHO. (2012). *Progress on Drinking Water and Sanitation*. UNICEF and the World Health Organization, Nueva York.



3

APÉNDICE TOMO

PRIMERA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES QUE CONFORMAN LOS SVCA EN CIUDADES COLOMBIANAS



TABLA DE CONTENIDO

I. PRIMERA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES QUE CONFORMAN LOS SVCA EN CIUDADES COLOMBIANAS.....	97
A. BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL.....	101
B. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ (ANTIOQUIA).....	104
C. ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (SANTANDER).....	107
D. MUNICIPIOS DE MAGDALENA JURISDICCIÓN DE CORPAMAG.	110
E. ZONA MINERA DEL CESAR (CORPOCESAR).	113
F. BIBLIOGRAFÍA.....	117

TABLA DE FIGURAS

FIGURA I-1. ROSA DE VIENTOS.....	100
FIGURA I-2. SVCA DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA).....	101
FIGURA I-3. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MEDIA DE 100 A 500 METROS.....	102
FIGURA I-4. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA VECINDARIO DE 500 A 3.000 METROS.....	103
FIGURA I-5. SVCA DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ (AMVA).....	105
FIGURA I-6. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MEDIA DE 100 A 500 METROS.....	105
FIGURA I-7. SVCA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (CDBM).....	108
FIGURA I-8. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MEDIA DE 100 A 500 METROS.....	108
FIGURA I-9. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA TIPO VECINDARIO DE 500 A 3.000 METROS.....	109
FIGURA I-10. SVCA DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL MAGDALENA (CORPAMAG).....	110
FIGURA I-11. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MICRO DE 2 A 100 METROS.....	111
FIGURA I-12. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MEDIA DE 100 A 500 METROS.....	112
FIGURA I-13. SVCA DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR (CORPOCESAR).....	113
FIGURA I-14. ESTACIONES CON ÁREA DE INFLUENCIA MEDIA DE 100 A 500 METROS.....	114

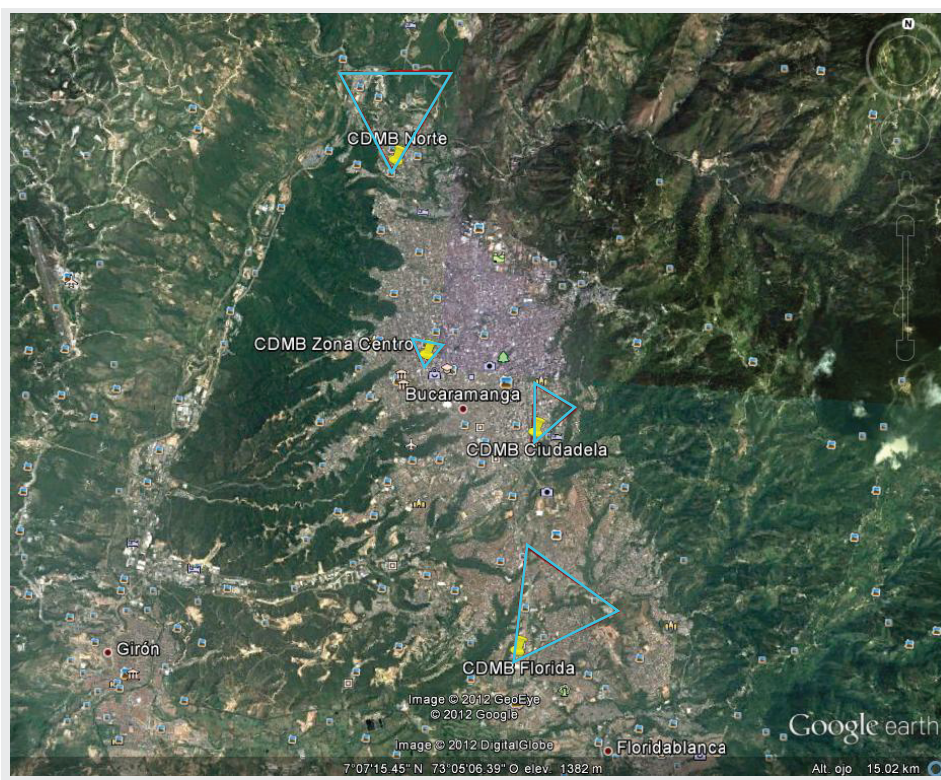
TABLAS

TABLA I -1. ESCALAS DE MONITOREO DEL SVCA.....	98
TABLA I-2. CUADRO RESUMEN PARA EL SVCA DE LA SDA.....	104
TABLA I-3. CUADRO RESUMEN PARA EL SVCA DE LA AMVA.....	107
TABLA I-4. CUADRO RESUMEN PARA EL SVCA DE LA CDBM.....	110
TABLA I-5. CUADRO RESUMEN PARA EL SVCA DE CORPAMAG.....	112
TABLA I-6. CUADRO RESUMEN PARA EL SVCA DE CORPOCESAR.....	116

I. Primera aproximación al estudio de la densidad poblacional del área de influencia de las estaciones que conforman los SVCA en ciudades colombianas



(Autores: Luis Elkin Guzmán Ramos, Ana María Hernández Hernández y Yamile Andrea Moreno Saboyá
Subdirección de Estudios Ambientales - IDEAM)



El problema de la contaminación atmosférica se inicia aproximadamente a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, periodo en el que se presentaron episodios de gran magnitud de contaminación del aire en ciudades tales como Londres (Inglaterra) y Los Ángeles (Estados Unidos), entre otras, aumentando la mortalidad de sus poblaciones, episodios que se originan generalmente por el uso de combustibles fósiles que producen grandes emisiones al aire. Por lo anterior, algunas organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) dieron inicio al tratamiento de esta problemática a mediados de siglo, con el ánimo de realizar investigación que pudiese generar conocimiento a fondo sobre sus causas y consecuencias, al igual que los actores involucrados y el desarrollo de políticas adecuadas de control.

Los programas más conocidos establecidos por instituciones como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se enfocaron inicialmente en el monitoreo, con su programa regional de estaciones de muestreo de la contaminación del aire,

pues ningún país latinoamericano conocía la magnitud real de sus problemas de contaminación atmosférica. Con esta iniciativa, en la década de los sesenta, a través del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis), la OPS estableció la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (Redpanaire): este programa se integró al Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)¹.

En Colombia, las autoridades ambientales, en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), vienen realizando grandes esfuerzos económicos con el fin de mejorar las condiciones del recurso aire mediante planes y programas de descontaminación, así como el control y seguimiento a las actividades económicas que puedan impactar negativamente el recurso. A pesar de los grandes esfuerzos llevados a cabo para controlar la contaminación del aire, esta sigue siendo motivo de preocupación en el mundo, convirtiéndose en una amenaza que puede generar efectos agudos, acumulativos y crónicos en la población, los cuales dependerán del tiempo de exposición a ella y del estado de salud del individuo expuesto; recordemos que esta contaminación no solo afecta a la población sino al ambiente en general, pero los más afectados son los grupos vulnerables, especialmente personas con enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas, mujeres embarazadas, adultos mayores y niños.

Como en muchas ciudades del mundo, en los principales centros urbanos de Colombia el proceso de combustión empleado para obtener calor, generar energía eléctrica o movimiento, es la principal causa de generación de emisiones contaminantes hacia la atmósfera. Aunque no se deben desconocer algunos procesos industriales que aportan al deterioro de la calidad del aire cuando se realizan sin control alguno.

Comúnmente el aire puro se entiende por la mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono; por lo tanto la contaminación atmosférica se debe entender como cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire o como el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)².

De acuerdo con la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) los principales contaminantes atmosféricos son: el material particulado (PST, PM10 y PM2.5) entre los que se encuentra: el polvo, la mugre, el hollín, el humo, etc., dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), plomo (Pb) y ozono troposférico (O₃).

Para realizar el seguimiento a la concentración de los contaminantes anteriormente mencionados, las autoridades ambientales y algunas empresas privadas, que por su actividad específica requieren realizar seguimiento a la calidad del aire, cuentan con Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), el cual es una herramienta que sirve para diseñar políticas, normas, planes, programas y proyectos de control de la contaminación atmosférica; evaluar la eficacia de los programas ejecutados como parte de la estrategia de control de la contaminación atmosférica; obtener el apoyo público y el entendimiento de las medidas y acciones tomadas por la autoridad ambiental, tendientes a disminuir los niveles de contaminación atmosférica dentro de un territorio y contar con información de fácil acceso a los demás entes públicos y privados involucrados con la problemática de la contaminación atmosférica, entre algunas otras.

