

**FACTORES DE EMISIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA CUANTIFICACIÓN DE
LA EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES EMPRENDIDAS POR LAS
AUTORIDADES AMBIENTALES EN BOGOTÁ**

**HERMANN GUSTAVO GARRIDO PRADA
FARID RODRIGUEZ GRANOBLES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOQUIMICA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2011

**FACTORES DE EMISIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA CUANTIFICACIÓN DE
LA EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES EMPRENDIDAS POR LAS
AUTORIDADES AMBIENTALES EN BOGOTÁ**

**HERMANN GUSTAVO GARRIDO PRADA
FARID RODRIGUEZ GRANOBLES**

**Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**Director
CRISTIAN CAMILO DIAZ MERCHAN
Químico MSc Toxicología**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOQUIMICA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2011

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

A mi Sandra Patricia Pallares Muñoz, esposa,
compañera, socia y soporte, a mis hijos Oscar
Mauricio, María Alejandra y Juan Sebastián
quienes son mi motor y fuente de inspiración, a
Cristian Camilo Díaz Merchán quien fue mi
profesor y guía en este camino hacia la luz del
conocimiento.

A mi familia quienes con su apoyo incondicional
contribuyeron en el logro de esta meta

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Químico MSc Toxicología Cristian Camilo Díaz Merchán quien como Director de este trabajo fue fundamental para lograr los aportes que se entregan.

Fiscal 249, Dra. Gloria Elsa Arias Rangel quien nos brindó información no reservada clave para el desarrollo de este trabajo.

Secretaría Distrital de Ambiente por la información brindada para poder desarrollar este trabajo.

Nuestros profesores a lo largo de la especialización que nos brindaron conocimientos y experiencias fundamentales para el crecimiento intelectual.

A nuestros compañeros con quienes cada fin de semana durante un año trasegamos desde las aulas de clases por el camino hacia la excelencia.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	21
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	23
2. MARCO REFERENCIAL.....	27
2.1. FACTORES DE EMISIÓN.....	30
2.2. EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE LOS AGENTES CONTAMINANTES..	31
2.3. PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST Y PM ₁₀).....	32
2.4. TIPOS DE QUEMAS A CIELO ABIERTO.....	38
2.4.1. Las industrias ladrilleras que utilizan hornos locos.....	38
2.4.2. Quema de madera para la obtención de carbón vegetal.....	41
2.4.3. Quema de llantas y cables.....	41
2.5. SALAS ENFERMEDAD RESPIRATORIA AGUDA, SALAS ERA.....	42
3. MARCO JURÍDICO.....	45
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	60
4.1. ESTIMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.....	61
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
5.1. EVALUACIÓN DE EMISIONES PRODUCIDAS POR LAS QUEMAS A CIELO ABIERTO EN BOGOTÁ.....	64
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
7. BIBLIOGRAFIA.....	85
ANEXOS.....	88

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Material Particulado emitido anualmente en Bogotá por fuentes móviles y fijas.	27
Tabla 2. Casos ERA reportados por año.	44
Tabla 3. Norma de emisión de contaminantes convencionales para fuentes fijas de combustión externa	54
Tabla 4. Cronograma de las actividades realizadas	61
Tabla 5. Relación de Ladrilleras cerradas por la SDA y Fiscalía	67
Tabla 6. Quemadas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Kennedy	70
Tabla 7. Quemadas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Bosa	70
Tabla 8. Quemadas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Ciudad Bolívar	71
Tabla 9. Quemadas a cielo abierto por Localidades	75
Tabla 10. Cálculo del impacto en el costo de inversión anual en tratamiento en salas ERA por la reducción de Material Particulado	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Representación gráfica del inventario de emisiones efectuado por la SDA y la Universidad de los Andes.	64
Figura 2. Representación gráfica de la nueva línea base incluyendo las quemas a cielo abierto.	65
Figura 3. Concentraciones de material particulado.	78
Figura 4. Concentraciones de material particulado	79
Figura 5. Concentraciones de material particulado	79
Figura 6. Concentraciones de material particulado	80
Figura 7. concentraciones de material particulado	80

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

	Pág
Fotografía 1. Quema a Cielo Abierto José Adolfo Rincón Martínez Barrio Molinos	88
Fotografía 2. Carbonera Entre Nubes.....	89
Fotografía 3. Carbonera Altos de La Estancia	89
Fotografía 4. Horno Loco Ladrillera Monasterio.....	90
Fotografía 5. Emisión de material particulado Ladrillera Monasterio	90
Fotografía 6. Horno Loco Ladrillera Monasterio.....	91
Fotografía 7. Ladrillera Los Pinos Desmantelada	91
Fotografía 8. Ladrillera El Progreso	92
Fotografía 9. Horno Loco Ladrillera El Progreso.....	92
Fotografía 10. Ladrillera La Sexta.....	93
Fotografía 11. Horno Loco Ladrillera La Sexta	93
Fotografía 12. Aspecto Interno Horno Ladrillera La Sexta	94
Fotografía 13. Ladrillera Los Cerezos.....	94
Fotografía 14. Producción de Ladrillo, Ladrillera Los Cerezos	95
Fotografía 15. Horno Loco Ladrillera Los Cerezos	95
Fotografía 16. Horno Loco Ladrillera Monasterio.....	96
Fotografía 17. Ladrillera Roa Desmantelada	96
Fotografía 18. Pilas de Llantas antes de ser quemadas	97
Fotografía 19. Alambre extraído de la quema de llantas	97
Fotografía 20. Quema de madera Kennedy.....	98
Fotografía 21. Quema de madera Kennedy.....	98
Fotografía 22. Preparación pilas quema de madera Kennedy.....	99
Fotografía 23. Operativo Fiscalía Quema de madera Kennedy.....	99
Fotografía 24. Pilas quema de madera Kennedy.....	100
Fotografía 25. Preparación Pilas Quema de Madera Kennedy.....	100
Fotografía 26. Quemadas a Cielo Abierto Kennedy	101

Fotografía 27. Quemasa Cielo Abierto Ciudad Bolívar	101
Fotografía 28. Quemasa Cielo Abierto Usme	102
Fotografía 29. Quemasa Cielo Abierto Ciudad Bolívar	102
Fotografía 30. Quema a Cielo Abierto Usme	103

TITULO: FACTORES DE EMISIÓN COMO HERRAMIENTA EN LA CUANTIFICACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES EMPRENDIDAS POR LAS AUTORIDADES AMBIENTALES EN BOGOTÁ*

Autores: GARRIDO PRADA, Hermann**
RODRIGUEZ GRANOBLES, Farid

Palabras Claves: Contaminación, Enfermedad Respiratoria Aguda, Quemadas a cielo abierto, Ladrilleras, Hornos Locos, Emisiones, Factores de Emisión, Localidades,

RESUMEN

En este trabajo se analizan los resultados obtenidos mediante el control de la contaminación como fruto de la acción coordinada entre la Secretaría Distrital de Ambiente y la Fiscalía, quienes utilizando herramientas técnico – jurídicas, llevaron al cierre definitivo de 47 carboneras, 11 hornos ladrilleros tipo árabe y 2 zonas de quema de llantas que producían 325 toneladas/año de material particulado.

A partir de la información obtenida de la Secretaría Distrital de Ambiente, la Fiscalía General de la Nación y trabajo en campo se cuantifica lo que el Sistema de salud del Distrito se ahorró anualmente en ingresos a salas de atención a Enfermedad Respiratoria Aguda – ERA - al evitar la emisión de toneladas de material particulado.

De otra parte, se pudo establecer que el Estudio efectuado por la Secretaría Distrital de Ambiente y la Universidad de los Andes no incluyó en el **INVENTARIO DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS Y MÓVILES** las **QUEMAS A CIELO ABIERTO**, las cuales aportan un 13% de la torta de las fuentes fijas causantes de la contaminación del recurso aire.

Esta contaminación emitida está asociada a la informalidad e ilegalidad que caracteriza las actividades de quema de madera para obtener carbón, quema de llantas o cable para obtención de acero o cobre y finalmente la fabricación de ladrillos y tubos en hornos artesanales cuya tecnología data de 4500 años atrás.

Esta situación, permitió a los investigadores hacer un importante aporte al redefinir una nueva línea base de contaminación en Bogotá que incluye por supuesto las QUEMAS A CIELO ABIERTO.

* Trabajo de grado

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Químico MSc Toxicología
CRISTIAN CAMILO DIAZ MERCHAN

TITLE: EMISSION FACTORS AS A TOOL IN THE QUANTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF ACTIONS TAKEN BY THE ENVIRONMENTAL AUTHORITIES IN BOGOTÁ*

Authors: GARRIDO PRADA, Hermann**
RODRIGUEZ GRANOBLES, Farid

Key words: Pollution, acute respiratory disease, open burning, brick kilns, ovens crazys, emissions, emission factors, locations.

ABSTRACT

This paper analyzes the results obtained by pollution control as a result of coordinated action between the Secretaría Distrital de Ambiente and the Fiscalía General de la Nación who using technical - legal tools, led to the closure of 47 charcoal kilns, 11 brick kilns and 2 open burning areas which produced 325 tons / year of particulate matter.

Based on the information obtained from Secretaría Distrital de Ambiente, the Fiscalía General de la Nación and fieldwork, it is measured how many money is annually saved from the District Health System in emergency room visits for acute respiratory illness - ARI - by avoiding the emission of tons of particulate matter.

Furthermore, it was established that the study conducted by the District Secretaría Distrital de Ambiente and the Universidad de los Andes, OPEN BURNING were not included in the inventory of emissions from stationary and mobile sources, which provide 13% of the total pollution in Bogotá.

The pollution emitted is associated with informality and illegality that characterizes the activities of open burning wood for charcoal industry, burning tires or wires to recycling steel or copper and finally the brick and tubes kilns whose technology dates from 4500 years ago.

This allowed to the researchers to make an important contribution to redefine a new pollution baseline in Bogotá that includes OPEN BURNING.

* Thesis

** Chemical Engineer School. Environmental Engineer Specialist. Director: Chemical MSc Toxicology
CRISTIAN CAMILO DIAZ MERCHAN

GLOSARIO

Del Artículo 2º del Decreto Nacional 948 de 1995 se extrajeron las definiciones que se presentan a continuación las cuales fueron establecidas para la interpretación de las normas contenidas en las regulaciones estándares las cuales no son exhaustivas, de manera que las palabras y conceptos técnicos que no hayan sido expresamente definidos, deberán entenderse en su sentido natural, según su significado comúnmente aceptado en la rama de la ciencia o de la técnica, relacionada con su principal o pertinente uso:

Atmósfera: Capa gaseosa que rodea la Tierra.

Aire: Es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición es, cuando menos, de veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

Área fuerte: Es una determinada zona o región, urbana suburbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como una área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen del aire en la cual está contenida.

Condiciones de referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que respectivamente equivalen a 25 C y 760mm de mercurio.

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.

Controles al final del proceso: Son las tecnologías, métodos o técnicas que se emplean para tratar, antes de ser transmitidas al aire, las emisiones o descargas contaminantes, generadas por un proceso de producción, combustión o extracción, o por cualquier otra actividad capaz de emitir contaminantes al aire, con el fin de mitigar, contrarrestar o anular sus efectos sobre el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Emisión: Es la descarga de una sustancia o elementos al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil.

Emisión fugitiva: Es la emisión ocasional de material contaminante.

Emisión de ruido: Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

Episodio o evento: Es la ocurrencia o acaecimiento de un estado tal de concentración de contaminantes en el aire que dados sus valores y tiempo de duración o exposición, impone la declaratoria por la autoridad ambiental competente, de alguno de los niveles de contaminación, distinto del normal.

Fuente de emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente fija puntual: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

Fuente fija dispersa o difusa: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Incineración: Es el proceso de combustión de sustancias, residuos o desechos, en estado sólido, líquido o gaseoso.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un receptor. Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmisibles es el aire respirable al nivel de la tropósfera.

Dosis de inmisión: Es el valor total (la integral del flujo de inmisión es un receptor, durante un período determinado de exposición).

Flujo de inmisión: Es la tasa de inmisión con referencia a la unidad de área de superficie de un receptor.

Tasa de inmisión: Es la masa, o cualquiera otra propiedad física, de contaminantes transferida a un receptor por unidad de tiempo.

Nivel Normal (Nivel I): Es aquél en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no se producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente, o la salud humana.

Nivel de prevención (Nivel II): Es aquél que se presenta cuando las concentraciones de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias, o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.

Nivel de alerta (Nivel III): Es aquél que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida de la población expuesta.

Nivel de emergencia (Nivel IV): Es aquél que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.

Norma de calidad del aire o nivel de inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Norma de emisión: Es el valor de descarga permisible de sustancias contaminantes, establecido por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de calidad del aire.

Norma de emisión de ruido: Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.

Norma de ruido ambiental: Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad.

Olor ofensivo: Es el olor, generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

Punto de descarga: Es el ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera.

Sustancia de olor ofensivo: Es aquella que por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición puede causar olores desagradables.

Sustancias peligrosas: Son aquellas que aisladas o en combinación con otras, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al medio ambiente.

Tiempo de exposición: Es el lapso de duración de un episodio o evento.

INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales cada vez preocupan más al hombre moderno ya que su desarrollo ha de ser ante todo sostenible [“sustainable development”] tal como se reconoció por primera vez en el **Informe Brundtland (1987)**, fruto de los trabajos de la **Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas**, creada en la Asamblea de las **Naciones Unidas** en **1983**.

Fue a partir de la década de los 70 que los científicos empezaron a relacionar la pérdida de la biodiversidad con el impacto producido por el hombre sobre la naturaleza, lo cual conllevó a que en instrumentos como la Declaración de Río (1992) se erigiera el desarrollo sostenible en sus Principio 3º y 4º en los siguientes términos:

“Principio 3

*El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda
Equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las
Generaciones presentes y futuras.”*

“Principio 4

*A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio
Ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y
no podrá considerarse en forma aislada.”*

Esto ha conllevado a que en las legislaciones de los países que han suscrito los diferentes instrumentos de las organizaciones de las naciones se considere un delito el daño ambiental y se incluya en las constituciones capítulos especiales para la protección del medio ambiente sano a través de elevarlo a categoría de derecho e implementando acciones legales que sean ágiles y expeditas para que

cualquier ciudadano pueda mover el aparato judicial en procura de la protección de tal derecho.

El estado Colombiano ha suscrito casi todos los tratados internacionales que tratan sobre el medio ambiente y en la Constitución de 1991 lo elevó a derecho colectivo creando incluso las acciones populares como medio procesal para su protección, y, en el año 2000 elevó a tipo penal el daño ambiental.

Sin embargo, solo la acción decidida de las autoridades utilizando las herramientas legales que tienen a la mano permitirá que los infractores entiendan de una vez por todas que nadie puede arrogarse el derecho de depredar el planeta sin pensar en las generaciones venideras pues ellas también tienen el derecho a disfrutar de un ambiente sano producto de un verdadero desarrollo sostenible.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental es un problema que hoy día preocupa a toda la humanidad ya que tiene un impacto directo en la supervivencia de todas las especies del planeta, y es por ello que se han realizado numerosos encuentros mundiales para construir herramientas, llámense protocolos o convenios, que obliguen al hombre a respetar su medio ambiente de manera que se pueda lograr un desarrollo sostenible en armonía con la naturaleza, no en contra, como venía o incluso aún viene ocurriendo a pesar de los esfuerzos hechos por muchos países.

Una herramienta importante en la lucha por la preservación de la naturaleza y de todas las especies, incluida la humana, es la inclusión en las legislaciones del mundo de instrumentos que permitan imponer medidas y sanciones a quienes atenten contra los recursos aire, tierra y agua. Es por eso que en Colombia la Constitución de 1991 creó nuevas acciones que permiten al ciudadano acudir a los jueces para exigir el respeto al medio ambiente y garantizar su goce, elevándose a categoría de delito la **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**, en el Código Penal.

