



# Diagnóstico ambiental y técnico mecánico del sector volquetas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Alejandro Gonzalez Valencia<sup>1</sup> / María Helena Gomez Gallo<sup>2</sup>

*Diagnóstico ambiental y técnico mecánico del  
sector volquetas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá*

***Environmental analysis and technical mechanical  
dump trucks sector in the metropolitan area of Valle de Aburrá***

***Diagnóstico ambiental e técnico mecânico do setor de  
caminhões basculantes da Área Metropolitana do Vale de Aburrá***

## RESUMEN

**Introducción.** La Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá vienen ejecutando el proyecto *Implementación de acciones de producción más limpia en el sector volquetas de la ciudad y el área metropolitana del Valle de Aburrá*, con el fin de realizar el diagnóstico técnico-mecánico y ambiental de mil (1000) volquetas y catorce (14) empresas del sector, y levantar una línea base que les permita a las autori-

---

<sup>1</sup> Subdirección Ambiental. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. <sup>2</sup> Subsecretaría de Cultura Ambiental. Municipio de Medellín.

Correspondencia: Alejandro Gonzalez Valencia. e-mail: alejandro.gonzalez@metropol.gov.co

Artículo recibido: 19/11/2010; Artículo aprobado: 03/12/2010

dades ambientales conocer sus fortalezas y debilidades en materia ambiental. **Objetivo.** Caracterizar el desempeño ambiental de mil (1000) volquetas de propiedad de empresas, e independientes del sector, que circulan en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. **Materiales y métodos.** Se realizaron las pruebas de opacidad y las revisiones técnicas, mecánicas y visuales a los vehículos, así como también, las visitas a las empresas del sector para determinar la generación y disposición de residuos peligrosos y especiales, así como el seguimiento y análisis de indicadores ambientales. Esta información se comparó con la normativa vigente para contrastar los resultados obtenidos, con el cumplimiento de las actuales exigencias de las autoridades ambientales en estos temas. **Resultados.** El número de volquetas rechazadas por opacidad en la segunda revisión disminuyó considerablemente con respecto a la primera; sin embargo, es importante insistir en la necesidad de implementar los mantenimientos de tipo preventivo durante la vida útil de los vehículos, especialmente en aquellos de propiedad de terceros o independientes. Para evitar la contaminación dentro y fuera de algunas de las empresas visitadas, el énfasis de las acciones de producción más limpia deberá encaminarse a mejorar la disposición de los residuos peligrosos y especiales. **Conclusiones.** La falta de planes de mantenimiento preventivo en las empresas evaluadas y en los vehículos de los independientes tiene influencia directa en los resultados de opacidad y revisión visual técnico-mecánica. Parte del mantenimiento de los vehículos es realizado por terceros, por lo que las empresas no tienen control estricto sobre estos. De esta manera, las empresas deberán comprometerse a tener un mayor control sobre los registros de consumos de combustibles y demás insumos empleados en el mantenimiento de los vehículos. En el momento, la información que se tiene al respecto para algunas entidades y terceros es insuficiente, lo que dificulta la estimación de la línea base para la definición de metas de reducción de combustible por kilómetro recorrido, entre otros indicadores.

**Palabras clave:** volquetas, niveles de opacidad, contaminación ambiental, programa de autorregulación, ejecución de acciones de producción más limpia.

## ABSTRACT

**Intoduction.** The Secretaría del Medio Ambiente of Medellín and the Área Metropolitana del Valle de Aburrá are working on a project for the implementation of actions for cleaner production in the dump trucks sector in the Aburrá Valley's Metropolitan Area, aiming to make the technical-mechanical and environmental diagnose of 1000 dump trucks and 14 companies of the sector, and establish a base for the environmental authorities to get information about their weaknesses and strengths under environmental terms. **Objective.** To characterize the environmental performance of 1000 dump trucks that circulate in the Aburrá Valley's Metropolitan Area. **Materials and Methods.** Opacity tests and technical, mechanical and visual revisions to the vehicles were made, plus visits to the companies of the sector in order to determine the generation and disposal of dangerous and special waste, and also the follow up and the analysis of environmental indicators. The information was then compared with current laws to contrast the results obtained with the compliance of the norms environmental authorities currently demand. **Results.** The number of dump trucks rejected in the second revision was considerably lower than that from the first, but it is important to insist on the necessity of implementing prevention maintenance during thee vehicles ' service time, specially for those that belong to independent workers or contractors. To avoid contamination inside and outside of some of the companies visited, cleaner production actions must be focused on the disposal of