Lo anterior con el objetivo de realizar gestión en el tema de emisiones para mejorar las condiciones del recurso disminuyendo las concentraciones de los contaminantes, lo que conlleva a minimizar la afcción sobre la salud humana y en general sobre los ecosistemas.

¹ Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C., 10 Años de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá, 2008.

² Resolución 610 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) están conformados por estaciones compuestas por diversos equipos, monitores y analizadores que permiten conocer las concentraciones de los contaminantes mencionados en el aire.

Dentro de la etapa de diseño del SVCA se deben tener en cuenta diversos parámetros para que las mediciones realizadas sean representativas y útiles en la toma de decisiones. Uno de los parámetros es la definición de la escala de monitoreo que de acuerdo al Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del MADS, se clasifican como se muestra en Tabla I-1.

Tabla I-1. Escalas de monitoreo del SVCA

Escala	Descripción	Escala
Micro	Típica de áreas como cañones urbanos y corredores de tráfico donde el público puede estar expuesto a altas concentraciones de contaminantes provenientes de las emisiones de fuentes móviles o fuentes puntuales. Responde a estudios puntuales de un grupo de fuentes y receptores específicos y/o estudios epidemiológicos. Las mediciones tomadas a esta escala no deben tomarse como representativas de un área mayor.	2 m – 100 m
Media	Representa concentraciones típicas de zonas limitadas en un área urbana.	100 m - 0.5 km
Vecindario	Las mediciones en esta categoría pueden representar las condiciones en un área específica al interior de un área urbana.	0.5 km – 3 km
Urbana	Condiciones de un área urbana.	3 km – 20 km
Regional	Áreas rurales o conjunto de áreas urbanas y rurales. Incluye la interacción de varias jurisdicciones de diferentes autoridades ambientales.	Más de 20 km hasta el área total de la jurisdicción.
Nacional	Estudio del país. Incluye la integración de varios SVCA y jurisdicciones de diferentes autoridades ambientales.	Todo el país.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.

Para realizar esta primera aproximación se tuvieron en cuenta la escala de monitoreo con base en las descripciones que se presentan en la Tabla I-1, así como la dirección predominante del viento en cada una de las estaciones.

Si bien es cierto, para tratar de establecer la escala de monitoreo de una estación de calidad del aire se requiere más que la dirección predominante del viento, por lo cual es necesario contar con modelos que permitan determinar cuál es la influencia real de cada una de las estaciones que componen los diversos SVCA, teniendo en cuenta porciones de aire que se presenten en dirección a ellas y receptores que indiquen la influencia del monitoreo realizado. El objetivo principal de este ejercicio es realizar una priorización de las zonas en las que se encuentren ubicadas estaciones con altos niveles de contaminación, en este caso PM10, y en las cuales se localiza la mayor población expuesta, con base en el área de influencia de las estaciones de acuerdo con la dirección predominante del viento.

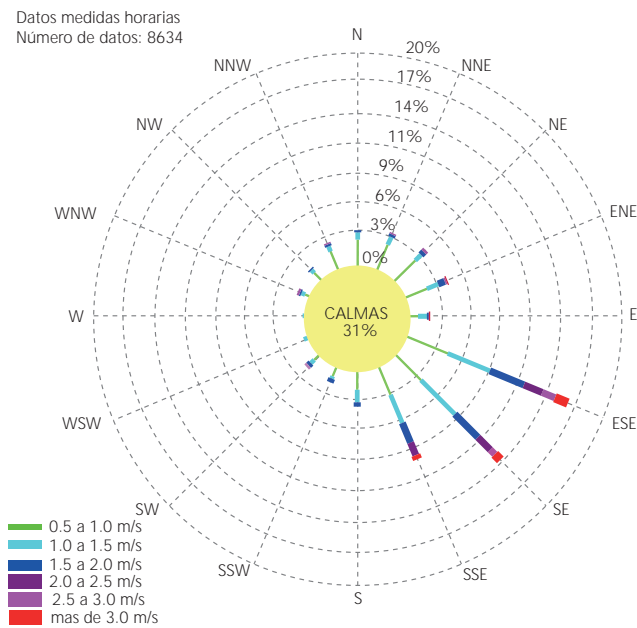
El desarrollo de este primer ejercicio de aproximación del área de influencia de las estaciones de monitoreo que hacen parte de los SVCA comprende cuatro etapas.

La primera etapa es la verificación de la correcta localización de cada una de las estaciones que conforman los SVCA; dicha información fue suministrada por los administradores de estos sistemas y confirmada realizando un ejercicio de localización en Google Earth®.

La segunda etapa corresponde a la determinación de la dirección predominante del viento en cada una de las estaciones. Para ello se decidió tomar la dirección predominante del viento reportada para el último año (2011) por cada Autoridad Ambiental administradora del SVCA dentro de su informe anual. Es importante anotar que en muchas de las estaciones no se tiene la información de la dirección predominante del viento por no contar con una medición o estación que determine las variables meteorológicas del punto donde se está realizando la medición de calidad del aire; cuando se presentó este caso se consultaron los informes generados por la Subdirección de Meteorología del IDEAM y el Atlas de Vientos y Energía Eólica de Colombia publicado por el Instituto en el año 2006.

La tercera etapa consistió en determinar el tipo de escala para cada una de las estaciones, de acuerdo con las descripciones dadas en la Tabla I-1, así como la información suministrada en los informes elaborados por los SVCA, las observaciones obtenidas a partir de las visitas realizadas por parte de la Subdirección de Estudios Ambientales a los SVCA y las características observadas en imágenes satelitales teniendo en cuenta la información existente en el Sisaire para cada estación. Conforme con este resultado se trazaron las líneas del polígono de acuerdo con la dirección predominante del viento teniendo en cuenta la división de la rosa de vientos, la cual es la forma gráfica de mostrar las frecuencias de las diferentes direcciones del viento y la distribución de velocidades del mismo dentro de cada dirección; estas frecuencias son proporcionales a la longitud de los rayos y la rosa por lo general se representa dividida en 16 direcciones como se muestra en la Figura I-1; por otro lado, las direcciones se ubican cada 22,5°, con un intervalo de más o menos 11,25°.

Figura I-1. Rosa de Vientos



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2012

Finalmente, se realizó una tabla resumen en la cual se encuentra la siguiente información: cálculo del área de cada uno de los polígonos resultantes de las anteriores etapas para cada una de las estaciones, lugar dentro de la división política establecida por cada municipio donde se encuentra la estación (localidad, comuna, etc), población existente dentro de dicha división política, área total del lugar descrito, densidad poblacional y concentración promedio anual que presenta la estación para el año 2011.

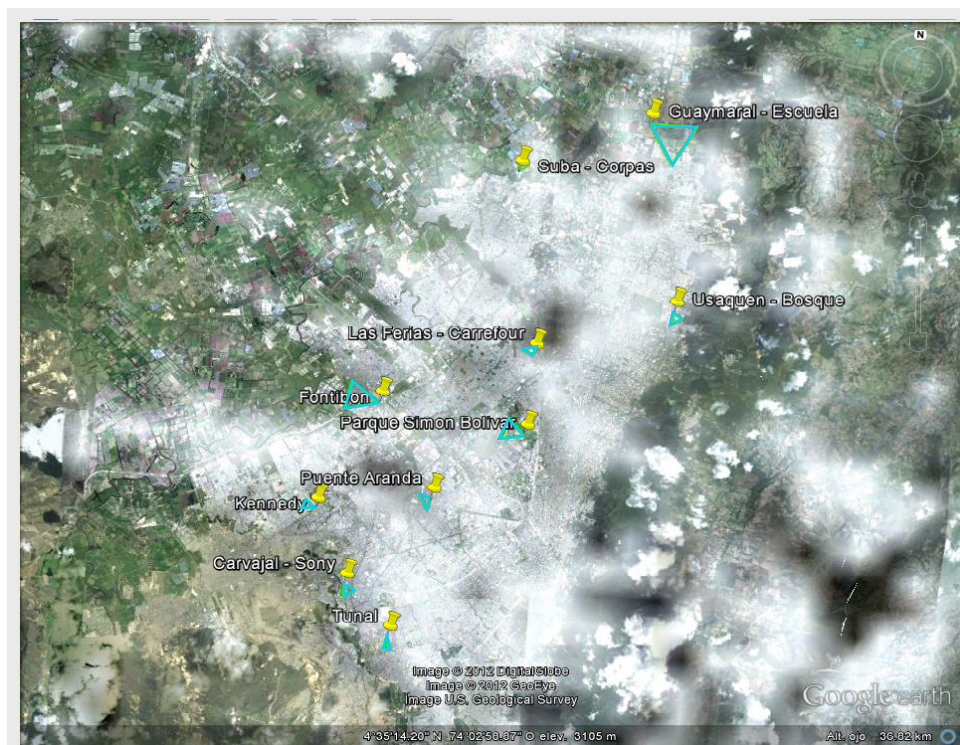
Esta metodología fue implementada inicialmente para 5 SVCA del país: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag) y Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpoce-sar). Los resultados obtenidos permiten realizar una priorización del monitoreo de la calidad del aire basándose en la población que se encuentra dentro del polígono resultante del área de influencia de la estación y la concentración que se haya determinado en la estación, específicamente para material particulado menor a 10 micras (PM10).