Debido al gran crecimiento del parque industrial y automotor a nivel mundial, las emisiones de subproductos de la combustión de diferentes tipos de combustibles a la atmósfera han tenido como consecuencia un incremento en las concentraciones de contaminantes a niveles en los cuales producen efectos nocivos de corto y largo plazo sobre la salud humana.

En el caso de la ciudad de Bogotá, el problema de la contaminación del aire ha sido ampliamente reconocido, siendo el material particulado (PM)¹ el contaminante que genera mayor preocupación por sus altas concentraciones.

¹ El material particulado está formado por partículas en fase sólida y líquida suspendidas en el aire, las cuales también pueden ser conocidas como hollín, polvo y/o niebla, entre otras acepciones.

Según datos del Banco Mundial (World Development Indicators 2005), Bogotá se encuentra ubicada en el puesto 37 entre 110 ciudades en cuanto a niveles anuales de contaminación por PM₁₀ (partículas de tamaño inferior a 10 micras [10 µm]), siendo más contaminada que ciudades como Sao Pablo, Río de Janeiro, Barcelona o Los Ángeles.

Al interior de la ciudad, los sectores más afectados por la contaminación del aire por material particulado en la ciudad corresponden a las localidades de Ciudad Bolívar, Kennedy, Puente Aranda y Fontibón, al occidente y sur de la ciudad. Entre tanto, el sector que presenta la mejor calidad del aire, es la zona nororiental, correspondiente a la localidad de Usaquén.

Se ha descrito en la literatura la relación entre la exposición laboral a material particulado y sus efectos en la salud, particularmente a nivel del sistema respiratorio, sin embargo dicha exposición solo se ha cuantificado de forma global a través de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá, lo cual no permite dar una correlación confiable entre la exposición o factor de riesgo y el desenlace.

Adicionalmente, las estaciones de monitoreo no cubren la totalidad del territorio del Distrito y están ubicadas a alturas diferentes –algunas a más de 3 metros y otras a nivel del suelo- lo cual hace que sus mediciones no sean representativas de la calidad del aire que respiran los habitantes de la ciudad, ya que a alturas mayores, se presenta la dilución de la contaminación.

De acuerdo con lo establecido en el **INVENTARIO DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS Y MÓVILES** realizado por la Secretaria Distrital de Ambiente² y la Universidad de los Andes, en lo referente a

² En adelante la SDA.

contaminantes criterio, el material particulado ocupa un lugar de relevancia en la contaminación atmosférica en Bogotá.

Revisando dicho inventario de emisiones, se tiene que *“Las fuentes industriales en Bogotá emiten anualmente a la atmósfera 1.400 toneladas de material particulado; 2.600 toneladas de óxidos de nitrógeno; y 2.200 toneladas de óxidos de azufre. Estas cantidades representan uno de los principales aportes al problema de contaminación del aire en la ciudad.”*

Adicionalmente se alude que *“Según los registros oficiales disponibles en la Cámara de Comercio de Bogotá, en la ciudad hay más de 45.000 industrias manufactureras. De esta cantidad, menos de 1.000 (pertenecientes al sector formal) se encuentran asociadas con emisiones de contaminantes a la atmósfera.”*, destacándose que *“Al interior de los sectores analizados en este estudio se logró documentar que la producción no tecnificada de ladrillo³ (seguida por las calderas que utilizan carbón como combustible y con capacidad superior a 100 BHP⁴) es la más importante fuente de contaminación por material particulado en la ciudad.”*

Sin embargo, en desarrollo de esta investigación se encontró que (i) las fuentes citadas en el inventario no son la única fuente de contaminación en la ciudad de Bogotá ya que las **QUEMAS A CIELO ABIERTO** constituyen un factor de contaminación muy importante a tener en cuenta; (ii) se encontró que en el inventario efectuado por la SDA y la Universidad de los Andes no se tuvo en cuenta las **QUEMAS A CIELO ABIERTO** por la falsa concepción de que estas solamente eran las que se realizaban esporádicamente por parte de los habitantes

³ En ese estudio se refieren a las ladrilleras que utilizan hornos tipo colmena.

⁴ Brake Horsepower: **Caballo de potencia**, más conocido como Caballo de Fuerza, es una unidad de potencia utilizada en el Sistema Anglosajón de Unidades. Se denota **hp** o **HP** o **Hp**, del término inglés «Horse Power», expresión que fue acuñada por James Watt en 1782. Se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto un peso de 33.000 libras, y equivale a 745,699871582160 W.

de la calle y obviando un sector industrial que aún cuando es altamente informal genera millones en ganancia para los contaminadores y que a pesar de hacerse alusión a la producción no tecnificada de ladrillo, en el estudio se dice que se hicieron mediciones en campo las cuales no pudieron incluir los hornos locos o árabes por cuanto su principal característica es la ausencia de chimenea hecho que aunado a la indagación que se hizo en la SDA se pudo constatar que la base de datos de ladrilleras del inventario no incluía los hornos que, (iii) para los efectos de este estudio fueron contemplados ya que por sus características dichos hornos constituyen una forma de quema a cielo abierto las cuales son una importante fuente de contaminación por material particulado en la ciudad que no puede pasar desapercibida, y por tanto en este trabajo se analiza y calcula su aporte desde la experiencia y conocimiento de los investigadores para incluirlas en el inventario de emisiones atmosféricas de Bogotá.

En Bogotá existe una alta tasa de ilegalidad en su sector industrial y poco se ha estudiado sobre los efectos que sobre la calidad del aire tienen estas actividades, tal vez por la dificultad que supone caracterizar el sector industrial informal, hecho que debe cambiar si se pretende ejercer un mayor control sobre la contaminación producida por este sector, que desde hace varios años ha venido causando un problema de alto impacto ambiental sobre los componentes aire y suelo debido a las quemas a cielo abierto con fines productivos, principalmente la quema de retal de madera para la fabricación de carbón vegetal, la quema de llantas para la recuperación del acero, la quema de cables para la recuperación del cobre y la fabricación de ladrillos y tubos utilizando hornos locos o babilónicos, de los cuales se hablará más adelante.

2. MARCO REFERENCIAL

Bogotá es una de las grandes ciudades de Latinoamérica, y por lo tanto, su creciente expansión demográfica, económica y social acarrea la presencia de grandes emisiones de contaminantes a la atmósfera que afectan la salud pública. Los diagnósticos ambientales evidencian que los principales contaminantes generados son el Ozono troposférico y el Material Particulado (PM) a partir de las fuentes fijas y móviles.

En la ciudad de Bogotá el Material Particulado en las mediciones ambientales ha sobrepasado los límites permisibles vigentes tanto en las legislaciones nacionales como internacionales, y su impacto en la salud humana, especialmente en niños, se ha podido demostrar mediante investigaciones exploratorias en zonas de alta polución donde la presencia de síntomas respiratorios y episodios de enfermedad respiratoria aguda se relacionan con los niveles de material particulado específicamente.

En el PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA BOGOTÁ se presenta la cantidad de material particulado que se emite anualmente, tanto por fuentes móviles, como por fuentes fijas, veamos:

Tabla 1. Material Particulado emitido anualmente en Bogotá por fuentes móviles y fijas.

Contaminante	Emisión (Ton/año)		
	Fuentes móviles	Fuentes fijas	Total
PM	1,400 ± 390	1,100 ± 120	2,500 ± 500

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2010. Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá - PDDAB.

En Bogotá se ha comprobado que el número total de consultas por enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años está asociado con la concentración de material particulado en los días precedentes. Un aumento en la concentración de $10 \mu\text{m}/\text{m}^3$ en las concentraciones de PM_{10} produce un aumento de por lo menos el 8% en el número de consultas por enfermedad respiratoria aguda en niños menores de 14 años (Secretaría Distrital de Salud, 2009), relación que hace alusión a la inmisión o dilución del material particulado en la atmósfera, aclarando que en este estudio se hará una relación del ahorro que se obtiene a partir del control de la contaminación del recurso aire a partir de la relación documentada entre la emisión del material particulado y sus efectos nocivos sobre la salud pública.

Adicionalmente, las partículas PM_{10} contribuyen a la ocurrencia de síntomas respiratorios, cambios en la función pulmonar, aumento en las infecciones respiratorias e incremento en las consultas de urgencia, hospitalizaciones y mortalidad. Así mismo se ha evidenciado el efecto de la contaminación del aire en el ausentismo escolar medido éste como impacto del efecto adverso de la contaminación del aire.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre el 1% y el 4% de la mortalidad de la población mundial se atribuye al material particulado suspendido en el aire, y, en las ciudades de América Latina, cerca de 200.000 personas mueren tempranamente cada año por la exposición a niveles altos de material particulado en el aire.

El material particulado aéreo es una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas en forma de partículas sólidas y líquidas suspendidas de manera individual en la mezcla de gases de la atmósfera. Su complejidad radica en la diversidad tanto en composición, como en tamaño y concentración.

Esas partículas varían en tamaño, composición y origen. Para clasificarlas se emplean sus propiedades o comportamiento aerodinámico porque: rigen el transporte y remoción de las partículas del aire; se relacionan con la deposición y eliminación dentro del sistema respiratorio; y además, se asocian con la composición química y origen.

Según su masa y composición se dividen en dos grandes grupos: partículas gruesas, cuyo tamaño es mayor a $2.5 \mu\text{m}$ en diámetro aerodinámico (PM_{10}), y las partículas finas cuyo diámetro aerodinámico es menor a $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$). Sin embargo, la mayor parte de las partículas tienen una corta existencia, debido a que rápidamente se precipitan por gravedad o se impactan en superficies por la acción del viento. Así, en la práctica, en la atmósfera hay poca cantidad de partículas que exceden $20 \mu\text{m}$ en diámetro, excepto en áreas muy cercanas a las fuentes de emisión.

La EPA como agencia del gobierno de los Estados Unidos guía los esfuerzos de ciencia, investigación, educación y evaluación ambiental en dicho país, cuyos recursos y productos de investigación, son usados ampliamente por las entidades de control ambiental en el mundo, tal como lo hace la Secretaría Distrital de Ambiente en Bogotá, la Corporación Autónoma Regional –CAR- en su jurisdicción y en todo el territorio nacional el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT-.

Los procedimientos y modelos matemáticos empleados en los cálculos de este estudio son usados por la comunidad científica y académica de las universidades de Colombia, Chile, Estados Unidos y México, para citar algunos.

2.1. FACTORES DE EMISIÓN

Los factores de emisión son valores de contaminantes emitidos por unidad de proceso, calculados con base en mediciones en campo que permiten tener un estimativo de la cantidad de contaminantes producidos por una actividad específica.

Los datos requeridos para calcular los factores de emisión en este estudio, se tomarán de la publicación de la Universidad de los Andes “**Metodología para la determinación de un Factor de Emisión de Material Particulado (FEPM) en Chircales de la Sabana de Bogotá**”, la cual fue realizada por el Dr. Néstor Yesid Rojas y la Dra. María Roa, vinculados a los Departamentos de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química de la misma universidad.

La fuente de consulta más extensa para factores de emisión con base en procesos es el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (U.S. EPA, 1995a) el cual contiene los factores de emisión determinados en Estados Unidos para una gran cantidad de actividades. La referencia principal para factores de emisión específicos para contaminantes tóxicos del aire es el sistema de datos FIRE (US.EPA, 1995b).

Otro documento de referencia es la guía Rapid Source Inventory Technique, publicado por la Organización Mundial de la Salud –OMS- (WHO, 1993) donde se encuentran factores de emisión para diversos conjuntos de fuentes. Estos factores de referencia internacionales también se encuentran en documentos de guía para inventarios de gases de efecto invernadero (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 1993 a) y b)).

Los análisis y cálculos que se efectuarán en este estudio para estimar la emisión de material particulado producida por una industria Ladrillera, se basan en

ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento de los gases de combustión, según lo establecido en el método 2 de la EPA, 40 Código de Regulación Federal 60, Aplicativo A, según el cual, para calcular la velocidad de salida de los gases producto de la combustión del carbón mineral y cocción de ladrillo, se debe tener en cuenta el área correspondiente a la descarga.

2.2. EFECTOS TOXICOLÓGICOS DE LOS AGENTES CONTAMINANTES

Los efectos en la salud causados por los agentes contaminantes como el material particulado se encuentra ampliamente documentados, la exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (a corto plazo) y crónicos (a largo plazo). Generalmente los efectos agudos son reversibles cuando cesa la exposición al contaminante y principalmente son la irritación de los ojos, dolor de cabeza, náuseas, irritación de mucosas, alteraciones en vías respiratorias altas e irritación de la piel.

La exposición crónica a material particulado puede producir efectos irreversibles en la salud tales como la disminución de la capacidad pulmonar, enfermedades respiratorias como EPOC, asma, bronquitis, cáncer pulmonar y con menor frecuencia cáncer de piel.

El factor mutagénico de las emisiones producidas por las quemas de llantas a cielo abierto es el mayor de cualquier emisión de este tipo, pues tiene 3 o 4 veces más poder mutagénico que las emisiones de combustión de aceite, carbón o madera en las calderas. (Lemieux and DeMarini, 1992)

Aunque en el proceso de quemas a cielo abierto de madera se generan varios agentes contaminantes como el Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Dioxinas y Furanos, Hidrocarburos Aromáticos

Policíclicos y Partículas Suspendedas Totales (PST y PM₁₀), solo estos últimos serán tema de análisis en el presente estudio.

2.3. PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST Y PM₁₀)

El Material Particulado (PM) tiene un impacto mayor en las personas que cualquier otro contaminante, siendo sus principales componentes los sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro sódico, carbón, polvo de minerales y el agua, entre otros.

El PM consiste en una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Las partículas se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM₁₀ (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 µm⁵) y PM_{2.5} (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 µm). Estas últimas suponen mayor peligro porque, al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

El material particulado al ser inhalado penetra con facilidad al sistema respiratorio humano, causando efectos adversos a la salud de las personas pues viajan más profundamente en los pulmones y al estar compuesto de elementos tóxicos como metales pesados y compuestos orgánicos pueden causar cáncer. La OMS al referirse a los efectos del material particulado sobre la salud ha dicho que:

“Los efectos de las PM sobre la salud se producen a los niveles de exposición a los que está sometida actualmente la mayoría de la población urbana y rural de los países desarrollados y en desarrollo. La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. En los países en desarrollo, la exposición a los contaminantes derivados de la combustión de combustibles sólidos en fuegos abiertos y cocinas tradicionales en espacios cerrados aumenta el riesgo de infección aguda en las vías respiratorias inferiores y la mortalidad por esta causa en los niños pequeños; la polución atmosférica en espacios interiores

⁵ Un micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro.

procedente de combustibles sólidos constituye también un importante factor de riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón entre los adultos. La mortalidad en ciudades con niveles elevados de contaminación supera entre un 15% y un 20% la registrada en ciudades más limpias. Incluso en la UE, la esperanza de vida promedio es 8,6 meses inferior debido a la exposición a las PM_{2,5} generadas por actividades humanas.”⁶

Actualmente se considera que las partículas en suspensión son el problema de contaminación ambiental más severo. El PM₁₀ está asociado a numerosas enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares, y al cáncer de pulmón. A largo plazo se ha estimado que la exposición a partículas en suspensión puede reducir la esperanza de vida entre varios meses y dos años. Al exponerse a estas partículas sus efectos sobre la salud pueden variar desde tos, resollo, dificultad para respirar, agravar el asma, dañar al pulmón (incluyendo la disminución de la función del pulmón y enfermedades respiratorias de por vida) e incluso causar la muerte prematura en individuos con enfermedades preexistentes del corazón y del pulmón.

Las partículas menores PM₁₀ son retenidas en los bronquios y en los alvéolos. Las partículas mayores pueden ser eliminadas por los sistemas naturales de defensa, sin embargo continúan siendo importantes contaminantes ya que son el indicador más evidente de un ambiente contaminado.