dangerous and special waste. **Conclusions.** The lack of prevention maintenance plans in the companies evaluated and for the vehicles that belong to independent owners has a high direct influence on the results of the opacity and the technical-mechanical tests. Part of the maintenance of such vehicles is made by third parties, so companies do not have a direct control on them. Therefore, companies will have to commit much more to exercise that control of the fuel consumption records and other inputs used in the maintenance of the vehicles. Current information about some entities and third parties is not enough, so the estimation of the base line to define goals of fuel reduction per kilometer, among other indicators, is difficult at this moment.

**Key words:** dump trucks, opacity levels, environmental pollution, self-regulation program, actions for cleaner production.

## RESUMO

**Introdução.** A Secretaria do Médio Ambiente da cidade e a Área Metropolitana do Vale de Aburrá vêm executando o projeto Implementação de ações de produção mais limpa no setor de caminhões basculantes da cidade e o área metropolitana do Vale de Aburrá, com o fim de realizar o diagnóstico técnico-mecânico e ambiental de mil (1000) caminhões basculantes e quatorze (14) empresas do setor, e levantar uma linha baseie que lhes permita às autoridades ambientais conhecer suas fortalezas e debilidades em matéria ambiental. **Objetivo.** Caracterizar o desempenho ambiental de mil (1000) caminhões basculantes de propriedade de empresas, e independentes do setor, que circulam nos municípios da Área Metropolitana do Vale de Aburrá. **Materiais e métodos.** Realizaram-se as provas de opacidade e as revisões técnicas, mecânicas e visuais aos veículos, bem como também, as visitas às empresas do setor para determinar a geração e disposição de resíduos perigosos e especiais, bem como o seguimento e análise de indicadores ambientais. Esta informação se comparou com o regulamento vigente para contrastar os resultados obtidos, com o cumprimento das atuais exigências das autoridades ambientais nestes temas. **Resultados.** O número de caminhões basculantes recusadas por opacidade na segunda revisão diminuiu consideravelmente com respeito à primeira; no entanto, é importante fazer questão de a necessidade de implementar as manutenções de tipo preventivo durante a vida útil dos veículos, especialmente naqueles de propriedade de terceiros ou independentes. Para evitar a contaminação dentro e fora de algumas das empresas visitadas, a ênfase das ações de produção mais limpa deverá encaminhar-se a melhorar a disposição dos resíduos perigosos e especiais. **Conclusões.** A falta de planos de manutenção preventiva nas empresas avaliadas e nos veículos dos independentes tem influência direta nos resultados de opacidade e revisão visual técnico-mecânica. Parte da manutenção dos veículos é realizado por terceiros, pelo que as empresas não têm controle estrito sobre estes. Desta maneira, as empresas deverão comprometer-se a ter um maior controle sobre os registros de consumos de combustíveis e restantes insumos empregados na manutenção dos veículos. No momento, a informação que se tem ao respeito para algumas entidades e terceiros é insuficiente, o que dificulta a estimação da linha baseie para a definição de metas de redução de combustível por quilômetro percorrido, entre outros indicadores.

**Palavras importantes:** caminhões basculantes, níveis de opacidade, contaminação ambiental, programa de auto-regulação, execução de ações de produção mais limpa.

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Medellín, las fuentes móviles son las responsables de la mayor carga de contaminantes de gases y partículas que se emiten diariamente a la atmósfera, lo que sumado a las emisiones de partículas aportadas por el desgaste de la superficie de la red vial, como fuente distribuida y estrechamente relacionada con el transporte y los vehículos de carga pesada, puede determinar, en algunos sitios de la ciudad, variaciones importantes de la calidad del aire<sup>1</sup>.