En este orden de ideas, a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los SVCA analizados dentro de esta primera aproximación.

A. Bogotá Distrito Capital

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) cuenta en el momento con 13 estaciones de monitoreo fijas automáticas y una estación móvil. Para este trabajo se tuvieron en cuenta solo 10 estaciones (Figura I-2) debido a que las estaciones de Vitelma y Usme son netamente meteorológicas y la estación del Lago no se encontraba operando al momento de este ejercicio; de igual forma no se presenta la unidad móvil ya que el monitoreo que realiza es tipo campaña.

Figura I-2. SVCA de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)



Para este Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire se tomó la información del “Informe Anual Calidad de Aire de Bogotá año 2011” para obtener las direcciones predominantes del viento para cada una de las estaciones, así como la ubicación de las mismas.

Se encontró que 6 de las 10 estaciones analizadas dentro del ejercicio, cuentan con una escala de influencia Media correspondiente a una distancia entre los 100 metros y los 500 metros como se muestra en la Figura I-3; dentro de estas estaciones se encuentran las que reportan las mayores concentraciones que corresponden a Kennedy y Carvajal, ubicadas en la localidad de Kennedy la cual presenta la mayor densidad poblacional, como se presenta en la Tabla I-2.

Figura I-3. Estaciones con área de influencia Media de 100 a 500 metros



En la Figura I-4 se presentan las estaciones que tienen un área de influencia tipo vecindario, es decir, que se encuentran entre los 500 y 3.000 metros.

Figura I-4. Estaciones con área de influencia vecindario de 500 a 3.000 metros



Como se observa en la Figura I-3 y Figura I-4, dentro de los polígonos descritos para cada estación, aunque esta cuenta con una mayor área de influencia sobre el terreno del cual monitorea la calidad del aire, no necesariamente quiere decir que cuente con una alta población, dentro de su polígono, que se ve afectada por la concentración de contaminantes medida por la estación; por ejemplo en la estación Kennedy se presenta una concentración de PM10 de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y tiene un área de influencia media en donde se observa que más del 90% del polígono cuenta con una alta población, mientras que la estación de Guaymaral que cuenta con un área de influencia tipo vecindario, con un área del polígono de $1,66 \text{ km}^2$, presenta en su mayoría terreno agrícola con una baja densidad poblacional.

En la Tabla I-2 se puede observar la información obtenida en la búsqueda de los datos de población y en la creación del polígono. Un punto muy importante a considerar es que para el ejercicio se trató de establecer población uniforme dentro del área del territorio analizado, empleando los datos de densidad de población, pero como se describió anteriormente, el valor obtenido de esta forma no representa la realidad al momento de realizar la priorización dado que existen áreas muy amplias como la de Guaymaral que representaría una población dentro del polígono de 12.909 habitantes, lo cual es contradictorio al momento de contrastarlo con la realidad que se aprecia en la Figura I-4.

Con base en la densidad poblacional “cualitativa” que se aprecia en la Figura I-3 y Figura I-4 dentro del polígono calculado, y de acuerdo a las concentraciones registradas, se determinó que las estaciones en las que se debe priorizar el monitoreo de la calidad del aire son las que se encuentran en las localidades de Kennedy y Fontibón.

Las estaciones de Puente Aranda y Carvajal que sobrepasan la norma permisible para material particulado menor a diez micras (PM10), según la Figura I-3, no cuentan con una alta densidad de población dentro del polígono y presentan una alta actividad industrial por lo cual su población es flotante y es posible que se vea perjudicada a través del tiempo.

Tabla I-2. Cuadro resumen para el SVCA de la SDA

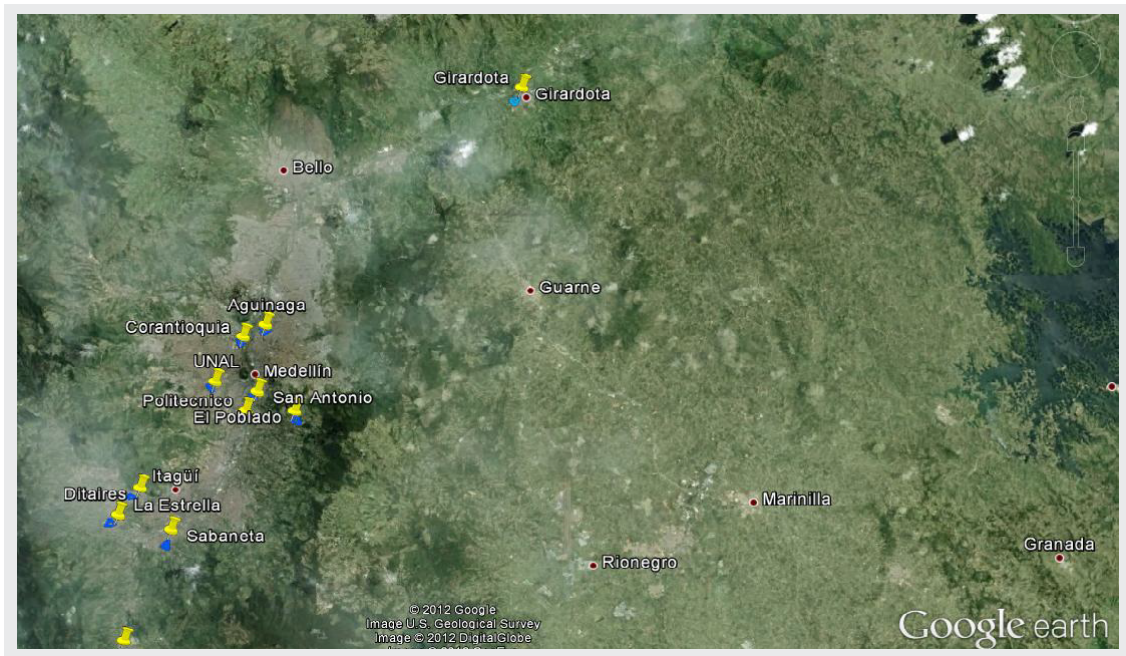
SVCA	Estación	Localización por división política	Área polígono km ²	Área total km ²	Población total	Densidad de población No. hab. /km ²	Población por estación No. hab.	(PM10) anual µg/m ³
SDA	Usaquén (Bosque)	Usaquén	0,11	65,31	418.792	6.412	725	40
	Carvajal (Sony)	Kennedy	0,12	38,57	938.387	24.329	2.849	86
	Tunal	Tunjuelito	0,05	10,28	184.217	17.920	945	52
	Parque Simón Bolívar (I.D.R.D.)	Barrios Unidos	0,43	11,90	224.654	18.878	8.199	38
	Las Ferias (Carrefour)	Engativá	0,12	35,56	795.836	22.380	2.671	42
	Guaymaral (Escuela)	Suba	1,66	100,54	780.267	7.761	12.909	36
	Kennedy	Kennedy	0,08	38,57	938.387	24.329	1.876	79
	Suba (Corpas)	Suba	0,11	100,54	780.267	7.761	839	51
	Puente Aranda	Pte. Aranda	0,12	17,31	257.471	14.873	1.856	56
	Fontibón	Fontibón	0,86	33,26	321.367	9.662	8.299	52