La contaminación por partículas puede causar, a corto y a largo plazo, disminución de la función pulmonar, lo cual contribuye a la presencia de enfermedades crónicas respiratorias y a la muerte prematura, pues se considera que la contaminación atmosférica constituye un riesgo medioambiental para la salud y se

⁶ Tomado del link:
<http://190.24.134.67/pce/consultaproceso3.asp?numero=11001032800020100002900>

estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo.

Al respecto, es importante destacar que la problemática asociada al PM₁₀ ha sido reseñada por la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD quien en la nota descriptiva N° 313 de agosto de 2008 respecto de dicha problemática presentó el siguiente panorama:

- *“La exposición a los contaminantes atmosféricos se halla fuera del control de los individuos y exige la actuación de las autoridades a escala nacional, regional e incluso internacional.*
- *Las Directrices sobre Calidad del Aire de la OMS constituyen el análisis más consensuado y actualizado sobre los efectos de la contaminación en la salud, y en él se recogen los parámetros de calidad del aire que se recomiendan para reducir de modo significativo los riesgos sanitarios.*
- *La OMS estima que si la contaminación por partículas en suspensión (PM₁₀) se reduce de 70 a 20 microgramos por metro cúbico, pueden evitarse el 15% de las muertes relacionadas con la calidad del aire.*
- *Si se reduce el nivel de polución atmosférica, puede descender la carga de la morbilidad causada por infecciones respiratorias, cardiopatías y cáncer de pulmón.*
- *En las Directrices de la OMS se han incluido una serie de objetivos provisionales para fomentar la reducción gradual de emisiones mientras se ponen en marcha políticas para reducir la contaminación en aquellos países donde todavía se registran niveles de polución muy elevados. Las metas provisionales son: un máximo de tres días al año con hasta 150*

microgramos de PM₁₀ por metro cúbico (para picos de contaminación de corta duración) y 70 microgramos por metro cúbico para exposiciones a PM₁₀ de larga duración.

- *Más de la mitad de la carga que supone la contaminación atmosférica para la salud humana recae sobre las personas de los países en desarrollo. En diversas ciudades, los niveles promedio anuales de PM₁₀ (cuya principal fuente de origen es la combustión de fósiles y otros tipos de carburantes) exceden los 70 microgramos por metro cúbico. Las Directrices indican que, para prevenir los daños a la salud, esos niveles deben situarse por debajo de los 20 microgramos por metro cúbico.”*

Dice al respecto la OMS que “La contaminación, tanto en espacios interiores como al aire libre, constituye un grave problema de salud medioambiental que afecta a los países desarrollados y en desarrollo por igual. Las Directrices sobre Calidad del Aire elaboradas por la OMS en 2005 están concebidas para ofrecer una orientación mundial a la hora de reducir las repercusiones sanitarias de la contaminación del aire. Las primeras directrices, publicadas en 1987⁷ y actualizadas en 1997⁸, se circunscribían al ámbito europeo. Las nuevas (2005), sin embargo, son aplicables a todo el mundo y se basan en una evaluación de pruebas científicas actuales llevada a cabo por expertos. En ellas se recomiendan nuevos límites de concentración de algunos contaminantes en el aire —partículas en suspensión (PM), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) — de aplicación en todas las regiones de la OMS.”

⁷ Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series, No. 23).

⁸ Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91).

A continuación se presentan los hallazgos fundamentales de las Directrices sobre Calidad del Aire de 2005, de la OMS, veamos:

- *“Existen graves riesgos para la salud derivados de la exposición a las PM y al O₃ en numerosas ciudades de los países desarrollados y en desarrollo. **Es posible establecer una relación cuantitativa entre los niveles de contaminación y resultados concretos relativos a la salud como el aumento de la mortalidad o la morbilidad. Este dato resulta útil para comprender las mejoras que cabría esperar en materia de salud si se reduce la contaminación del aire.**”*
- ***Los contaminantes atmosféricos, incluso en concentraciones relativamente bajas, se han relacionado con una serie de efectos adversos para la salud.***
- *La mala calidad del aire en espacios interiores puede suponer un riesgo para la salud de más de la mitad de la población mundial. En los hogares donde se emplea la combustión de biomasa y carbón para cocinar y calentarse, los niveles de PM pueden ser entre 10 y 50 veces superiores a los recomendados en las directrices.*
- *Puede lograrse una considerable reducción de la exposición a la contaminación atmosférica si se reducen las concentraciones de varios de los contaminantes atmosféricos más comunes que se emiten durante la combustión de fósiles. Tales medidas reducirán también los gases de efecto invernadero y contribuirán a mitigar el calentamiento global.”*

Además de los valores recomendados por la OMS, las Directrices en mención proponen: “... en cuanto a la contaminación atmosférica al aire libre, unas metas provisionales para cada contaminante con el fin de fomentar la reducción gradual

de las concentraciones. Si se alcanzaran estas metas, cabría esperar una considerable reducción del riesgo de efectos agudos y crónicos sobre la salud. En todo caso, el objetivo último debe consistir en avanzar hacia los valores fijados en las Directrices.”

Como se ha reseñado en precedencia, entre los **PROCESOS PRODUCTIVOS** de alto impacto ambiental sobre los componentes aire y suelo tenemos las **QUEMAS A CIELO ABIERTO** las cuales se definen como fuentes fijas dispersas o difusas de contaminación atmosférica, en las que los focos de emisión se dispersan en un área por razón del desplazamiento de la acción causante, las principales emisiones producidas por dichas quemas corresponden a material particulado, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, dioxinas y furanos e hidrocarburos aromáticos policíclicos, no obstante, en este estudio solo consideraremos el material particulado.

Al respecto el Decreto 948 de 1995⁹ menciona la prohibición dentro del perímetro urbano de ciudades, poblados y asentamientos humanos, y en las zonas aledañas que fije la autoridad competente, la práctica de quemas a cielo abierto.

Las emisiones de partículas, gases y vapores de esta actividad superan en sus características tóxicas y ecotóxicas a las de cualquier fuente fija o móvil de la ciudad, de allí que estas actividades están prohibidas en Colombia por los Artículos 29 y 30 del Decreto 948 de 1995, por el artículo 56¹⁰ del Código de Policía literal 3.4 además de estar tipificado en el artículo 332 del Código Penal, el cual fue reciente reformado como se indicará más adelante.

⁹ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. DECRETO 948 (5, junio, 1995). Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley **23** de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley **2811** de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley **9** de 1979; y la Ley **99** de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Diario Oficial, Bogotá, 1995. No. 41876.

¹⁰ BOGOTÁ. CONCEJO DE BOGOTÁ. ACUERDO 79 (20, enero, 2003).POR EL CUAL SE EXPIDE EL CÓDIGO DE POLICÍA DE BOGOTÁ D.C. Registro Distrital. Bogotá, 2003. No. 2799.

El componente social de la actividad informal e ilegal que suponen las quemas a cielo abierto se puede dividir en dos grupos poblacionales bien definidos, a saber: el primero corresponde a las personas que realizan la actividad y el segundo a la población afectada con dicha actividad. Las características generales determinadas del primer grupo son población flotante de bajos recursos económicos, bajo nivel de educación y ubicación en áreas de invasión; y, el segundo corresponde a los habitantes del área de influencia de la actividad ilegal la cual por acción de los vientos se puede extender a otras zonas de la ciudad por fuera de donde se efectúa la quema a cielo abierto, siendo más vulnerables los niños y adultos mayores.

Un agravante del componente social es para el caso del carbón vegetal su fuerte demanda aunado al hecho de que no existen industrias legalmente constituidas para su producción, para el caso de las ladrilleras es el auge de la construcción en Bogotá y en caso de las llantas y los cables existe una fuerte demanda de acero y cobre que hace que esta actividad sea rentable para quienes la ejercen quienes al amparo de la alta informalidad explotan a sus trabajadores a quienes no les pagan los salarios de ley ni las prestaciones legales ni los tienen vinculados a la seguridad social.

2.4. TIPOS DE QUEMAS A CIELO ABIERTO

A continuación se presentan los tipos de quemas a cielo abierto más comunes encontrados en Bogotá y que fueron objeto de este estudio:

2.4.1. Las industrias ladrilleras que utilizan hornos locos.

Las industrias ladrilleras se clasifican según su capacidad de producción y el nivel tecnológico estando éste relacionado directamente con el tipo de horno manejado, así por ejemplo en los chircales se emplean hornos locos o babilónicos, las

empresas pequeñas emplean varios hornos tipo colmena, las empresas medianas utilizan hornos continuos tipo Hoffman y las grandes empresas tienen hornos de túnel, de rodillos o Hoffman.

A continuación se presentan los diferentes tipos de hornos:

2.4.1.1. El Horno Loco o Babilónico. Es el de mayor uso en los procesos informales por sus bajos costos de fabricación y porque su funcionamiento es bastante sencillo; en ellos la alimentación del carbón se hace por todas partes sin ningún control en cuanto al tamaño del grano, por lo que resulta un proceso ineficiente en cuanto a la combustión; este tipo de horno es el causante de un alto impacto al medio ambiente, pues al no tener chimenea hace que los humos de la combustión generados en el proceso salgan por todas partes, pudiéndose clasificar como una quema a cielo abierto.

De otra parte, la ausencia de chimeneas en este tipo de hornos afecta directamente a las personas que se encuentran en las vecindades del horno dada sus altas y diversas emisiones.

2.4.1.2. Hornos Tipo Colmena. También conocidos como hornos redondos de Llama Invertida, son hornos cerrados, intermitentes en los cuales la alimentación del material seco se realiza por una puerta lateral. El suministro del combustible puede realizarse manualmente mediante parrillas colocadas en la pared del horno o automáticamente mediante stoker.

Están contruidos en forma de cámaras circulares con paredes y techo en bóveda de ladrillo; poseen hogares laterales distribuidos uniformemente donde se quema el combustible.

Los gases de combustión ascienden entre la pared del horno y la pared frontal del hogar, llegando hasta la bóveda o parte superior del horno y luego son obligados a salir por la parte inferior del horno atravesando la carga de arriba hacia abajo (debido a esto son llamados hornos de Llama Invertida) abandonando el horno por el conducto de abducción de gases que se encuentra en el centro del suelo del horno y conduce los gases hacia la chimenea, por lo que las emisiones al aire son medianas.

2.4.1.3. Hornos Continuos Tipo Hoffman. Consiste en 2 galerías paralelas, formadas por compartimientos contiguos, en cuyos extremos se unen por un pasafuegos. Son hornos continuos de alta producción, donde no se puede producir materiales vitrificados. En estos hornos el fuego se mueve a través del horno en dirección opuesta a las manecillas del reloj, este sistema permite obtener una alta eficiencia térmica y de producción, ya que el calor obtenido en la cámara de combustión se utiliza en el precalentamiento de las cámaras precedentes. Las emisiones emitidas al aire por este tipo de hornos son bajas.

2.4.1.4. Hornos de Túnel, de Rodillos o Hoffman.

Son hornos continuos, de bajo nivel de contaminación, en donde el material se moviliza mediante vagones que se desplazan a través de la galería. La concepción de este horno responde a la idea de fijar una zona de fuego y hacer pasar los productos a cocer, siguiendo la curva de calentamiento del horno. Ello supone la ventaja de ahorro de calorías en el enfriamiento y precalentamiento del horno, además de la economía de mano de obra en el cargue y descargue de los ladrillos y mayor rapidez en la etapa de cocción.

2.4.2. Quema de madera para la obtención de carbón vegetal.

Para obtener el carbón vegetal generalmente se conforman pilas de retal de madera de aproximadamente 1 m de alto, por 6 m de largo y 4 m de ancho (estas dimensiones pueden variar). La combustión en este proceso debe hacerse en atmósfera reductora en la cual se controla la cantidad de oxígeno que ingresa a este proceso. Este control se lleva a cabo a través de la aplicación de una capa de aserrín o cisco sobre el apilado de madera para limitar la entrada de oxígeno.

Luego de tener las pilas de retal de madera armadas, se aplica fuego desde la parte interna de la pila y así se comienza a carbonizar lentamente toda la madera hasta la parte superior.

El tiempo que tarda en llevarse a cabo el proceso de carbonización de toda la madera es de 5 días aproximadamente dependiendo del tamaño de la pila. Finalmente, cuando el material se enfría se empaca en lonas de aproximadamente 12 Kg para su posterior transporte y comercialización.

2.4.3. Quema de llantas y cables.

Para recuperar el acero de las llantas, éstas se queman apilándolas en filas y columnas de aproximadamente 40 x 10 unidades. La combustión en este proceso debe iniciarse con un combustible como A.C.P.M y/o gasolina. Luego de tener la formación lista, se realiza la ignición y así comienza a consumirse el caucho de las llantas, el cual sirve también como combustible cuando alcanza su punto de fusión y descomposición.

El tiempo que tarda en llevarse a cabo el proceso de carbonización de todas las llantas es de una noche aproximadamente dependiendo de la cantidad de llantas,

finalmente, el material se enfría con agua o al ambiente y se carga a una volqueta o camión para su posterior transporte y comercialización.

La quema de cables se realiza apilando los cables y prendiendo fuego, una vez se enfría el material se recoge el cobre.

Las emisiones provenientes de la quema de llantas a cielo abierto incluyen contaminantes criterio, tales como partículas, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, y compuestos orgánicos volátiles además de incluir contaminantes peligrosos “no criterio”, tales como hidrocarburos aromáticos policíclicos, dióxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados, y metales tales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo y vanadio, entre otros.

Como se ha advertido, el estudio de la SDA y la Universidad de los Andes no incluyó en el **INVENTARIO DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES FIJAS Y MÓVILES** las **QUEMAS A CIELO ABIERTO** y en tal sentido en este estudio se tendrán en cuenta dichas quemas a fin de establecer una nueva línea base de contaminación en Bogotá utilizando para ello los factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos –EPA- y el estudio **“Metodología para la determinación de un Factor de Emisión de Material Particulado (FEPM) en Chircales de la Sabana de Bogotá”** realizado por la Universidad de los Andes y otras fuentes confiables, tal como se propuso en el objetivo general.

2.5. SALAS ENFERMEDAD RESPIRATORIA AGUDA, SALAS ERA

Las 20 localidades de Bogotá han sido declaradas en emergencia por las autoridades distritales ante el incremento en los problemas respiratorios de sus habitantes, por lo cual en ellas funcionan las Salas ERA (Enfermedad Respiratoria

Aguda), que son consultorios dedicados a la realización de terapia respiratoria para la atención de pacientes con enfermedades respiratorias agudas. Estas salas generalmente son atendidas por un Terapeuta Respiratorio, una enfermera profesional con el apoyo de un pediatra, un neumólogo y un médico general, según lo requiera el caso a tratar.

Los niños que son atendidos en las salas ERA son aquellos que presentan una sintomatología de dificultad respiratoria de baja intensidad que amerita terapia con oxígeno y adicionalmente no están en capacidad de ingerir líquidos vía oral, por lo que requieren manejo hospitalario por un período máximo de 3 horas para lograr una respuesta terapéutica.

El Dr. **PIER PAOLO BALLADELLI**, Representante de Organización Panamericana de la Salud y de la Organización Mundial de la Salud en Colombia, declaró sobre el tema que: *“el análisis de los factores de riesgo, el acceso temprano al diagnóstico y tratamiento adecuados, y la educación son factores clave para evitar muertes infantiles que en especial ocurren en las poblaciones más vulnerables”*, e insistió en que a través de estrategias como la de municipios saludables se pueden potencializar las acciones de promoción de la salud. Acotó que: *“Las Salas ERA sin duda mejorarán la atención de los niños de las zonas más vulnerables, brindarán mejores resultados tanto a la población como al equipo médico, y disminuirán los costos por hospitalización”*.

Según los registros de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, la enfermedad respiratoria aguda es la principal causa de mortalidad infantil en la ciudad, dando cuenta de que al año se producen cerca de 600 mil atenciones en salud por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños menores de cinco años. (Hernández, y otros, 2010).

SALA ERA: Presta los siguientes servicios:

- Consulta Médica General
- MNB o TR o Inhaloterapia
- Inhalocámara
- Inhalador
- Oxígeno
- Insumos de la TR
- Valoración por Médico Post
- Pulsooximetría

Por información obtenida de la Secretaría de Salud del Distrito, a continuación se presentan los casos atendidos durante los años 2007 a 2009, veamos:

Tabla 2. Casos ERA reportados por año.

MES\ AÑO	2007	2008	2009
ENERO	1.669	1.951	1.823
FEBRERO	2.560	2.931	2.774
MARZO	4.323	5.085	4.802
ABRIL	4.616	5.767	5.588
MAYO	4.719	4.624	4.548
JUNIO	3.390	3.344	3.380
JULIO	1.629	2.672	2.511
AGOSTO	1.695	2.605	2.378
SEPTIEMBRE	1.675	2.256	2.770
OCTUBRE	1.564	2.385	2.199
NOVIEMBRE	735	2.788	2.248
DICIEMBRE		1.089	1.897
SUMATORIA	28.283	39.505	38.927
PROMEDIO CASOS/AÑO 35.572			

Fuente: Secretaría Distrital de Salud. Información reportada.

3. MARCO JURÍDICO

Hemos incluido un marco jurídico ya que éste fue el soporte para las acciones de control que llevaron a reducir las emisiones en un 13%, adelantadas conjuntamente entre la SDA y la Fiscalía que según datos suministrados por dichas entidades llevaron a clausurar 11 hornos locos y 5 hornos tipo colmena de algunas ladrilleras informales, 47 carboneras y ejercer control en 2 zonas donde se quemaban llantas.

La Protección al medio ambiente y los recursos naturales se estudió en forma exhaustiva en la Asamblea Nacional Constituyente, debido a la incidencia de estos factores en la salud del hombre y por consiguiente en su vida, determinando que proteger el medio ambiente debía ser uno de los fines de un Estado Moderno y por tanto toda la estructura de éste debía estar iluminada por este fin, y debía tender a su realización, de allí que uno de los cambios introducidos en la nueva Constitución fue la concientización de que no solo al Estado es a quien le corresponde la protección del medio ambiente sino que se exige que la comunidad de igual manera se involucre en tal responsabilidad.

En el debate dado en la Asamblea Nacional Constituyente se habló del medio ambiente como derecho esencial de la persona humana, tal como la constituyente **AÍDA ABELLA** lo expuso en los siguientes términos:

“La carta de derechos que se discute en la comisión primera, consigna el derecho que toda persona tiene como un derecho fundamental del hombre y del medio ambiente consagrado no sólo como un problema social -de derecho social-, sino como un derecho fundamental en la parte de los derechos del hombre”.

La crisis ambiental es, por igual, crisis de la civilización y replantea la manera de entender las relaciones entre los hombres. Las injusticias sociales se traducen en desajustes ambientales y éstos a su vez reproducen las condiciones de miseria, y es por ello que la Constitución Política de 1991, consagra la obligación del Estado de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. Así mismo ello obliga a los particulares, pues le atribuye a la propiedad privada una función ecológica, y sobre todo porque figura dentro de los deberes de la persona y del ciudadano el proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano (artículos 8º, 58, 79, 80, 81 y 95 numeral 8º de la Constitución Nacional).

Bajo las anteriores premisas se consagró en la Constitución el derecho de todos a gozar de un ambiente sano, como lo dispone el artículo 79 de la Carta de Derechos, al decir que:

“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de esos fines”.

Es entonces por mandato constitucional que el Estado debe proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro del mejoramiento de la calidad de vida de la población, siendo el objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, educación, de saneamiento ambiental y agua potable (artículos 79 y 366 de la Constitución Nacional).

Ahora bien, como el saneamiento ambiental es un servicio público a cargo del Estado, es por ello que le corresponde organizarlo, dirigirlo y reglamentarlo, conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad; y por tanto debe entonces el Estado prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados (artículos 49 y 80 de la Constitución Nacional).

De otra parte la interpretación de la Constitución Política le corresponde a la Corte Constitucional quien como guardiana de la Carta de Derechos en reiteradas oportunidades al ocuparse de la revisión de tutelas se ha referido al derecho al medio ambiente sano como un derecho fundamental dada su conexidad con el derecho a la vida, veamos algunos de sus pronunciamientos:

“El derecho al medio ambiente y en general, los derechos de la llamada tercera generación, han sido concebidos como un conjunto de condiciones básicas que rodean al hombre, que circundan su vida como miembro de la comunidad y que le permiten la supervivencia biológica e individual, además de su desempeño normal y desarrollo integral en el medio social. De esta manera deben tenerse como fundamentales para la supervivencia de la especie humana”¹¹.

“De la concordancia de estas normas (normas constitucionales del medioambiente la salud y la vida), e inscritas en el marco de derecho a la vida, de que trata el artículo 11 de la Carta, se deduce que el ambiente es un derecho constitucional fundamental para el hombre, pues sin él, la vida misma correría letal peligro”¹².

En el ámbito internacional se venido dando la discusión de si el derecho al medio ambiente es o no un derecho fundamental. Así, en la Declaración de Estocolmo sobre el Ambiente Humano, se afirmó:

¹¹ Sentencia T-415 de 1992.

¹² Sentencia T- 411 de 1992.

“El hombre tiene derecho fundamental a la libertad, la igualdad y adecuadas condiciones de vida, en un medio ambiente de una calidad que permita una vida de dignidad y bienestar.”

Entre los pactos que ha ratificado Colombia, sobre la conservación del medio ambiente, los cuales en virtud del artículo 93 de la Carta tienen rango suprallegal en el orden interno, vale decir, vinculan a Colombia, tiene relación con este caso en particular el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, aprobado mediante la Ley 74 de 1968¹³, que establece, en el artículo 12, lo siguiente:

“1. Los Estados partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental.

2. Entre las medidas que deberán adoptar los Estados partes en el pacto a fin de asegurar la plena efectividad de este derecho, figurarán las necesarias para:

b) El mejoramiento en todos sus aspectos... del medioambiente”.

Tan es importante el derecho al ambiente sano que para la Corte Constitucional no hay duda de que el ambiente sano y ecológicamente equilibrado es un derecho Constitucional fundamental, pues su violación atenta directamente contra la perpetuación de la especie humana y, en consecuencia, con el derecho más fundamental del hombre: la vida, así para la Corte el derecho a la salud y a la vida

¹³ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REÚBLICA. LEY 74 (26, diciembre, 1968). Por la cual se aprueban los “Pactos Internacionales de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, de Derechos Civiles y Políticos, así como el Protocolo Facultativo de este último, aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en votación unánime, en Nueva York, el 16 de diciembre de 1966”. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., AÑO CV. No. 32682. 31, DICIEMBRE, 1968. PAG. 731.

son derechos fundamentales porque son esenciales al hombre, y como la salud se encuentra ligada al medio ambiente que le rodea es por ello que le eleva a derecho fundamental ya que dependiendo de las condiciones que éste le ofrezca, le permitirá a los pueblos desarrollarse económica y socialmente, garantizándole al hombre su supervivencia.

Ahora bien, dentro del desarrollo de la legislación ambiental en Colombia se ha evolucionado de acuerdo a los cambios económicos, políticos y científicos que han ocurrido en la posición del hombre y de la sociedad frente al aprovechamiento y conservación de la naturaleza y del “hábitat” que ha construido, y es así como al desarrollarse el Art. 88 de la Constitución Política de 1991¹⁴ el Legislador expidió la Ley 472 de 1998¹⁵ la cual reguló las acciones populares disponiendo que estas acciones estarán orientadas a garantizar la defensa y protección de los derechos e intereses colectivos, mediante un medio judicial expedito para proteger tal categoría de derechos, encabezando el listado justamente el derecho a gozar de un ambiente sano, veamos:

“ARTICULO 4o. DERECHOS E INTERESES COLECTIVOS. Son derechos e intereses colectivos, entre otros, los relacionados con:

¹⁴ “ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella.

También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares.

Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.”

¹⁵ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REÚBLICA. LEY 472 (5, agosto, 1998). Por la cual se desarrolla el artículo 88 de la Constitución Política de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo y se dictan otras disposiciones. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., No. 43.357. Agosto 6 de 1998.

a) *El goce de un ambiente sano, de conformidad con lo establecido en la Constitución, la ley y las disposiciones reglamentarias; (...)*”

Ahora bien, dentro del compendio de normas existe una tan importante como las anteriores ya que castiga el daño ambiental, nos referimos al Art. 332 del Código Penal –Ley 599 de 2000¹⁶-, el cual dispone:

“Artículo 332. *Contaminación ambiental. El que, con incumplimiento de la normatividad existente, contamine el aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas o demás recursos naturales en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de tres (3) a seis (6) años y multa de cien (100) a veinticinco mil (25.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

La pena se aumentará de una tercera parte a la mitad cuando la conducta se realice con fines terroristas, sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil salarios mínimos legales mensuales vigentes.

La anterior norma fue modificada recientemente por el Art. 34 de la Ley 1453 de junio 24 de 2011¹⁷, la cual dispone lo siguiente:

“Artículo 34. *El artículo 332 del Código Penal quedara así:*

¹⁶ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REÚBLICA. LEY 599 (24, julio, 2000). Por la cual se expide el Código Penal. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., No. 44.097. Julio 24 del 2000.

¹⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REÚBLICA. LEY 1453 (24, junio, 2011). Por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., No. 48.110. Junio 24 de 2011

Artículo 332. *Contaminación ambiental. El que con incumplimiento de la normatividad existente, provoque, contamine o realice directa o indirectamente emisiones, vertidos, radiaciones, ruidos, depósitos o disposiciones al aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas o demás recursos naturales, en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de cincuenta y cinco (55) a ciento doce (112) meses y multa de ciento cuarenta (140) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

La pena se aumentará de una tercera parte a la mitad cuando en la comisión de cualquiera de los hechos descritos en el artículo anterior sin perjuicio de las que puedan corresponder con arreglo a otros preceptos de este Código concurra alguna de las circunstancias siguientes:

- 1. Cuando la conducta se realice con fines terroristas sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.*
- 2. Cuando la emisión o el vertimiento supere el doble de lo permitido por la normatividad existente o haya infringido más de dos parámetros.*
- 3. Cuando la contaminación, descarga, disposición o vertimiento se realice en zona protegida o de importancia ecológica.*
- 4. Cuando la industria o actividad realice clandestina o engañosamente los vertimientos o emisiones.*

5. *Que se hayan desobedecido las órdenes expresas de la autoridad administrativa de corrección o suspensión de las actividades tipificadas en el artículo anterior.*

6. *Que se haya ocultado o aportado información engañosa o falsaria sobre los aspectos ambientales de la misma.”*

Sin embargo la norma en cita es lo que se conoce como un tipo en blanco, pues requiere de otra normatividad para poder tipificar un delito en el contexto del sistema penal acusatorio por lo que se debe contemplar la normatividad tanto desde el punto de vista técnico como desde lo penal, ya que estos dos aspectos se complementan para demostrar más allá de toda duda razonable la culpabilidad del presunto infractor.

Como la disposición que tipifica la contaminación ambiental requiere de otras normas que definan su alcance y correcta interpretación, debiendo entonces ser auxiliada y/o complementada con los aspectos técnicos, razón por la cual a continuación se relacionan las normas que se deben tener en cuenta en el Distrito Capital al momento de evaluar una presunta infracción de la normatividad ambiental, veamos:

El artículo 66 de la Ley 99 de 1993¹⁸ confiere competencia a los municipios, distritos o áreas metropolitanas con población urbana igual o superior a un millón (1'000.000) de habitantes, para ejercer las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales en lo que fuera aplicable al medio ambiente urbano.

¹⁸ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REÚBLICA. LEY 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., No. 41.146. Diciembre 22 de 1993.

De conformidad con el Decreto Distrital 673 de 1995¹⁹, el DAMA ejercerá la funciones asignadas en los artículos 65 y 66 de la ley 99 de 1993.

Según lo dispuesto en el numeral 10 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el literal a) del artículo 68 del Decreto 948 de 1995, es función del DAMA fijar los niveles permisibles de emisión de los agentes contaminantes dentro de su jurisdicción. Los límites, restricciones y regulaciones en ningún caso pueden ser menos estrictos que los definidos en las normas nacionales.

El Decreto 948 de 1995, modificado por el Decreto 2107²⁰ del mismo año, tiene por objeto definir el marco de las acciones y mecanismos administrativos de que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire y reducir el deterioro ocasionado al medio ambiente y a la salud humana por la emisión de contaminantes al aire y procurar, bajo el principio de desarrollo sostenible, elevar la calidad de vida de la población.

El Concejo del Distrito Capital de Bogotá, expidió el Acuerdo 19 de 1996²¹ por el cual se adopta el estatuto general de protección ambiental del Distrito Capital de Bogotá y se dictan normas básicas necesarias para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.

¹⁹ BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 673. (8, Noviembre, 1995). Por el cual se asignan funciones y se reestructura el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA.

²⁰ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. DECRETO 2107 (30, noviembre, 1995). Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire. DIARIO OFICIAL. Bogotá D.C., 1995. No. 42.131. Diciembre 1º de 1995.

²¹ BOGOTÁ. CONCEJO DE BOGOTÁ. ACUERDO 19 (9, septiembre, 1996). **Por** el cual se adopta el Estatuto General de Protección Ambiental del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá y se dictan normas básicas necesarias para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente. REGISTRO DISTRITAL. Bogotá 1996. No. 1259. Septiembre 9 de 1996.

El numeral 2º del artículo 10º del Acuerdo 19 citado asigna competencias al DAMA como autoridad competente dentro del perímetro urbano para establecer niveles permisibles de calidad ambiental y normas técnicas para la fijación de estándares, factores, descargas o niveles permisibles de emisión de contaminantes al aire.

En tal sentido el DAMA expidió la Resolución 1208²² de septiembre 5 de 2003 se dictaron normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire disponiendo, entre otros, lo siguiente:

“ARTÍCULO 4. Norma de emisión para fuentes fijas de combustión externa. La norma de emisión para fuentes fijas de combustión externa instaladas en el perímetro urbano del Distrito Capital, se establece en la Tabla N° 3.

Tabla 3. Norma de emisión de contaminantes convencionales para fuentes fijas de combustión externa

MÁXIMA EMISIÓN PERMITIDA						
Tipos de Combustibles		Combustibles Sólidos: Carbón mineral, coque, carbón vegetal, antracita, hullas, lignitos, leña, turbas, madera, bagazo de caña, fibras vegetales, asfalto y brea.	Combustibles líquidos: Diesel, Fuel Oil No. 2 o ACPM, Fuel Oil No 6, crudo o bunker	Combustibles Gaseosos: gas natural, metano, etano, propano, butano, gas de refinería, gas de alto horno, biogas o mezclas de estos	Incineradores (a)	Hornos crematorios
Contaminante	Año					
Partículas Suspendidas Totales mg/Nm³	2003	300	300		50	50
	2006	200	200			
	2010	100	100	100		
Dióxido de Azufre mg/Nm³	2003	600	600		100	100
	2006	500	500			

²²BOGOTÁ. DIRECCIÓN DEL DEPARTAMENTO TECNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE -DAMA-.RESOLUCIÓN 1208 (5, septiembre, 2003). Por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. REGISTRO DISTRITAL. Bogotá. 2003. No. 2951. Septiembre 22 de 2003.