Fuente: (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

B. Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Antioquia)

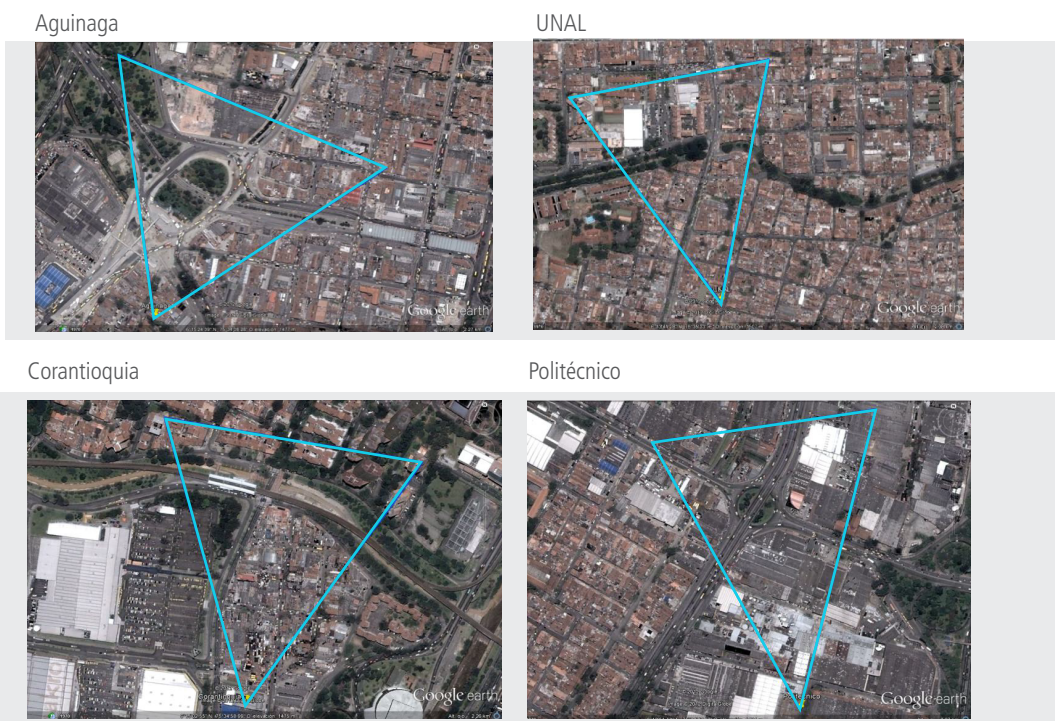
El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) cuenta con 18 estaciones que miden el parámetro de PM10, de acuerdo con lo reportado por esta Autoridad Ambiental en el Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007–2010 publicado por el IDEAM en 2012; de dichas estaciones solamente se obtuvo información completa para estimar el área de influencia de nueve de ellas, las demás no se tuvieron en cuenta debido a razones tales como, no contar con una dirección predominante del viento de forma clara, o información insuficiente; para este caso se tuvieron en cuenta las siguientes estaciones: Aguinaga, UNAL, Corantioquia, Politécnico, La Estrella, Sabaneta, Ditaires, Poblado y San Antonio. El resumen se presenta en la Tabla I-3.

Figura I-5. SVCA del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)



Acorde con la información suministrada por el administrador del SVCA en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (Sisaire), todas las estaciones cuentan con una influencia de tipo media que abarca de 100 a 500 metros; así mismo, con base en las direcciones predominantes del viento, los polígonos quedan establecidos para cada estación como se representa en la Figura I-6 que se muestra a continuación.

Figura I-6. Estaciones con área de influencia media de 100 a 500 metros



La Estrella



Sabaneta



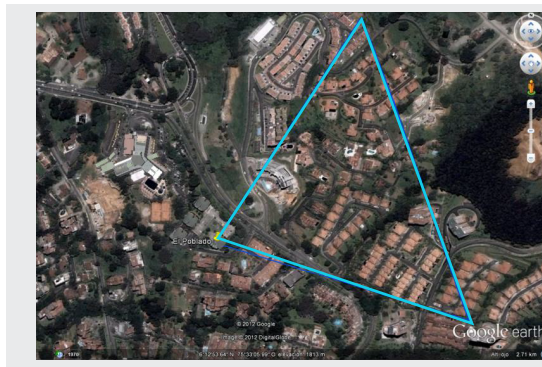
Ditaires



San Antonio



Poblado



Como resultado del ejercicio de generación de los polígonos se encontró que, de acuerdo a la dirección predominante del viento, la estación con mayor área dentro del polígono es Poblado con 0,12 km²; sin embargo, como se puede apreciar en la Figura I-6, la densidad de población dentro de este polígono es mucho más baja comparada con las encontradas para las estaciones de Ditaires o UNAL, que sería la zona a priorizar por la concentración de material particulado menor a 10 micras (PM10) reportado por la autoridad como se muestra en la Tabla I-3.

Debido a que en la imagen de la estación San Antonio no se aprecian viviendas sino actividad industrial y aunque se excede la norma no se estaría afectando directamente a la población cercana; se podría ver afectada la población flotante que se presente en este territorio. Así mismo, la excedencia a la norma probablemente es causada por las construcciones y el suelo desnudo que se encuentran alrededor de la estación, como se aprecia en la Figura I-6.

Al igual que San Antonio, la estación Politécnico excede la norma debido a la cercanía a las fuentes de emisión por encontrarse en una zona industrial; pero a diferencia de la anterior, al observar el área del polígono trazado, se percibe que se afectaría a la población cercana a esta zona industrial por lo cual se deberían implementar estrategias sobre las fuentes emisoras. Ahora bien, como se mencionó anteriormente, sería importante establecer la afección que se causa a un receptor que se encuentre fuera del polígono, en dirección occidente, donde se encuentra una gran área residencial, para lo cual es importante contar con modelos de calidad del aire, donde se pueda representar la influencia sobre dicho tipo de receptores, de acuerdo a los comportamientos meteorológicos y las concentraciones que se registran en la estación.

Finalmente se concluye que las estaciones que cuentan con una alta densidad de población dentro del área del polígono, después del ejercicio, y exceden el límite máximo permisible para PM10 establecido por la norma son: UNAL, Politécnico y San Antonio, priorizando en atención la estación UNAL por contar con un registro de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el último año, superando la norma.

Tabla I-3. Cuadro resumen para el SVCA de la AMVA

SVA	Estación	Localización por división política	Área polígono km^2	Área total km^2	Población total	Densidad de población No. hab. / km^2	Población por estación No. hab.	(PM10) anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$
AMVA	Aguinaga	La Candelaria	0,11	7,36	85.221	11.585	1.283	43
	UNAL	Belén	0,09	8,83	194.921	22.072	1.978	55
	Corantioquia	Laureles -Estadio	0,10	7,42	121.358	16.363	1.619	43
	Politécnico	Guayabal	0,09	7,60	92.661	12.187	1.052	51
	La Estrella	La Estrella	0,11	35,00	52.709	1.506	167	33
	Sabaneta	Sabaneta	0,09	15,00	44.820	2.988	281	47
	Caldas	Caldas	0,00	133,40	67.372	505	0	39
	Ditaires	La Estrella	0,07	35,00	52.709	1.506	108	36
	San Antonio	Poblado	0,09	14,33	124.210	8.670	764	50
	Poblado	Poblado	0,12	14,33	124.210	8.670	1.019	

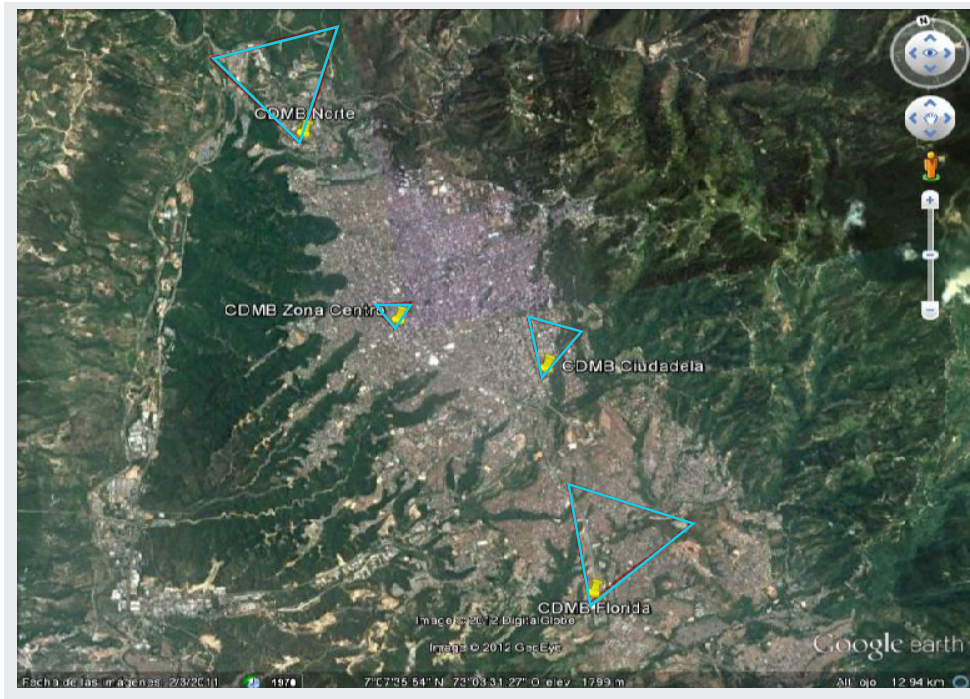
Fuente: Alcaldía de Medellín, 2012.

C. Área Metropolitana de Bucaramanga (Santander)

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) cuenta con un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) conformado por cuatro estaciones fijas y una móvil. Las estaciones fijas están ubicadas en el barrio Ciudadela, la zona centro, la zona norte de la ciudad y la estación Cañaveral en Floridablanca, las cuales se tuvieron en cuenta dentro del presente ejercicio.

La información de la georreferenciación de las estaciones, fue suministrada por la Autoridad Ambiental y es presentada en la Figura I-7; por otro lado la información del comportamiento de los vientos para determinar la dirección predominante fue establecida de acuerdo con los informes generados por la Subdirección de Meteorología del IDEAM.

Figura I-7. SVCA del Área Metropolitana de Bucaramanga (CDMB)



Dentro de los resultados obtenidos de la elaboración de los polígonos se encontró que las estaciones Ciudadela, Floridablanca y Zona Norte cuentan con una escala influencia tipo vecindario que abarca de los 500 a los 3000 metros, como se aprecia en la Figura I-9, mientras que dadas las características de la zona en donde se encuentra ubicada la estación Zona Centro, cuenta con una escala tipo media abarcando hasta 500 metros, como se presenta en la Figura I-8.

Figura I-8. Estaciones con área de influencia media de 100 a 500 metros
Estación Zona Centro

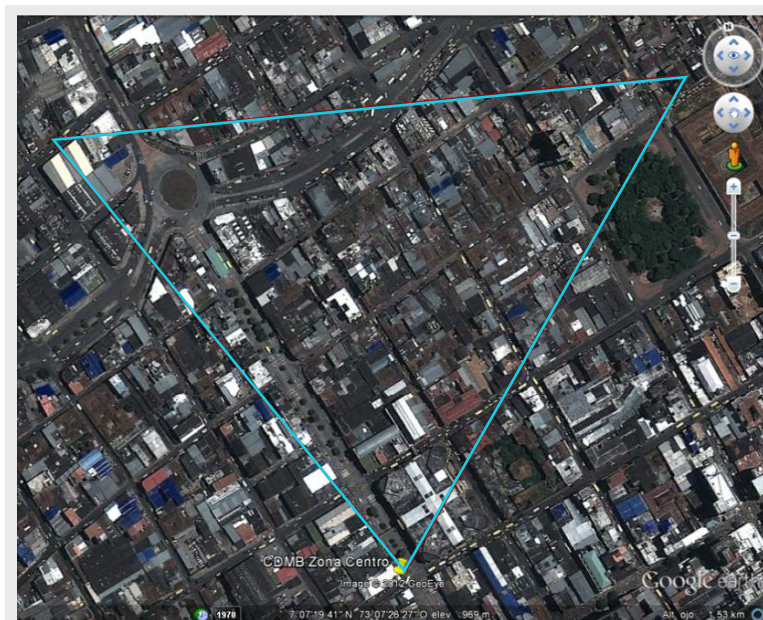
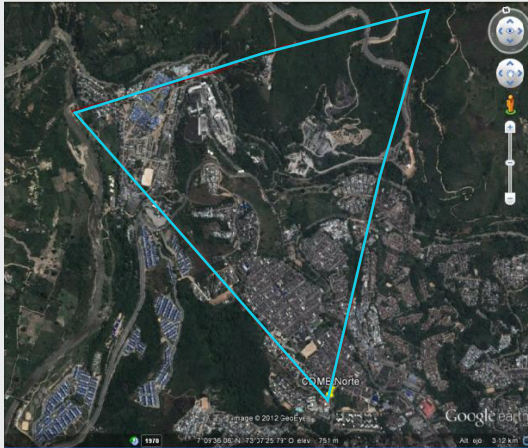
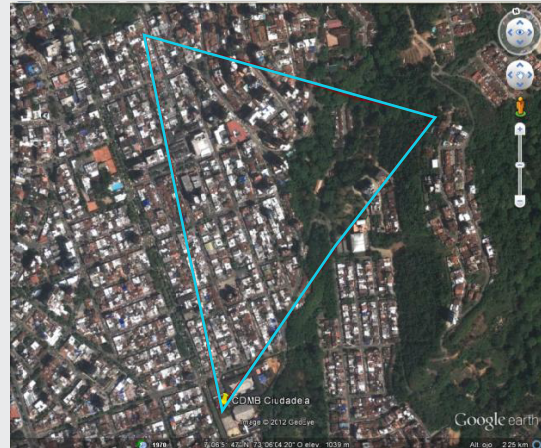


Figura I-9. Estaciones con área de influencia tipo vecindario de 500 a 3.000 metros

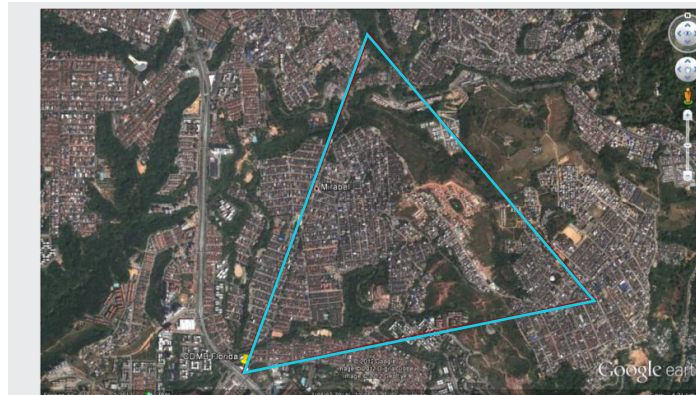
Zona Norte



Ciudadela



Florida



En la Tabla I-4 se puede observar el área de influencia de cada estación de acuerdo con la dirección predominante del viento; a diferencia de los dos anteriores SVCA donde se tomaron las diferentes áreas de la localización de la estación con base en la división política del territorio de las ciudades como Bogotá mediante localidades, o Medellín mediante comunas, para la ciudad de Bucaramanga, aunque cuenta con 17 comunas, no se contó con una fuente confiable de población para cada comuna, por lo cual para las estaciones que se encuentran dentro del territorio de Bucaramanga se tomó el área completa de esta siendo de 154 km² como se ve en la Tabla I-4.

Dentro de la priorización es importante visualizar las características de las zonas y aún más, la altura a la cual se encuentran instaladas las estaciones de este SVCA; por presentarse condiciones diferentes de dispersión de los contaminantes a alturas muy cercanas al piso y en azoteas de edificios, las concentraciones detectadas pueden variar al igual que el área de influencia de la estación, porque a mayor altura las condiciones de mezcla varían con respecto a nivel del suelo, claro está teniendo en cuenta los diversos obstáculos que puedan existir alrededor de estas.

En este orden de ideas y teniendo en cuenta la caracterización de las zonas donde se encuentran las estaciones de monitoreo, se deben priorizar las estaciones Zona Centro y Zona Norte por encontrarse en áreas tanto residenciales como industriales

que afectan la calidad del recurso aire. Por otro lado, la estación Florida presenta la segunda concentración mayor, se encuentra afectada por las condiciones puntuales de una vía cercana con alto flujo vehicular, y no evidencia las condiciones de calidad del aire de la zona que se encuentra en la dirección nororiental de la cual es proveniente en mayor frecuencia la dirección del viento.