SO₂	2010	400	400	35		
Dióxido de Nitrógeno mg/Nm³ NO₂	2003	400	400		350	350
	2006	350	350			
	2010	250	250	350		
Monóxido de Carbono mg/Nm³ CO	2003	300	200		50	50
	2006	280	190			
	2010	250	170	100		
Ácido Fluorhídrico HF mg/Nm³	2003		8 (b)		2	
	2006		7 (b)			
	2010		5 (b)			
Ácido Clorhídrico HCl mg/Nm³	2003		50 (b)		50	
	2006		40 (b)			
	2010		30 (b)			

Fuente: Resolución DAMA 1208 de septiembre 5 de 2003.

a) Los incineradores además deberán medir los siguientes contaminantes: hidrocarburos totales dados como Metano (CH₄) 20 mg/m³, Dioxinas y Furanos 1x10⁻⁰⁵ mg/m³, Cadmio (Cd) 0.2 mg/m³, Mercurio (Hg) 0.2 mg/m³, Talio (Tl) 0.2 mg/m³, sumatoria de los siguientes metales, 5 mg/m³: Arsénico (As), Plomo (Pb), Niquel (Ni), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Antimonio (Sb) y Estaño (Sn).

b) Estos parámetros se analizarán, cuando se utilice para combustión aceite usado en cualquier proporción de mezcla.

PARÁGRAFO 1. Para los muestreos en chimenea el valor de referencia para el oxígeno cuando se utiliza carbón es de 6 % en volumen y de 7 % en volumen para uso de turba, madera y residuos de madera.

PARÁGRAFO 2. Para los muestreos en chimenea el valor de referencia para el oxígeno cuando se utilizan combustibles líquidos y gaseosos es de 3 % en volumen.

PARÁGRAFO 3. Para los muestreos de chimenea en incineradores y hornos crematorios, utilizando cualquier combustible, el valor de referencia para el oxígeno es de 11% en volumen.

PARAGRAFO 4. Las fuentes de combustión externa que operen con un sistema de combustión dual deberán cumplir la norma de emisión del combustible que utilicen en mayor cantidad o tiempo de operación.”

El Acuerdo 79 de 2003²³ sobre el recurso AIRE dispone en su Art. 56 lo siguiente:

“ARTÍCULO 56.- Comportamientos que favorecen la conservación y protección del aire.

Respirar un aire sano y puro es justa aspiración de todas las personas y los seres vivos, pero para ello es preciso combatir las causas de su contaminación. Todas las personas en el Distrito Capital de Bogotá deben participar en la protección y mejoramiento de la calidad del aire, mediante los siguientes comportamientos:

1. Respecto del tráfico vehicular:

1.1. Revisar y mantener sincronizados y en buen estado los motores de los vehículos que circulan por las vías y conservarlos en condiciones de funcionamiento de tal manera que no impliquen riesgos para las personas ni para el ambiente;

1.2. Realizar las prácticas necesarias para evitar la quema excesiva de combustible y emisiones contaminantes;

²³BOGOTÁ. CONCEJO DE BOGOTÁ. ACUERDO 79 (20, enero, 2003). POR EL CUAL SE EXPIDE EL CÓDIGO DE POLICÍA DE BOGOTÁ D.C. REGISTRO DISTRITAL. Bogotá. No. 2799, 2003. Enero 20 de 2003.

1.3. Efectuar la revisión anual de emisión de gases y humo en el transporte público y privado, portar el certificado único correspondiente, de acuerdo con las normas vigentes, sin perjuicio de las excepciones establecidas en la ley y los reglamentos, y

1.4. Contribuir con generosidad al buen desenvolvimiento y fluidez del tráfico automotor, evitando todas aquellas conductas que causen su obstrucción, baja velocidad de tránsito o parálisis;

2. Respecto de la industria y algunas prácticas domésticas:

2.1. Velar porque las emisiones industriales se encuentren dentro de los límites permisibles y en las condiciones señaladas en la Ley y los reglamentos;

2.2. Evitar la generación de gases, vapores, partículas u olores molestos provenientes de establecimientos comerciales tales como restaurantes, lavanderías, fábricas de muebles, talleres de pintura, talleres de mecánica, mediante la utilización de ductos o dispositivos que aseguren su adecuada dispersión;

2.3. Adoptar las precauciones y medidas técnicas exigidas por las normas vigentes, con el fin de controlar las emisiones contaminantes, particularmente del sector industrial y comercial;

3. Respecto de la emisión de gases tóxicos por la combustión de sustancias químicas y residuos sólidos:

3.1. Dar el tratamiento técnico adecuado a los residuos y desechos tóxicos, los cuales deben ser operados por personas técnicamente preparadas para su manejo y manipulación;

3.2. La utilización de aceites usados como combustibles, por tratarse de residuos peligrosos, debe hacerse de acuerdo a las prescripciones establecidas en las Leyes vigentes;

3.3. No se podrán incinerar sustancias o residuos peligrosos, salvo las excepciones establecidas en las leyes vigentes;

3.4. No se permite en el perímetro urbano realizar quemas abiertas, y en especial las de llantas, baterías, plásticos y otros elementos o desechos peligrosos que emiten contaminantes tóxicos al aire.

4. En el espacio público:

4.1. Dar un uso y manejo seguro a los plaguicidas y herbicidas de acuerdo con lo establecido por el Código Sanitario Nacional, la ley y los reglamentos;

4.2. Tomar las medidas necesarias para evitar la emisión de partículas en suspensión provenientes de materiales de construcción, demolición o desecho, de conformidad con las leyes vigentes;

4.3. No utilizar diluyentes en el espacio público o de forma tal que las emanaciones lleguen a él;

5. Respetar el derecho de los no fumadores y no fumar en los espacios en que esté prohibido hacerlo;

6. No permitir olores molestos, cualquiera sea su origen, de acuerdo con las normas vigentes, y

7. Comunicar de inmediato a las autoridades de Policía, cualquier práctica contraria a los comportamientos descritos en este artículo.

PARÁGRAFO: *La inobservancia de los anteriores comportamientos dará lugar a las medidas correctivas contenidas en el Libro Tercero, Título III de este Código, y a las sanciones contenidas en las normas nacionales vigentes.”*

4. DISEÑO METODOLÓGICO

En el desarrollo de este trabajo se hizo un trabajo de campo buscando en las bases de datos y en la literatura acerca de los efectos sobre la salud del material particulado, las quemas a cielo abierto, se hizo una búsqueda sistemática en los expedientes de la SDA relacionados con las quemas a cielo abierto, se entrevistó a funcionarios de la SDA indagando sobre el tema de interés, así como con la Fiscal 249, Dra. **GLORIA ELSA ARIAS RANGEL**, a fin de documentar los casos investigados y judicializados por contaminación ambiental por quemas a cielo abierto.

En el trabajo de campo se hizo un recorrido por diferentes localidades y sectores de Bogotá afectados con las quemas a cielo abierto así:

Quemas de llantas en la localidad de Kennedy en Patio Bonito, por la localidades de Bosa, Suba (por el humedal Juan Amarillo), Ciudad Bolívar, Usme en el parque entre nubes y Fontibón por las orillas del río Fucha al otro lado del frigorífico San Martín generalmente en zonas de invasión y en las rondas del río donde están ubicadas las quemas de madera para hacer carbón vegetal y las fábricas de ladrillo que utilizan hornos locos; en éstos lugares se evidenciaron prácticas de quemas a cielo abierto, quema de llantas, retales de madera, como soporte de ello se aporta un registro fotográfico en el ANEXO 2.

Luego se procesó toda la información y finalmente se hicieron los cálculos y se analizó la información para elaborar este documento; a continuación en la Tabla No. 4 se presenta el cronograma de las actividades realizadas:

Tabla 4. Cronograma de las actividades realizadas

Actividad	Tiempo (semanas Abril - Julio)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de Información	■	■	■	■	■	■				
Trabajo de Campo			■	■	■	■				
Análisis de Información				■	■	■	■	■	■	■
Elaboración Documento Escrito								■	■	■
Presentación Documento Escrito										■

4.1. ESTIMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Los factores de emisión son valores de contaminantes emitidos por unidad de proceso, calculados con base en mediciones en campo que permiten tener un estimativo de la cantidad de contaminantes producidos por una actividad específica.

La fuente de consulta más extensa para factores de emisión con base en procesos es el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (U.S. EPA, 1995a) el cual contiene los factores de emisión determinados en Estados Unidos para una gran cantidad de actividades. La referencia principal para factores de emisión específicos para contaminantes tóxicos del aire es el sistema de datos FIRE (US.EPA, 1995b).

Otro documento de referencia es la guía Rapid Source Inventory Technique, publicado por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1993) donde se encuentran factores de emisión para diversos conjuntos de fuentes. Estos factores de referencia internacionales también se encuentran en documentos de guía para inventarios de gases de efecto invernadero (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 1993 a) y b).

En este trabajo se tomará como referente un estudio realizado en el año 2009 por la Universidad del Valle sobre ¿Cuáles eran los costos sociales y ambientales de la contaminación atmosférica? y ¿Cuáles eran los costos de la contaminación atmosférica en términos de morbilidad? como naciente preocupación de los gobiernos de diferentes países incluido el de Colombia, a fin de estimar de alguna forma los impactos de la contaminación a fin de cuantificar los beneficios derivados del control de las enfermedades respiratorias relacionadas con la contaminación atmosférica si ésta era controlado y reducida, realizando al efecto una estimación del costo social de la morbilidad asociada a la contaminación atmosférica.

Para el estudio en mención se tomaron las enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica, tales como las infecciones respiratorias agudas, bronquitis, enfisemas y asma, las cuales se considera que pueden ser ocasionadas debido a la presencia de partículas suspendidas en el aire, las cuales son emitidas principalmente por fuentes fijas. Para el estudio tomaron como fuente de investigación la población menor a 15 años, debido a que estos desarrollan sus actividades cotidianas cerca a los lugares de exposición.

Producto de los diferentes ejercicios matemáticos empleados por los investigadores de la Universidad del Valle, se determinó que ante un incremento del 10% del material particulado por contaminación ambiental aumenta los casos de enfermedades respiratorias en un 7%, dato que será tomado como referente para la estimación del impacto positivo que se generó en Bogotá con la disminución del material particulado por el control efectivo de las quemas a cielo abierto producto de los operativos conjuntos de la SDA y la Fiscalía que llevaron a sellar 15 ladrilleras que utilizaban hornos locos, aplicando de forma inversa los resultados del estudio en mención pues es de esperarse que si se reduce la contaminación en la misma proporción hallada en la investigación se reducirían las

enfermedades respiratorias, y a partir de esa extrapolación se relacionarán los costos de atención en salas ERA a pesos del 2010.

Según el estudio realizado por los investigadores de la Universidad del Valle quienes tomaron la información suministrada por la Cooperativa Médica del Valle, el costo promedio de la consulta, tratamiento y hospitalización de una enfermedad respiratoria era aproximadamente de \$260.000,00 a pesos de 1995, cifra que traída a pesos de 2010 equivale a \$875.712,00, valor que se utilizará para calcular el dinero que dejara de invertirse en la ciudad de Bogotá por la disminución de la contaminación producida por las quemas a cielo abierto.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. EVALUACIÓN DE EMISIONES PRODUCIDAS POR LAS QUEMAS A CIELO ABIERTO EN BOGOTÁ

Contar con un inventario detallado de las emisiones anuales producidas por las quemas a cielo abierto no controladas es una labor complicada, ya que como se planteó inicialmente la población que realiza las quemas es flotante, la actividad es ilegal y recurrente, el tiempo que puede durar cada una de las quemas en un sitio varía, siendo difícil determinar las fechas exactas de inicio y de terminación, esta última debido a que el personal que realiza la actividad o sus familiares pueden reactivar la quema en cualquier momento luego de las acciones de control.

No obstante lo anterior la Secretaría Distrital de Ambiente (antes DAMA) cuenta con registros entre el año 2006 y el 2010 de las quemas identificadas ubicadas en las localidades de Kennedy, Fontibón, Engativá, Bosa, Ciudad Bolívar y Usme donde se relacionan la frecuencia de quemas, la cantidad de material quemado y la ubicación puntual al año del seguimiento.

A continuación se presenta gráficamente el Inventario de emisiones efectuado por la SDA y la Universidad de los Andes, veamos:

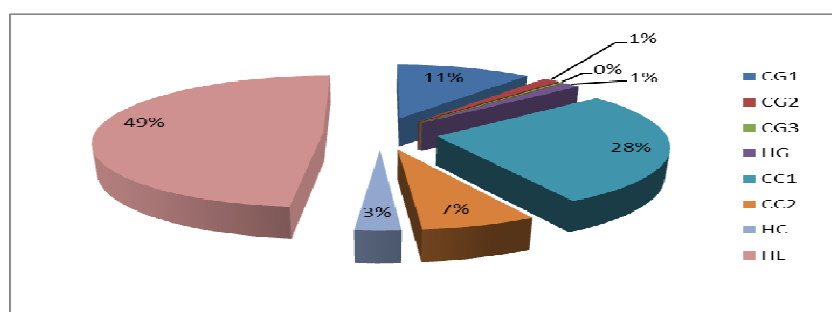


Figura 1. Representación gráfica del inventario de emisiones efectuado por la SDA y la Universidad de los Andes.
Fuente: Inventario de Emisiones SDA y Universidad de los Andes.

CG1 = Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación previo o igual a 1997; CG2 = Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación posterior a 1997; CG3 = Calderas a gas natural con capacidades inferiores a 100 BHP; HG = Hornos de gas natural (incluye industria de alimentos y hornos de secado y curado); CC1 = Calderas a carbón con capacidades mayores a 100 BHP; CC2 = Calderas a carbón con capacidades menores o iguales a 100 BHP; HL = Hornos ladrilleros alimentados con carbón; HC = Hornos a carbón.

Y, enseguida se presenta gráficamente la nueva línea base incluyendo en el inventario las quemadas a cielo abierto, veamos:

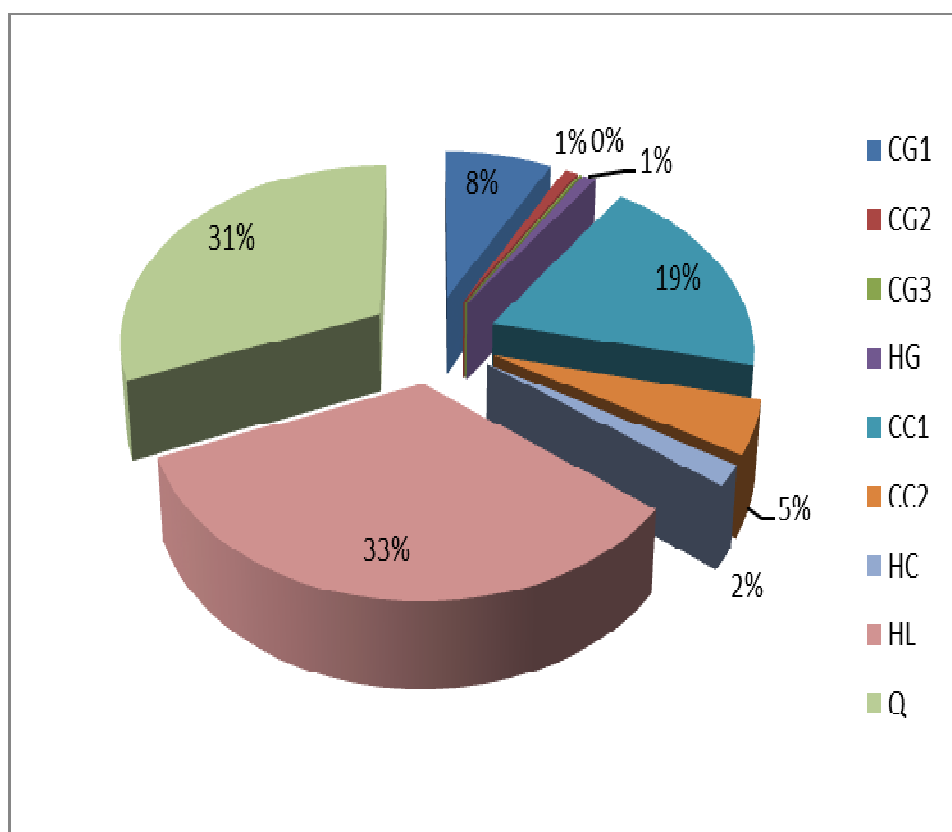


Figura 2. Representación gráfica de la nueva línea base incluyendo las quemadas a cielo abierto.
Fuente: Trabajo de campo.