Tabla I-4. Cuadro resumen para el SVCA de la CDMB

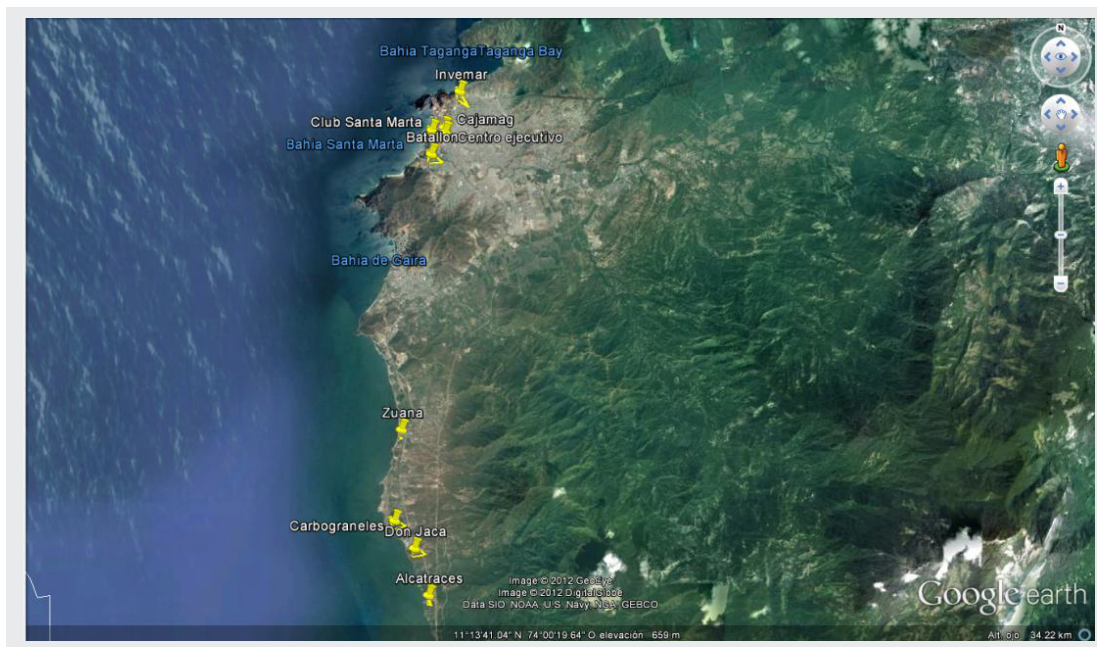
SVA	Estación	Localización por división política	Área polígono km ²	Área total km ²	Población total	Densidad de población No. hab. /km ²	Población por estación No. hab.	(PM10) anual µg/m ³
CDMB	Centro	Bucaramanga	0,12	154,00	525.119	3.410	395	56
	Ciudadela	Bucaramanga	0,35	154,00	525.119	3.410	1.187	33
	Florida	Floridablanca	1,67	97,00	258.509	2.665	4.456	38
	Norte	Bucaramanga	1,67	154,00	525.119	3.410	5.680	31

Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2012 – Los Autores.

D. Municipios de Magdalena jurisdicción de Corpamag

Este Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire se encuentra operado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag); para el ejercicio se tuvieron en cuenta 9 de las 12 estaciones con que cuenta el SVCA, por disponibilidad de información; por otro lado, de estas nueve estaciones 5 monitorean material particulado menor a 10 micras (PM10), que es el contaminante analizado en esta primera aproximación, sin embargo para este caso se tomarán y se comentarán cuatro estaciones más que monitorean PST.

Figura I-10. SVCA de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag)

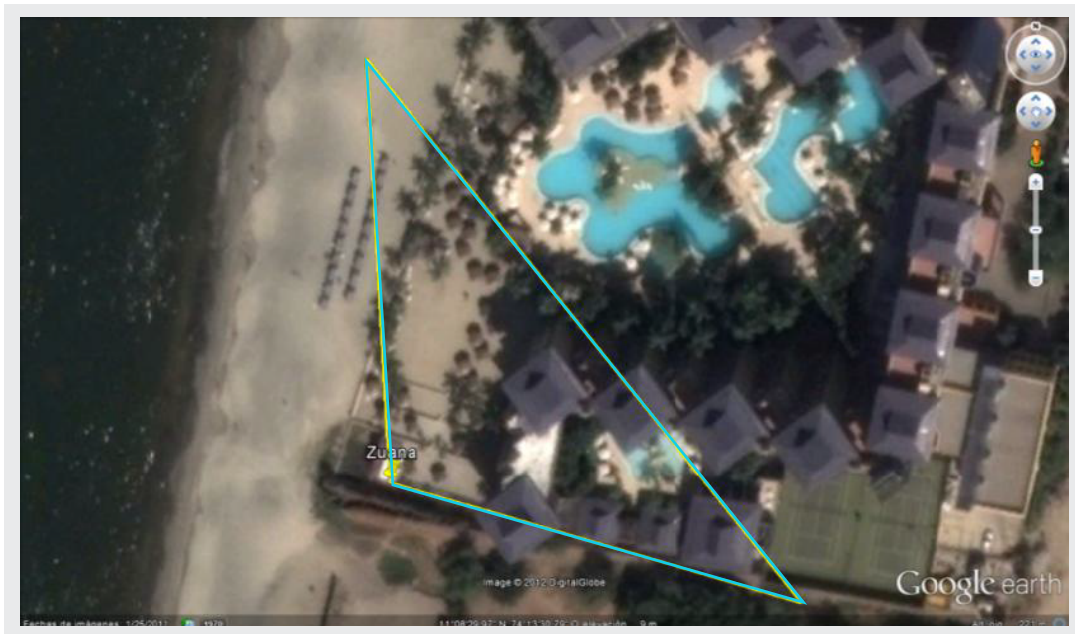


Las estaciones Invermar, Cajamag, Centro Ejecutivo, Club Santa Marta y Batallón se encuentran ubicadas dentro del casco urbano de Santa Marta, lo que corresponde a un poco más del 50% de las estaciones analizadas. Por otro lado, al momento de identificar las características de sus alrededores, se encontraron varios aspectos a considerar para la evaluación de la localización de las estaciones, entre los que vale la pena mencionar los siguientes: es necesario evaluar la ubicación de la estación Centro Ejecutivo que monitorea PST, pero se encuentra encerrada por edificaciones aledañas lo cual impide que cuente con espacio suficiente para el monitoreo; un caso similar se presenta en la estación Cajamag que al igual que la anterior monitorea PST, pero se encuentra rodeada por vegetación, lo cual puede influir en la toma de la muestra en el punto. De acuerdo con la dirección de viento de las dos estaciones anteriores (nornoreste), se podría presumir que las condiciones de concentración que monitorean son muy similares, sin embargo para validar esta afirmación es necesario el empleo de modelos que identifiquen el comportamiento de los contaminantes en la zona.

En cuanto a las estaciones que monitorean PM10 (Club Santa Marta, Zuana, Carbograneles, Alcatraces y Don Jaca) se encontró que cuentan con una representatividad espacial según la dirección del viento, como se aprecia en la Tabla I-5, donde la estación Zuana presenta la menor representatividad en cuanto a la escala de monitoreo, teniendo un área final de 0.005 km², área influenciada muy seguramente por la ubicación del hotel donde está ubicado el equipo de monitoreo como se muestra en la Figura I-11, seguida de la estación Alcatraces con una área final de 0.02 km².