CG1 = Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación previo o igual a 1997;

CG2 = Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación posterior a 1997;

CG3 = Calderas a gas natural con capacidades inferiores a 100 BHP;

HG = Hornos de gas natural (incluye industria de alimentos y hornos de secado y curado);

CC1 = Calderas a carbón con capacidades mayores a 100 BHP;

CC2 = Calderas a carbón con capacidades menores o iguales a 100 BHP;

HL = Hornos ladrilleros alimentados con carbón; HC = Hornos a carbón.

Es importante mencionar que las tres primeras localidades mencionadas son áreas fuente de contaminación clase I por PM_{10} y Bosa por PST, adicionalmente en la localidad de Ciudad Bolívar se encuentran las UPZ 65 y 69 igualmente áreas fuente por PST.

De esta manera los datos que se van a emplear para el análisis de la información corresponden a las quemas detectadas por la Secretaría Distrital de Ambiente para las que se cuenta con datos suficientes para determinar sus emisiones.

Producto de las actividades de control adelantadas conjuntamente entre la SDA y la Fiscalía se logró evitar la emisión de material particulado a partir del cierre de las quemas a cielo abierto que se presentan en las siguientes tablas, distribuidas por localidades, veamos:

Tabla 5. Relación de Ladrilleras cerradas por la SDA y Fiscalía

Nº	Expediente	Organización	Dirección	Actuación Jurídica
1	DM-06-98-166 DM-08-04-509	Ladrillos Dolmen	LOT 30A PTE LT 30 PARC LA FISCALA	<p>– Resolución 763 del 24/06/2004, Por la cual se ordena el cierre definitivo de la actividad minera, se impone la medida preventiva de suspensión de actividades de emisión de contaminantes a la atmósfera, se impone la medida preventiva de suspensión de actividades de aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo.</p>
2	DM-06-97-153	Inversiones Sumapaz	DG 64A SUR 7A 49 ESTE	<p>– Resolución 507 de 25/02/2006 Se ordena la suspensión de actividades de explotación, beneficio y transformación de materiales de construcción y de arcilla, llevada a cabo por Inversiones Sumapaz.</p>
3	DM-06-97-172	Ladrillera Roa	LOTE 39 PARC LA FISCALA	<p>– Resolución 506 del 25/02/2005 Se mantiene vigente la medida preventiva de cierre definitivo de la explotación minera impuesta mediante Resolución 639 de 2004 y ordena la suspensión inmediata de actividades de beneficio y transformación de minerales.</p> <p>– Resolución 124 de 09/02/2006 No repone y por tanto ratifica en todas sus partes la Resolución 506 de 2005. Se realiza operativo con el CTI de la Fiscalía y el representante legal queda a manos de esta. Actualmente no se encuentra en operaciones.</p>
4	DM-06-97-175	Ladrillera La Sexta	LOTE 49 PARC LA FISCALA	<p>– Resolución CAR 980 de 22/06/2001 Con Base en el CT DSC 277 de 2000, la CAR impone el cierre definitivo e inmediato de todas las actividades mineras, impone la suspensión preventiva del funcionamiento del horno hasta que no sea presentado, evaluado y aprobado el estudio de emisiones atmosféricas.</p>

Continuación Tabla No. 5

Nº	Expediente	Organización	Dirección	Actuación Jurídica
5	DM-06-97-171	Ladrillera El Monasterio	PTE LOTE 48 PARC 4 LA FISCALA	<p>– Resolución 2526 de 04/10/2005</p> <p>EL DAMA impone la suspensión inmediata las actividades mineras en sus fases de explotación, beneficio y transformación a la Ladrillera El Monasterio.</p>
6	DM-06-02-573	Ladrillera Los Cerezos	LOTE F6 LA FISCALA	<p>– Resolución 505 de 25/02/2006</p> <p>El DAMA mantiene la medida de cierre definitivo de la explotación minera de la ladrillera. Ordena la suspensión inmediata de actividades de beneficio y transformación de materiales de construcción.</p> <p>– Resolución 123 de 09/02/2006</p> <p>No repone y por tanto ratifica la resolución 505 de 2005.</p>
7	DM 06-04-741	Chircal Marina Cobos	CRA 2 A ESTE 65 F - 80 SUR	<p>– Resolución 1291 del 04/06/2007:</p> <p>Se impone al Chircal Enrique Muñoz y Marina Cobos, por intermedio de sus representante legal y/o propietario según sea el caso, la medida preventiva de suspensión de actividades de extracción, beneficio y transformación realizadas en el predio ubicado en la carrera 2A Este N° 65F-80 en la Localidad de Usme.</p>
8	DM-06-98-23	Fábrica De Ladrillos El Progreso E U	AK 13 A E 25 A 60 S	<p>Resolución 2547 de 04/10/2005</p> <p>Medida preventiva de suspensión de la actividad minera en sus fases de beneficio y transformación</p>
9	DM-06-02-167	Chircal El Chavocar	Cta Oriente 31 90 S Int 9	<p>Resolución 2095 de 31/08/2005</p> <p>medida preventiva de suspensión de la actividad de extracción y transformación</p>
10	DM-06-02-401	Los Pinos - Los Pinitos	Cta Oriente 35 90 S	<p>Resolución 1991 de 23/08/2005</p> <p>suspensión inmediata de las actividades de beneficio y transformación</p>
11	DM-06-02-572	Ladrillera Los Olivares		<p>– Resolución 501 de 25/02/2006</p> <p>El DAMA ordena de manera inmediata de la actividad extractiva y de transformación de la Ladrillera Los Olivares.</p>

Continuación Tabla No. 5

Nº	Expediente	Organización	Dirección	Actuación Jurídica
12	DM-06-97-157	Ladrillera Arquigres	YOMASA 3 A STA LIBRADA	<p>– Resolución 2506 de 30/09/2005</p> <p>Se impone la medida preventiva de suspensión inmediata de las actividades mineras en las fases de explotación, beneficio y transformación de la fábrica de tubos Arquigres.</p>
13	DM-06-02-575	Ladrillera San Roque	LOTE 28 PARCELA LA FISCALA	<p>– Resolución 2531 de 04/10/2005</p> <p>Se impone la medida preventiva de suspensión de actividades mineras en sus fases de explotación, beneficio y transformación de materiales de construcción y arcillas.</p>
14	DM-06-02-141 DM-08-04-511	Chircal Teresa Silva	EL VOLADOR LOTE 28 LA FISCALA	<p>– Resolución 759 de 24/06/2004</p> <p>Se o ordena el cierre definitivo de la explotación minera desarrollada en el chircal,</p>
15	DM-06-97-177	Ladrillera El Mirador	CL 66D S 2A 90 E	<p>– Resolución CAR 978 de 22/06/2001</p> <p>La CAR impone el cierre definitivo de la actividad de extracción de arcillas. Debe complementar el PRRA e impone la suspensión de funcionamiento del horno.</p> <p><i>Esta resolución por ser de la CAR nos e remite en medio magnético.</i></p> <p>– Resolución 1661 de 18/07/2005</p> <p>Ordena la suspensión inmediata de actividades de extracción, beneficio y transformación de materiales de construcción.</p> <p>– Resolución 1425 de 08/06/2006</p> <p>El DAMA resuelve el recurso de reposición interpuesto contra la resolución 1661 de 2005. Determina no reponer dicha resolución.</p>

Fuente: SDA, Fiscalía General de la Nación.

Tabla 6. Quemas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Kennedy

QUEMA A CIELO ABIERTO	UBICACIÓN
Carbonera La Guacherna - Cibares Laguna Moreno c.c. 11'323.217 de Girardot	Cll 11 No 92-66
Quemas a cielo abierto Diana Nieto Laguna c.c. 5'978.479	finca la guacherna
Quemas a cielo abierto ronda rio Bogotá Jorge Elias Espejo c.c. 79'254.252	Ronda río Bogotá
Quemas a cielo abierto ronda rio Bogotá Jose Santos Espejo c.c. 79'203.317	Ronda río Bogotá
Quemas a cielo abierto ronda rio Bogotá Ilvar Guachetá c.c 1'016.000.397	Ronda río Bogotá
Quemas a cielo abierto ronda rio Bogotá Juan Carlos Garcia c.c. 79'563.526	Ronda río Bogotá

Fuente: SDA, Fiscalía General de la Nación.

Tabla 7. Quemas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Bosa

QUEMA A CIELO ABIERTO	UBICACIÓN
Carbonera Campo Verde de Jaime Arley López Ariza	Predio ubicado en el sector de Campoverde de la Localidad de Bosa. Latitud Norte: 04° 37" 18.4", Longitud Oeste: 074° 12" 40.6"

Fuente: SDA, Fiscalía General de la Nación.

Tabla 8. Quemas a cielo abierto identificadas y controladas en la localidad de Ciudad Bolívar

QUEMA A CIELO ABIERTO	UBICACIÓN
Carbonera Ciudad Bolívar - Marco Antonio Bautista León c.c. 19.331.587 de Bogotá	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar - Luis Eduardo García no reporta cedula	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar - Jaime Salazar no reporta cedula	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar - Jorge Enrique García c.c. 11.250.964 de Bogotá	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar -Myriam huérfano c.c 51'727.317 de Bogotá	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar - Rafael Antonio Rodríguez no reporta cedula	San Joaquín segundo sector cantera La María
Carbonera Ciudad Bolívar - José Antonio Riaño no reporta cedula	San Joaquín segundo sector cantera La María
Quemas a cielo abierto Jorge Alcides Monastoque 17'090.113	vía quiba baja entre villas el diamante y san José de los sauces
Quemas a cielo abierto José Medardo Méndez No reporta cedula	vía quiba baja entre villas el diamante y san José de los sauces
Quemas a cielo abierto Andrés Bedoya Tusarma,	Finca la pisinga, barrio Los Sauces
Quemas a cielo abierto Vilma Riaño	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Juan Manuel Daza Fuentes	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Rogelio Daza Fuentes	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Jorge Díaz	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Nolberto López Gaitán	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto José Joel Ríos Franco	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto José Antonio Conde	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Miguel Antonio Samacá Gacharná	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Justo Arévalo Nova	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar

Continuación Tabla 8

QUEMA A CIELO ABIERTO	UBICACIÓN
Quemas a cielo abierto Ernesto Arévalo Nova	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto José Guillermo Arévalo Nova	Finca La Curva, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Carlos Hernando Daza Fuentes	Finca La Regadera, ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Hernando Álvarez	Finca La Regadera , ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto Noemí Triana	Finca La Regadera , ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar
Quemas a cielo abierto José Vega Ramírez	Finca La Regadera , ubicada en la vereda Quiba Baja de la localidad de Ciudad Bolívar

Fuente: SDA, Fiscalía General de la Nación.

A continuación se presenta un cálculo para un horno ladrillero, teniendo en cuenta que por medio de la información recopilada en trabajo de campo se estableció la capacidad del horno en el que se cocinan tanto ladrillos como tubos, esto es 7000 ladrillos/hornada y 4000 tubos/hornada. El peso promedio de cada ladrillo es 2,9 Kg y de cada tubo 34 Kg; a partir de esta información se calculó de la cantidad de material quemado, esto es el producto del número de ladrillos y tubos y el peso promedio de cada uno de ellos; luego se calculó con factores de emisión la cantidad de contaminantes emitidos en la cocción del ladrillo por periodo de tiempo; y finalmente se calculó con factores de emisión la cantidad de contaminantes emitidos por la combustión del carbón mineral usado en la fabricación de los ladrillos. Tenemos entonces la siguiente información:

Capacidad del horno= 7000 ladrillos/hornada

Peso promedio de ladrillo= 2,9 Kg

Capacidad del horno= 4000 tubos/hornada

Peso promedio de tubo= 34 Kg

Total de material cocido= $((7000 \cdot 2,9/1000) + (4000 \cdot 34/1000)) = 156,3 \text{Ton}$

Factor de emisión (Lb/Ton) para cocción de ladrillo= 1,288

Factor de emisión (Lb/Ton) para combustión de carbón= 20,78

Cantidad de carbón consumida= 15 Ton

Numero de quemas al año=24

Así, el cálculo de emisión de material particulado por cocción de ladrillos en un horno loco es el siguiente:

$$\text{material particulado} = 156,3 \text{ Ton} * 1,288 \frac{\text{Lb}}{\text{Ton}} * \frac{0,5 \text{ Kg}}{\text{Lb}} = 100,65 \text{ Kg}$$

Adicionalmente, se hace el cálculo de la emisión producida por la combustión de carbón mineral, veamos:

$$\text{material particulado} = \frac{20,78 \text{ lb}}{\text{Ton}} * \frac{0,5 \text{ Kg}}{\text{Lb}} * 15 \text{ ton} = 155,85 \text{ Kg}$$

Tenemos entonces que la emisión de material particulado por horneado es la siguiente= 100,65 Kg + 155,85 Kg = 256,5 Kg

El anterior resultado se lleva a toneladas por año, como sigue:

$$256,5 \text{ Kg} * 24 \text{ quemas} * \frac{1 \text{ tonelada}}{1000 \text{ Kg}} = 6.144 \text{ ton/año de material particulado}$$

A continuación se muestran un cálculo efectuado para una quema a cielo abierto de llantas, teniendo en cuenta que por medio de la información recopilada en trabajo de campo se estableció el número de llantas quemadas y el tiempo de quema de las mismas calculándose con factores de emisión la cantidad de contaminantes emitidos en quema a cielo abierto de las llantas. Tenemos entonces la siguiente información:

Dimensiones de la quema= 553 llantas

Peso promedio de llanta= 11,5 Kg

Total de material quemado= 553 llantas * 11,5 Kg

Factor de emisión (Lb/Ton) para quema de llantas= 100

Numero de quemas al año= 24

Así, el cálculo de emisión de material particulado producida por la quema a cielo abierto de llantas es el siguiente:

$$\text{material particulado} = 6,3595 \text{ Ton} * 100 \frac{\text{Lb}}{\text{Ton}} * \frac{0,5\text{Kg}}{\text{Lb}} = 317,975 \text{ Kg}$$

El anterior resultado se lleva a toneladas por año, como sigue:

$$317,975 \text{ Kg} * 24 \text{ quemas al año} * \frac{1 \text{ tonelada}}{1000 \text{ Kg}} = 7,63 \text{ ton / año}$$

A continuación se muestran un cálculo efectuado para una quema a cielo abierto de retal de madera, teniendo en cuenta que por medio de la información recopilada en trabajo de campo se establecieron las dimensiones de la quema; se hizo el cálculo de la cantidad de material quemado, esto es el producto de los metros cúbicos de madera por su densidad, en este caso la densidad es de 700 Kg/m³; se hizo el cálculo con factores de emisión de la cantidad de contaminantes emitidos en la combustión incompleta de la madera por periodo de tiempo; y se hizo el cálculo con factores de emisión de la cantidad de contaminantes emitidos por la combustión de la madera usada en la fabricación de carbón vegetal. Tenemos entonces la siguiente información:

Tamaño del horno= 7m x 5m x 1,5m = 52,5 m³.

Densidad de la madera= 700 Kg/m³.

Total de material quemado= 700 Kg/m³ x 52,5 m³. = 36750Kg

Factor de Emisión Material Particulado (g/Kg)= 8

Quemas realizadas al año = 48

Así, el cálculo de emisión de material particulado producida por la combustión de madera es el siguiente:

$$\text{material particulado} = 36750\text{Kg} * 8 \frac{\text{g}}{\text{Kg}} * 0,3 = 0,294 \text{ ton}$$

El anterior resultado se lleva a toneladas por año, como sigue:

$$0,294 \text{ ton} * 1 \text{ quema /semana} * 4 \text{ semanas/mes} * 12 \text{ meses/año} = 14,112 \text{ ton/año}$$

En la Tabla No. 9 se presentan las emisiones provenientes (i) de las quemas de retal de madera, calculadas utilizando los factores de emisión descritos en el anexo AP42-EPA. Tabla 2.5-5, (ii) de las quemas de llantas, fueron calculadas por los factores de emisión descritos en el anexo AP42-EPA Tabla 2.5-5, y (iii) de las ladrilleras informales , calculadas utilizando los factores de emisión descritos en el anexo AP42-EPA. Tabla 2.5-5, veamos:

Tabla 9. Quemas a cielo abierto por Localidades

LOCALIDAD	CANTIDAD PIRAS U HORNOS	CANTIDAD DE MATERIAL QUEMADO	DIMENSIONES DE LA QUEMA PROMEDIO	TON / AÑO MATERIAL PARTICULADO
KENNEDY	8	8 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 7 DIAS A LA SEMANA	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5 METROS	154,82
KENNEDY	1	1 PIRA FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 7 DIAS A LA SEMANA	PIRA DE 6 X 4 X 1.5 METROS	19,35
FONTIBON	5	5 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 7 DIAS A LA SEMANA	PIRAS DE 5 X 4 X 1.5 METROS	96,76
CIUDAD BOLIVAR	8	8 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 7 DIAS A LA SEMANA	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5 METROS	154,82

Continuación Tabla No. 9

LOCALIDAD	CANTIDAD PIRAS U HORNOS	CANTIDAD DE MATERIAL QUEMADO	DIMENSIONES DE LA QUEMA PROMEDIO	TON / AÑO MATERIAL PARTICULADO
USME	4	4 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 2 SEMANAS AL MES	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5 METROS	77,41
ENGATIVA	2	2 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 2 SEMANAS AL MES	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5	38,7
BOSA	4	4 PIRAS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DIA Y 2 SEMANAS AL MES	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5 METROS	77,41
CIUDAD BOLIVAR	15	15 HORNOS FUNCIONANDO 24 HORAS AL DÍA 5 DÍAS A LA SEMANA	PIRAS DE 6 X 4 X 1.5 METROS	290,3
KENNEDY	460	460 LLANTAS POR QUEMA Y DOS QUEMAS POR SEMANA	160 m ²	12,69
KENNEDY	550	550 LLANTAS POR QUEMA Y UNA QUEMA POR SEMANA	180 m ²	15,18
SAN CRISTOBAL	1	LADRILLERA EL PROGRESO		3,12
SAN CRISTOBAL	1	LADRILLERA CHAVOCAR		2,87
SAN CRISTOBAL	1	LADRILLERA LOS PINOS		2,87
USME	1	LADRILLERA EL MONASTERIO		5,01
USME	2	LADRILLERA LOS CEREZOS		9,12
USME	1	LADRILLERA MARINA COBOS		2,89
USME	1	LADRILLERA SAN ROQUE		3,61
USME	1	LADRILLERA EL MIRADOR		3,39
USME	1	LADRILLERA TERESA SILVA		2,87
TOTAL DE DISMINUCION EN TRES AÑOS				976,53
DISMINUCION PROMEDIO ANUAL				325,51

Fuente: SDA, Fiscalía General de la Nación.

A partir de los datos de la Tabla No. 2 “Casos ERA reportados por año” se procedió a efectuar el cálculo del impacto en el costo de inversión anual en tratamiento en salas ERA por la reducción de Material Particulado, veamos:

Tabla 10. Cálculo del impacto en el costo de inversión anual en tratamiento en salas ERA por la reducción de Material Particulado

VARIABLE	VALOR
Reducción Contaminación	13%
Casos Enfermedades Respiratorias	35.572
Toneladas MP Emitidas	2.500
Toneladas MP Dejadas de Emitir	325,51
Reducción de Casos	9,10%
Casos Enfermedades Respiratorias Evitadas	3.237
Costo Atención Sala ERA	\$ 875.712
Costo Evitado Anual	\$ 2.834.725.281

Fuente: SDA, trabajo de campo.

Los cálculos mostrados en la tabla anterior se obtuvieron de la combinación de la estimación realizada por los investigadores de la Universidad del Valle en cuanto a la reducción de contaminación y los costos de tratamiento por enfermedad respiratoria, con los datos de emisión emitidos y dejados de emitir en la ciudad de Bogotá.

A fin de mostrar la mejoría en la calidad del aire en Bogotá lograda por las acciones adelantadas por las autoridades, en especial en cuanto al cierre de las quemas a cielo abierto que se han reseñado en este estudio, a continuación se presentan los mapas que muestran la distribución de la concentración del PM₁₀ durante los años 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010, tomados de los INFORMES ANUALES DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ realizados por la SDA, Dirección de Control Ambiental, Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C., donde se puede apreciar los promedios anuales de cómo se distribuye el PM₁₀ a lo largo y ancho del territorio

del Distrito, y, cómo se ve una mejoría en la calidad del aire a partir de la disminución de la concentración de PM_{10} producto de las acciones adelantadas hasta ahora, las cuales incluyen entre otras el uso de un diesel de mejor calidad para el transporte público, pero se insiste que según lo analizado en este estudio en esa mejoría incidió significativamente la reducción del 13% de emisiones de material particulado por las acciones de control adelantadas conjuntamente entre la SDA y la Fiscalía, veamos:

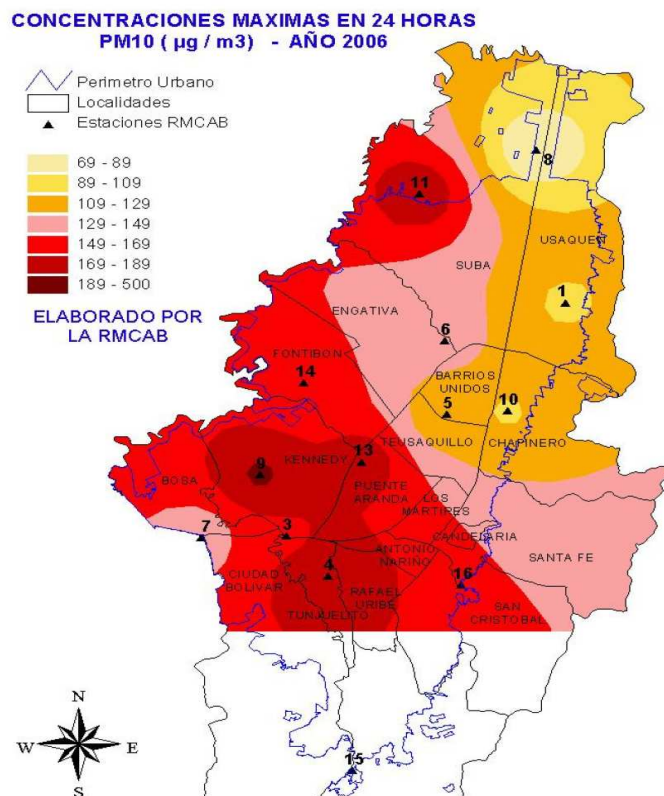


Figura 2. Interpolación de los promedios máximos 24 horas de PM_{10} durante el año 2006.

Figura 3. Concentraciones de material particulado.

Fuente: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ, AÑO 2006

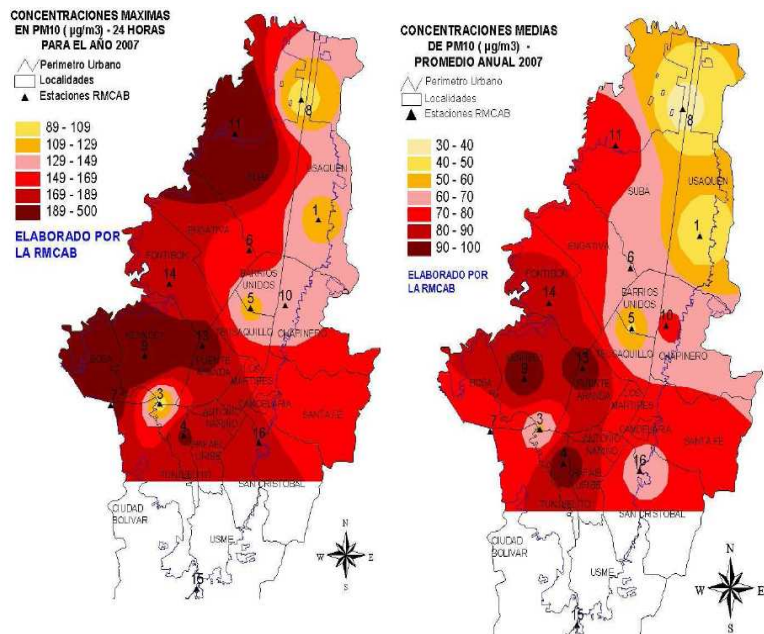


Figura 1. Distribución de la concentración de PM10 durante el año 2007.

Figura 4. Concentraciones de material particulado

Fuente: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ, AÑO 2007

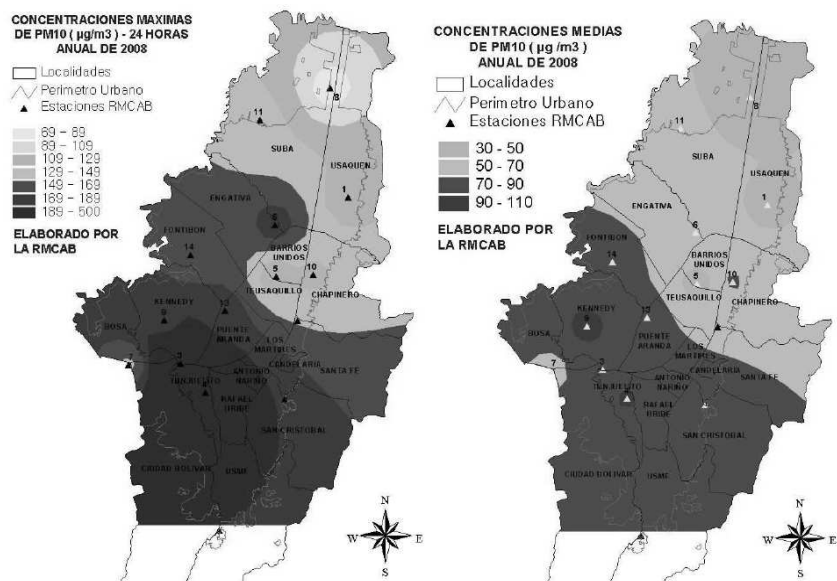


Figura 1. Distribución de la concentración de PM10 durante el año 2008.

Figura 5. Concentraciones de material particulado

Fuente: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ, AÑO 2008

En junio de 2008 se bajo la concentración de azufre a 500 ppm, en enero de 2011 bajo a 50 ppm.

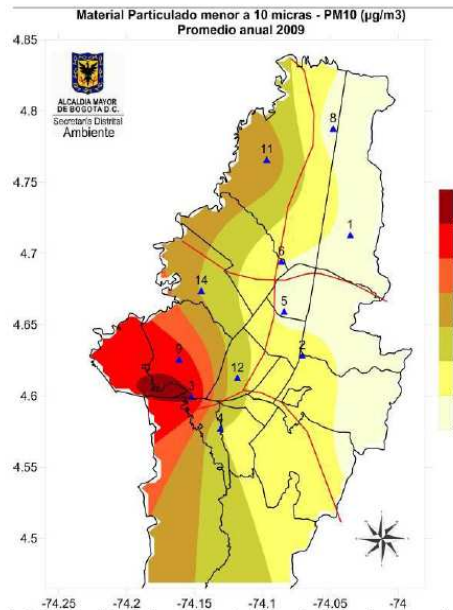


Figura 1. Distribución de la concentración de PM₁₀ durante el año 2009.

Figura 6. Concentraciones de material particulado
Fuente: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ AÑO 2009

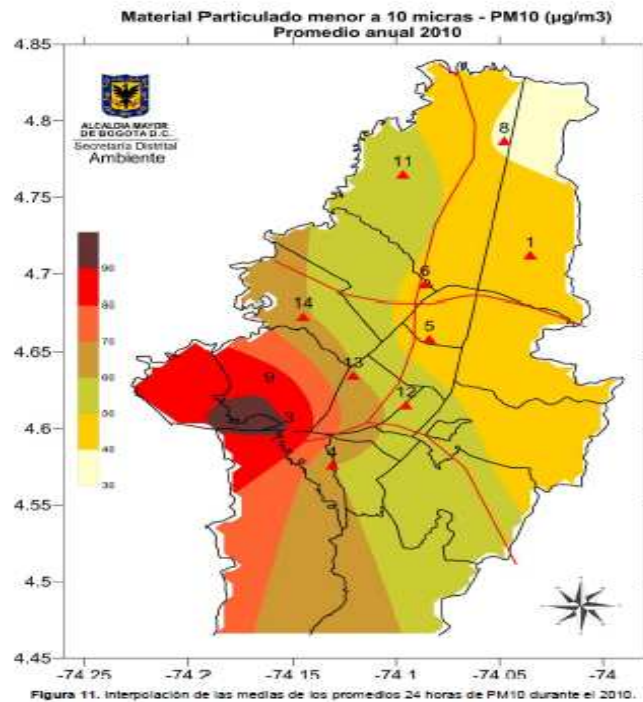


Figura 11. Interpolación de las medias de los promedios 24 horas de PM10 durante el 2010.

Figura 7. concentraciones de material particulado
Fuente: INFORME ANUAL DE CALIDAD DEL AIRE DE BOGOTÁ AÑO 2010

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En vista de que el estudio de la SDA en conjunto con la Universidad de los Andes tenía una deficiencia pues no se incluyeron en el inventario de fuentes fijas de emisión de contaminantes las **QUEMAS A CIELO ABIERTO** las cuales son una fuente importante de emisiones atmosféricas en Bogotá al punto que podrían ser consideradas las actividades de mayor impacto al tenerse como un sector más en el inventario de fuentes fijas.

Siendo el consumo de carbón vegetal una necesidad de los ciudadanos mientras la demanda de éste sea constante, siempre existirá quien provea este producto, así las cosas, es necesario intervenir este sector, orientándolo u obligándolo, según sea la situación a implementar tecnologías limpias que propendan por la conservación del status de la calidad del aire de Bogotá

Se recomienda brindar la información contenida en este estudio a la SDA para que priorice las acciones para el control de las quemas a cielo abierto dentro de las medidas para reducción de emisiones en el **PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**, ya que siendo este sector industrial el de mayor contaminación, su control sería mas costo-beneficioso para la ciudad por cuanto no tienen un impacto económico tan grande como el que tiene la inmensa inversión de recursos económicos que supone la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público o las inversiones en sistemas de control que deben hacer los industriales con empresas que cuenten con fuentes fijas de contaminación atmosférica.

Este estudio permite inferir que la administración Distrital antes de castigar las finanzas de la ciudad al invertir miles de millones de pesos en los programas propuestos en el plan decenal de descontaminación, debería tener en cuenta que

con un buen control de fuentes altamente contaminantes podría obtener mejores resultados a un bajísimo costo tanto económico como social y por tanto debería retomar las actividades que se documentaron en este estudio y que llevaron a reducir la contaminación en un 13% en un corto tiempo y si se quiere a un costo de funcionamiento pues sólo se emplearon en el desarrollo de la tarea funcionarios de la SDA y de la Fiscalía.

El Distrito se ahorró anualmente dos mil ochocientos treinta y cuatro mil setecientos veinticinco mil doscientos ochenta y un pesos m/l (\$2.834.725.281,00) a pesos de 2010 por los pacientes que dejaron de entrar a las SALAS ERAS debido a la mejora de la calidad del aire en un 13% por las acciones de control efectuadas entre el 2008 y 2010, esto sin considerar otros costos asociados a la misma problemática si se tienen en cuenta que la OMS establece que entre el 1% y el 4% de la mortalidad de la población mundial se atribuye al PM suspendido en el aire, y, en las ciudades de América Latina, cerca de 200.000 personas mueren tempranamente cada año por la exposición a niveles altos de PM en el aire.