Figura I-11. Estaciones con área de influencia micro de 2 a 100 metros

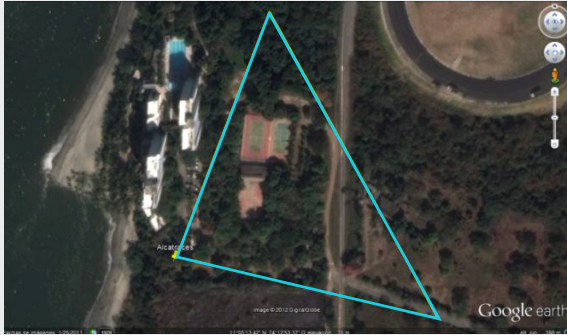
Zuana



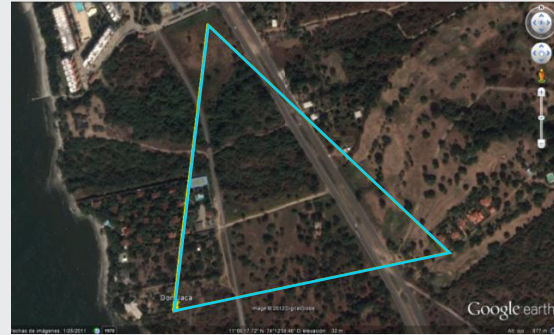
Por otro lado, ninguna de las estaciones presenta incumplimiento de la norma de PM10 y en relación a la priorización por la población que se encuentra dentro de los polígonos, de acuerdo con lo observado en la Figura I-12, el polígono con mayor población es el de la estación Club Santa Marta por estar ubicada dentro de la cabecera municipal.

Figura I-12. Estaciones con área de influencia media de 100 a 500 metros

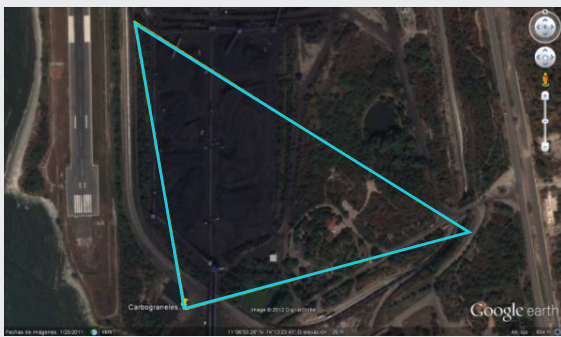
Alcatraces



Don Jaca



Carbogranales



Club Santa Marta



Como se presenta en la Tabla I-5 las concentraciones de PM10 que registran las estaciones son bajas, y algunas de ellas no llegan al 50% del límite máximo permisible de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, como por ejemplo las estaciones Zuana y Alcatraces. En cuanto a la población por estación, como se dijo en los SVCA anteriores, al asumir una distribución uniforme de la población en el territorio se observaría que Carbogranales tendría la mayor población, lo cual no refleja la realidad, por lo tanto esta no es una buena metodología para establecer la prioridad de monitoreo de la calidad del aire por población y como se dijo anteriormente, es necesario el empleo de modelos que identifiquen el comportamiento de los contaminantes en la zona, así como pensar en la reubicación de algunas de las estaciones de monitoreo de manera que las mediciones no se vean perjudicadas por condiciones del entorno.

Tabla I-5. Cuadro resumen para el SVCA de Corpamag

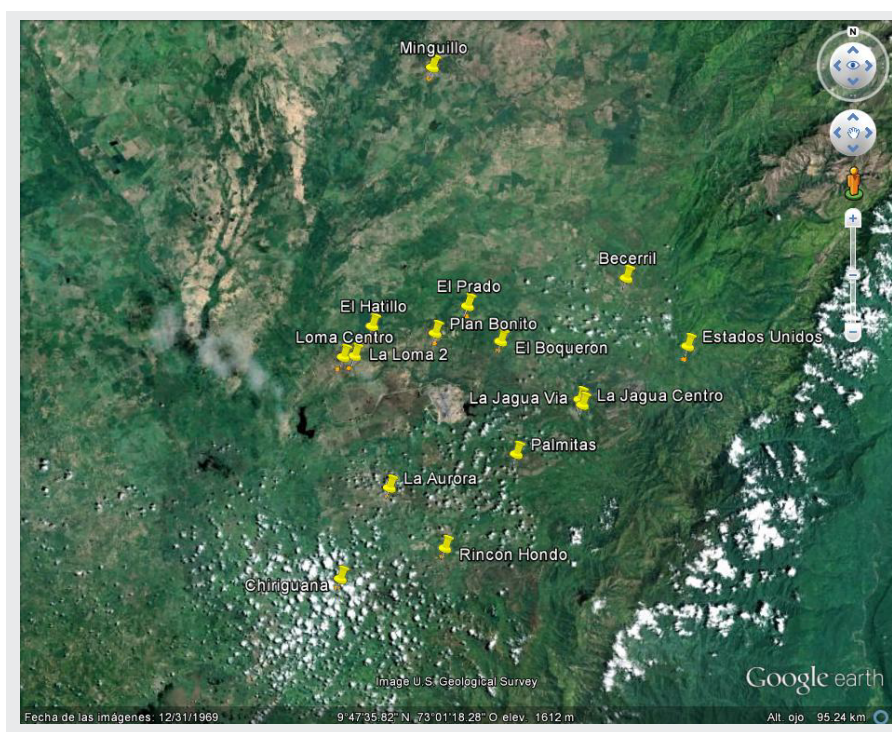
SVA	Estación	Localización por división política	"Área Km ² "	Area total en Km ²	población Total	"Densidad poblacional hab/km ² "	"Población por estación No. Hab "	"[PM10] Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$ "
Corpamag	Club Santa Marta	Santa Marta	0,1188	55,10	454860	8255	980	24
	Zuana	Santa Marta	0,0048	55,10	454860	8255	40	21
	Carbogranales	Santa Marta	0,1247	55,10	454860	8255	1029	27
	Don Jaca	Santa Marta	0,1185	55,10	454860	8255	978	28
	Alcatraces	Santa Marta	0,0200	55,10	454860	8255	165	22

Fuente: Alcaldía Municipal de Santa Marta, 2012 E.

D. Zona Minera del Cesar (Corpocesar)

La entidad encargada del seguimiento al recurso aire en el departamento del Cesar es la Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar), la cual cuenta actualmente con dos Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire que monitorean la zona minera del Cesar y la ciudad de Valledupar. Este ejercicio se realizó con base en 11 estaciones de las 16 que monitorean material particulado menor a diez micras (PM10), pertenecientes al SVCA de la zona minera; lo anterior debido a la disponibilidad de datos de dirección predominante del viento. La ubicación de las estaciones se presenta en la Figura I-13.

Figura I-13. SVCA de la Corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar)



Por medio de estudios realizados en la zona se ha identificado que la meteorología es compleja “debido a que se presentan patrones diarios difíciles de predecir, la fuerza de Coriolis tiene baja magnitud y existe una compleja interacción entre fenómenos sinópticos y térmicos acompañados de convección húmeda”³.

Con base en lo anterior, aunque para muchas de las estaciones no se contó con una dirección del viento claramente predominante y aún más en la mayoría de las estaciones no se tiene un monitoreo de las variables meteorológicas que definen las características del punto, se decidió tomar las direcciones que se presentan con mayor frecuencia dentro de la zona en general y no puntualmente, información correspondiente a las cuatro estaciones que registran velocidad y dirección del viento de donde toma la información meteorológica este SVCA (La Francia, Calenturitas, Borrego y Descanso). Como resultado de lo anterior y teniendo en cuenta lo establecido para la escala de monitoreo en el Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, se obtuvieron los polígonos para las estaciones que representan en primera instancia, la influencia de la medición tomada por el equipo con respecto a la dirección determinada como predominante en cada caso como se muestra en la Figura I-14.

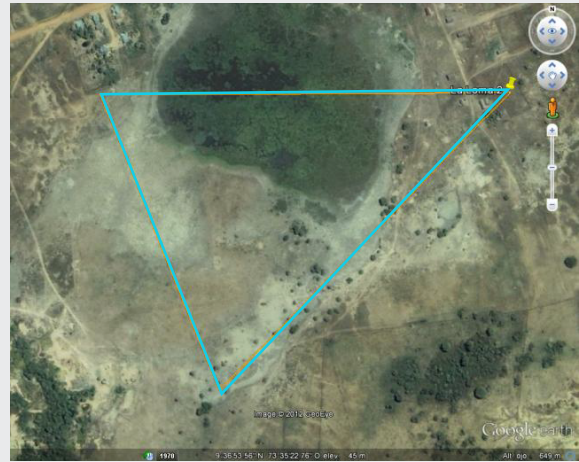
³ L.Morales. Variabilidad espacial y temporal del material particulado en aire ambiente en la zona carbonífera del departamento del Cesar y su interrelación con la meteorología, Universidad Nacional de Santander, Bucaramanga—Colombia 2012.