Lo anterior se logró como resultado del trabajo coordinado entre la SDA y la Fiscalía quienes adelantaron importantes operativos en el año 2008 que llevaron no solo a judicializar a quienes estaban incurriendo en el delito de contaminación ambiental, sino lo más importante, se logró controlar las quemas a cielo abierto producidas por 15 ladrilleras informales (10 de las cuales utilizaban hornos locos), 47 carboneras y dos zonas de quemas de llantas; no obstante hay que hacer al respecto las siguientes observaciones:

1. Las medidas para el control de las quemas a cielo abierto deben ser integrales para Bogotá y la región, pues ante la falta de control en los municipios aledaños al Distrito los industriales cuyas ladrilleras son cerradas en Bogotá simplemente migran hacia esos lugares, trasladando la problemática ambiental a

esos sitios retornando parte de esas emisiones a la ciudad por efectos de los vientos.

2. Desde el año 2010 a la fecha no se han vuelto a realizar operativos como los que llevaron a clausurar las 15 ladrilleras informales, las 47 carboneras y las dos zonas de quemas de llantas en Bogotá, lo cual constituye un grave retroceso pues estas medidas son más efectivas y menos costosas que efectuar la reconversión tecnológica como lo propone el plan decenal. Según la información recogida en el trabajo de campo las autoridades se han limitado tan solo a realizar reuniones para abordar la problemática pero no se ha vuelto a realizar un solo operativo para controlar las quemas a cielo abierto.

3. Teniendo en cuenta que el plan decenal propone reducir las emisiones en un 40% en un lapso de diez años, se puede apreciar la gran importancia que tienen las acciones de control sobre las quemas a cielo abierto en Bogotá, pues mientras se realizaron entre el año 2008 y 2010 conllevaron a que se redujeran las emisiones de fuentes fijas en un 13% a un costo relativamente bajo, pues solo se empleo el material humano en las acciones conjuntas adelantadas por las autoridades. Dicho esto no se entiende por qué razón estas actividades fueron abandonadas hoy día.

Basado en el análisis realizado en esta documento, las quemas a cielo abierto podrían ser consideradas la fuente de contaminación atmosférica más importante en unidades de contaminante por persona y por actividad productiva, siendo esto un indicador de que esta actividad genera una altísima contaminación atmosférica que tiene efectos en salud y que solo beneficia económicamente a un grupo pequeño de personas.

Al considerar la parte social de las quemas a cielo abierto, el entorno donde se realizan, la informalidad de la actividad y las personas que las hacen, y, hacer un

parangón con los daños ocasionados al medio ambiente, a la salubridad pública y la salud del personal involucrado directamente a la actividad ilegal quienes no observan las normas mínimas de seguridad industrial forzoso resulta concluir que aún si se considerara a las quemas a cielo abierto como una fuente de subsistencia de familias de escasos recursos, el daño causado por dicha actividad es de lejos mayor al pírrico beneficio que pudiere aportar esa actividad a un reducido número de personas.

La demanda de carbón vegetal es constante a nivel nacional y la única oferta de este producto es fruto de una actividad ilegal, por tanto, se hace necesario que se implementen programas de reconversión tecnológica para la fabricación de carbón vegetal en cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Es imprescindible que las autoridades ambientales, sigan con los mecanismos de control a las quemas a cielo abierto no solo para el caso Bogotá Región, sino para todo el territorio nacional, más aun teniendo en cuenta los efectos adversos que tienen las emisiones producidas sobre el medio ambiente y la salud humana.

Ha de hacerse especial control a la quema de llantas a cielo abierto, ya que en este caso, se produce la emisión de agentes cancerígenos en humanos, los que tienen un efecto crónico sobre la población, por lo que sus efectos solo se verán en algunos años.

En general, el material particulado (PM_{10} y PST) es el contaminante que más deteriora la calidad del aire en la ciudad de Bogotá al superar los límites máximos permisibles tanto anuales como diarios en la mayoría de redes de monitoreo que lo miden.

7. BIBLIOGRAFIA

Arciniegas, Ángela, Rodríguez, Carolina, Pachón Jorge Sarmiento Hugo, Hernández Luis Jorge. Estudio de la morbilidad en niños menores a cinco años por enfermedad respiratoria aguda y su relación con la concentración de partículas en una zona industrial de la ciudad de Bogotá. Universidad de La Salle. Bogotá. 2006

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, Corporación Suna Hisca. Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes. Tomo I. Bogotá
Quevedo, Carlos H., Martínez, Jaime, García, Diego. Contaminación Atmosférica y Salud: Estimación de Una Función Dosis-Respuesta para Cali. Universidad del Valle, Cali. 2009.

Galvis, Boris, Rojas , Néstor Y. Relación entre $PM_{2,5}$ y PM_{10} en la ciudad de Bogotá Universidad de los Andes; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2006

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales Colombia. 2007

Nigenda, Gustavo, Cifuentes, Enrique, Duperval, Pierre A. Estimación del Valor Económico de Reducciones en el Riesgo de Morbilidad y Mortalidad por Exposiciones Ambientales. México. 2002

Office of Air Quality Planning and Standards Office of Air and Radiation U.S. Environmental Protection Agency. Emission Factor Documentation for ap-42 Section 2.5, Open Burning. US. 1992

Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales – EELA. Caracterización de los Hornos Usados en la Industria Ladrillera Proyecto Colombia, 2011.

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. 2006

Saldarriaga, Ana María, Ulloa, Mónica. Exámenes de laboratorio clínico en menores de cinco años atendidos en sala era (enfermedad respiratoria aguda) en una empresa social del estado de primer nivel de atención. Universidad Del Rosario y CES, 2009.

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. 2007

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. 2008

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. 2009

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. 2010

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá Línea de Calidad de Aire y Salud, Política Ambiental. Bogotá. 2010

SENA. Caracterización Ocupacional Terapia Respiratoria. Bogotá 2008

Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. Informe Anual de Calidad del Aire de Bogotá. Bogotá. 2010

ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO

En el siguiente registro fotográfico se aprecia el trabajo de campo realizado en este estudio, captando las diversas quemas a cielo abierto que se efectúan en varias localidades de la ciudad de Bogotá.



Fotografía 1. Quema a Cielo Abierto José Adolfo Rincón Martínez Barrio Molinos



Fotografía 2. Carbonera Entre Nubes



Fotografía 3. Carbonera Altos de La Estancia



Fotografía 4. Horno Loco Ladrillera Monasterio



Fotografía 5. Emisión de material particulado Ladrillera Monasterio



Fotografía 6. |Horno Loco Ladrillera Monasterio



Fotografía 7. Ladrillera Los Pinos Desmantelada



Fotografía 8. Ladrillera El Progreso



Fotografía 9. Horno Loco Ladrillera El Progreso



Fotografía 10. Ladrillera La Sexta



Fotografía 11. Horno Loco Ladrillera La Sexta



Fotografía 12. Aspecto Interno Horno Ladrillera La Sexta



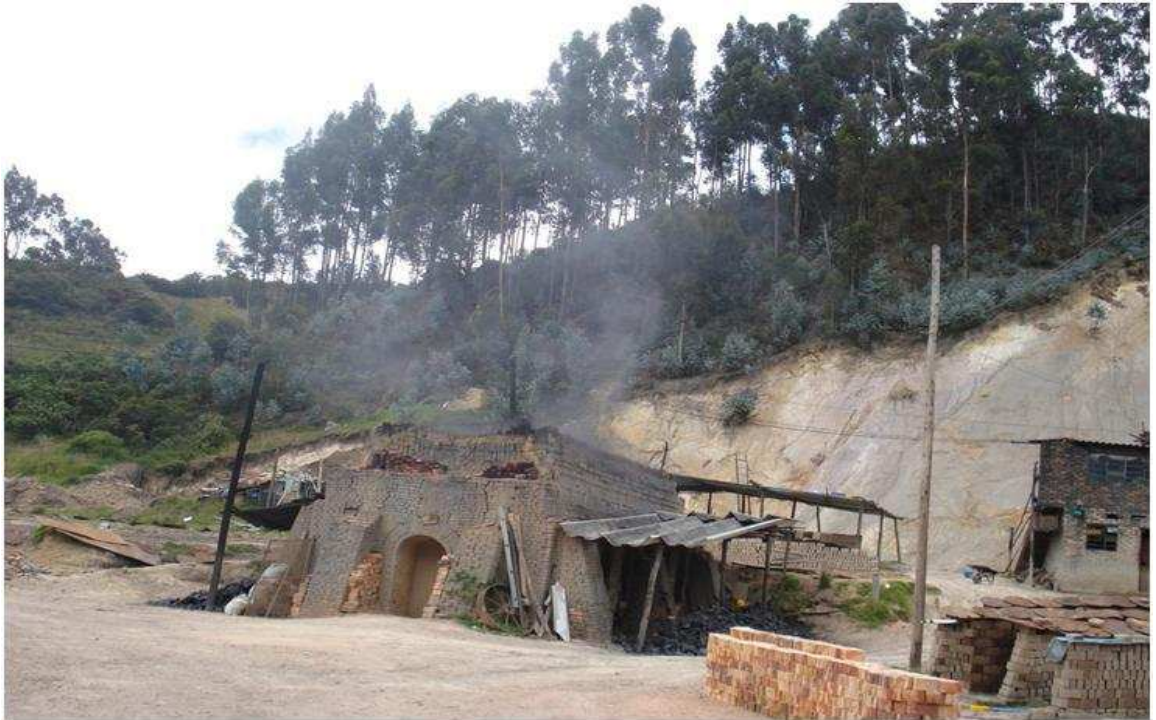
Fotografía 13. Ladrillera Los Cerezos



Fotografía 14. Producción de Ladrillo, Ladrillera Los Cerezos



Fotografía 15. Horno Loco Ladrillera Los Cerezos



Fotografía 16. Horno Loco Ladrillera Monasterio



Fotografía 17. Ladrillera Roa Desmantelada



Fotografía 18. Pilas de Llantas antes de ser quemadas



Fotografía 19. Alambre extraído de la quema de llantas



Fotografía 20. Quema de madera Kennedy



Fotografía 21. Quema de madera Kennedy



Fotografía 22. Preparación pilas quema de madera Kennedy



Fotografía 23. Operativo Fiscalía Quema de madera Kennedy



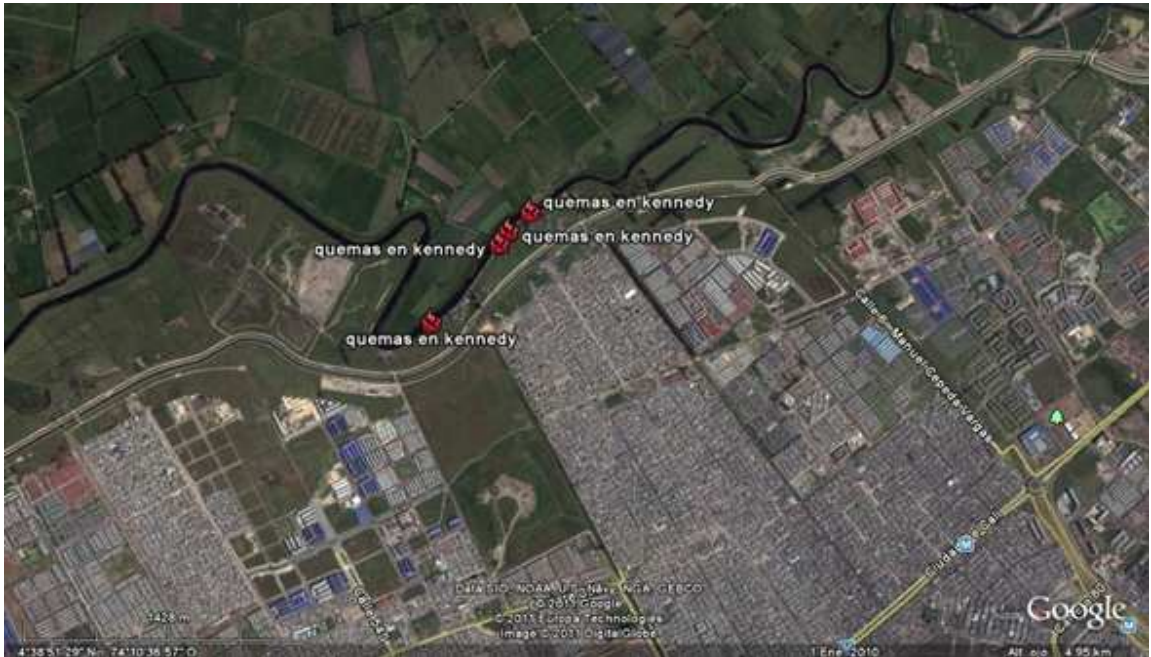
Fotografía 24. Pilas quema de madera Kennedy



Fotografía 25. Preparación Pilas Quema de Madera Kennedy

ANEXO 2: FOTOS SATELITALES DE QUEMAS A CIELO ABIERTO

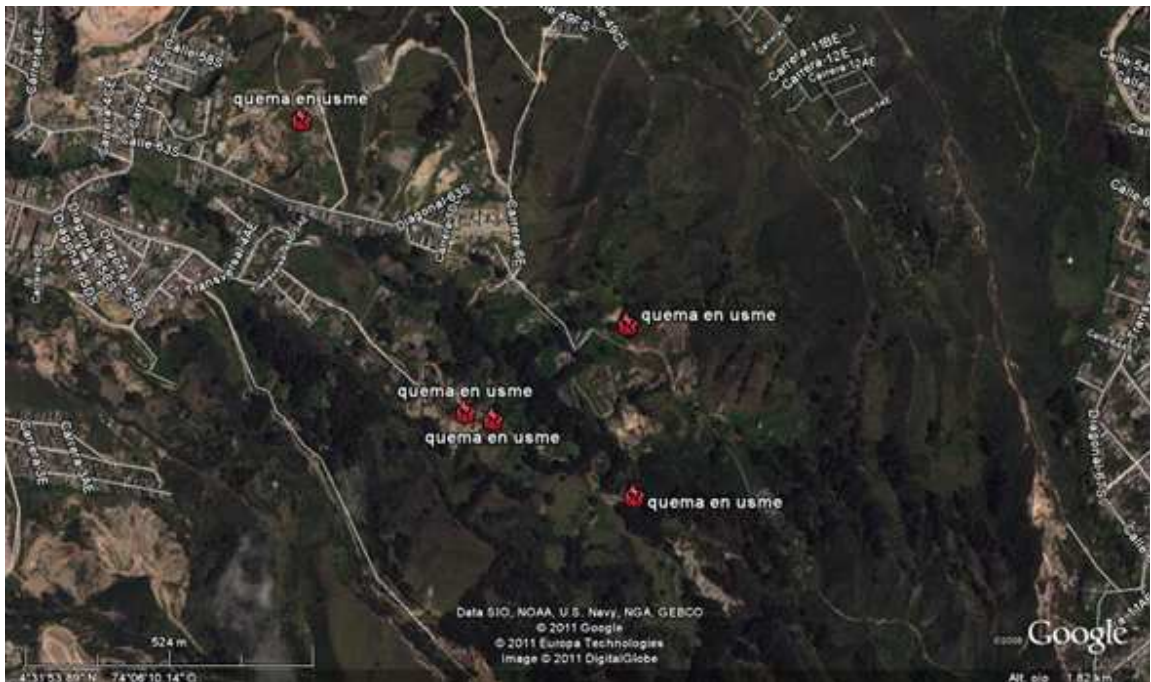
A continuación se muestran unas fotos satelitales que ubican los sitios donde se efectuaban las quemas a cielo abierto.



Fotografía 26. Quemas a Cielo Abierto Kennedy



Fotografía 27. Quemas a Cielo Abierto Ciudad Bolívar



Fotografía 28. Quemadas a Cielo Abierto Usme



Fotografía 29. Quemadas a Cielo Abierto Ciudad Bolívar



Fotografía 30. Quema a Cielo Abierto Usme