Figura I-14. Estaciones con área de influencia media de 100 a 500 metros

La Loma Centro



La Loma 2



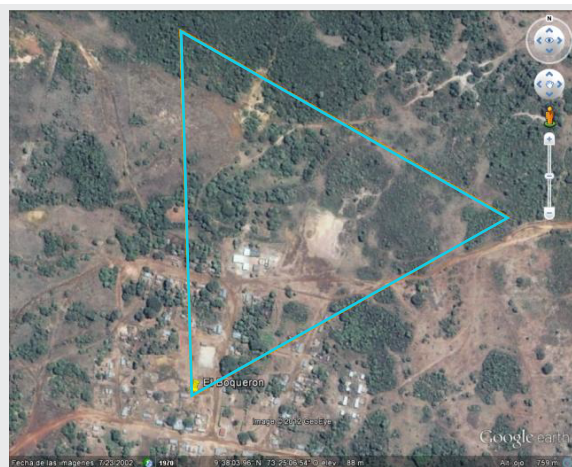
La Aurora



Plan Bonito



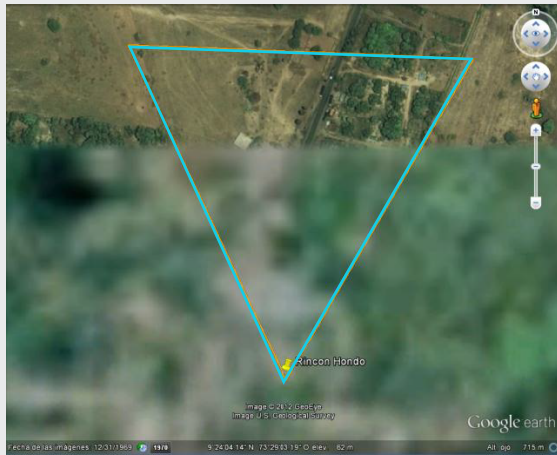
Boquerón



Minguillo



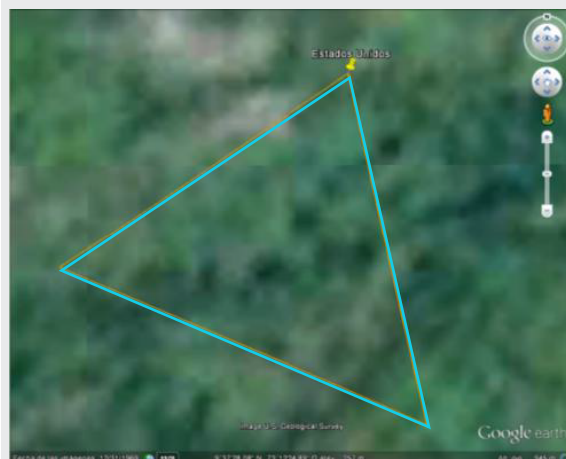
Rincón Hondo



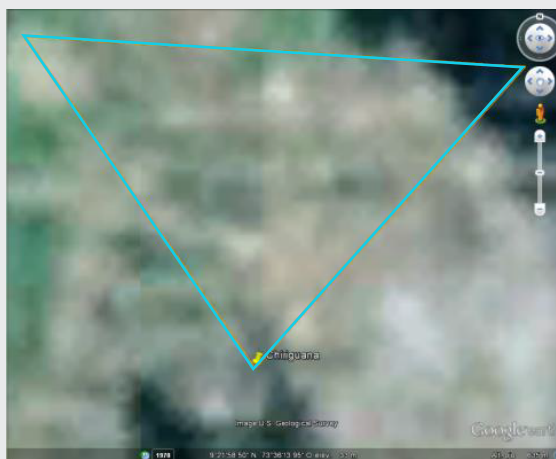
El Hatillo



Estados Unidos



Chiriguana



El Prado

Aunque si bien es cierto muchos de los lugares donde se encuentran las estaciones son muy similares visualmente, como se muestra en la Figura 14, vale la pena aclarar que están distribuidas de acuerdo al diseño realizado por la autoridad ambiental, de manera que el objetivo de monitoreo de todas no es el mismo; en este sentido se cuenta con estaciones de fondo (Loma Centro, Jagua Centro, La Loma 2, Las Palmitas, La Aurora, Rincón Hondo, El Hatillo, Chiriguana y Estados Unidos) y de efecto tráfico (Boquerón, Plan Bonito y Jagua Vía), que por encontrarse ubicadas cerca de vías con alto tránsito de vehículos permiten establecer el aporte de esta actividad a las concentraciones de PM₁₀ registradas en la zona. Con respecto a la estación Mingullo, es considerada como de referencia de las condiciones de concentración típicas de la zona debido a su lejana ubicación.

Dado que las imágenes no son claras en un cien por ciento, hay poblaciones cercanas a las estaciones que sin encontrarse dentro del área del polígono pueden contar con las mismas características de concentración debido a la homogeneidad del terreno donde se asienta la población, y que pueden presentar afección a la salud por diversos factores que no necesariamente son debidos a la actividad minera por carbón que se encuentra en la zona; lo anterior se representa en estudios realizados como el de "Prevalencia de enfermedad respiratoria en niños menores de 10 años de la Zona Carbonífera del Cesar" realizado por la Universidad Nacional de Colombia durante el 2012, en el que se muestran otros factores que pueden incidir en esta problemática como el uso de carbón para las actividades de preparación de alimentos.

Por lo anterior y de acuerdo con la Tabla I-6, las estaciones que demandan mayor importancia en cuanto a que presentan excedencia a la norma anual de PM10 son las de tipo efecto tráfico, en especial Plan Bonito en la que se está excediendo el límite establecido por la norma.

Tabla I-6. Cuadro resumen para el SVCA de Corpoesar

SVA	Estación	Localización por división política	Área polígono km ²	Área total km ²	Población total	Densidad de población No. hab. /km ²	Población por estación No. hab.	(PM10) anual µg/m ³
Corpoesar	La Loma Centro	El Paso	0,09	2,47	20.300	8.219	740	33
	La Loma 2	El Paso	0,09	2,47	20.300	8.219	740	
	Las Palmitas	La Jagua de Ibirico	0,11	2,19	21.400	9.772	1075	27
	La Aurora	Chiriguana	0,09	3,39	33.200	9.794	881	27
	Boquerón	La Jagua de Ibirico	0,11	2,19	21.400	9.772	1075	41
	Plan Bonito	El Paso	0,09	2,47	20.300	8.219	740	58
	Minguillo	La Paz	0,13	3,24	22.600	6.975	907	18
	Rincón Hondo	Chiriguana	0,10	3,39	33.200	9.794	979	26
	El Hatillo	El Paso	0,10	2,47	20.300	8.219	822	41
	Chiriguana	Chiriguana	0,12	3,39	33.200	9.794	1.175	
	Estados Unidos	Becerril	0,12	3,39	15.600	4.602	552	15

F. Bibliografía

Alcaldía Municipal de Santa Marta. (20 de octubre de 2012). *santamarta-magdalena.gov.co*. Obtenido de <http://www.santamarta-magdalena.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=l-xx-1-&s=m&m=l>

Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Manual de diseño de sistemas de -protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire*. Bogotá D.C.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2012). *Informe Mensual Marzo 2007 - RMCAB*. Recuperado el 29 de octubre de 2012, de <http://www.ambientebogota.gov.co/>

Alcaldía de Medellín. (2012). *Medellín.gov.co*. Recuperado el 29 de octubre de 2012, de <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://60d6df26b16703926c5b6a83a406250b>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (23 de Octubre de 2012). *Portal Bogotá*. Recuperado el 23 de octubre de 2012, de <http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/01.270907.html>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (24 de marzo de 2010). Resolución 610 de 2010, "establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia". Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de comercio, Industria y Turismo. (23 de octubre de 2012). Invierta en Colombia. Obtenido de <http://www.inviertaencolombia.com.co/informacion-regional/bucaramanga.html>

Larsen, B. (2004). COST OF ENVIRONMENTAL DAMAGE: A Socio-Economic and Environmental Health Risk Assessment. Prepared for: Ministry of Environment, Housing and Land Development Republic of Colombia Bogotá: World Bank.



IMPRENTA
NACIONAL
D E C O L O M B I A

www.imprenta.gov.co
PBX (0571) 457 80 00
Diagonal 22 B No. 67-70
Bogotá, D. C., Colombia



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Carrera 10 No. 20 - 30 Bogotá D.C. - Colombia / www.ideam.gov.co