Esta problemática de contaminación es un tema de relevancia en la agenda pública municipal. Por esta razón, se han emprendido acciones, programas y planes con el fin de resolverlo, llevando a cabo iniciativas que no solo integren los incentivos económicos y de comando y control, sino también, las acciones concertadas y negociadas con los actores directamente responsables de la contaminación en Medellín y la Región Metropolitana.

El Programa de Autorregulación Voluntaria con énfasis en acciones de producción más limpia para las volquetas hace parte del grupo de alternativas que pretende disminuir la contaminación del aire, del agua y del suelo. El objetivo del programa es lograr que las empresas y los independientes de este sector disminuyan en un 10% sus niveles de opacidad por debajo de la normativa ambiental vigente (resolución 910 de 2008)<sup>2</sup> pero también que se implementen acciones de producción más limpia con el fin de controlar los residuos que se producen como consecuencia de la actividad de este sector, y disminuir los costos asociados a los insumos requeridos para los equipos, registrando las entradas y salidas de estos.

El primer paso para conseguir este objetivo es conocer el estado técnico-mecánico y ambiental de los vehículos y las empresas del sector. Precisamente, esta labor se viene adelantando a través de la firma del Convenio Interadministrativo entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el Municipio de Medellín y la Universidad Pontificia Bolivariana, y pretende, entre otras cosas, levantar una línea base con las características y el desempeño ambiental de mil (1000) volquetas de empresas e independientes o terceros buscando acompañarlas, en la formulación de un plan de acción ambiental para disminuir la contaminación que generan. En una segunda fase se atenderán ochocientas (800) volquetas más para un total de mil ochocientas (1.800)

Se ha empleado como indicador de la contaminación del aire, el criterio de opacidad referido en la resolución 910 de 2008. Así, entre más alto es el porcentaje, mayor es la contaminación emitida. Ahora, para calcular los indicadores de desempeño ambiental en producción más limpia, se cuantificó el consumo de insumos y la generación de los residuos en el proceso de mantenimiento y lavado de las volquetas, tanto para las empresas como para los independientes.

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos y disminuir los niveles de opacidad es necesario que tanto las empresas como los terceros, emprendan el camino de la cultura

del mantenimiento preventivo y predictivo en sus vehículos; además de la medición y control de sus insumos y de la generación de los residuos peligrosos y especiales.

En la primera parte de este artículo se mostrarán los resultados obtenidos en las pruebas de opacidad y las revisiones visuales de los aspectos técnico-mecánicos de las mil (1.000) volquetas a partir de la comparación de dos pruebas; la segunda parte hace referencia a los diagnósticos de producción más limpia tanto para las empresas como para los independientes. En la última parte, se planteará la discusión y las conclusiones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las herramientas empleadas para la valoración del estado técnico-mecánico y ambiental de una muestra de mil (1.000) volquetas fueron, en primer lugar, el análisis de los niveles de opacidad de cada uno de los vehículos de propiedad tanto de empresas como de los independientes o terceros. Las pruebas se compararon con lo dispuesto para ello en la resolución 910 de 2008 para comprobar el cumplimiento o no de los porcentajes de opacidad predeterminados en tal norma, de acuerdo con el modelo de cada vehículo.

En segundo lugar, se realizó la inspección visual de las condiciones técnico-mecánicas del vehículo con la evaluación de veinticuatro (24) aspectos mecánicos contenidos en la norma ICONTEC NTC 5375<sup>3</sup>, analizando defectos tipo A y tipo B. Entiéndanse como defectos tipo A aquellos defectos graves que implican un peligro o riesgo inminente para la seguridad del vehículo, la de otros vehículos, de sus ocupantes, de los demás usuarios de la vía pública o del ambiente, y defectos tipo B, aquellos que no implican un peligro o riesgo potencial para la seguridad del vehículo, la de otros vehículos, de sus ocupantes o de los demás usuarios de la vía pública.

Las pruebas antes mencionadas se realizaron en las empresas y en las instalaciones del Tránsito de Medellín (Central de diagnóstico El Caracol), previamente acordados con el gremio.

Los instrumentos de medición de la opacidad usados tienen las siguientes características: establecen sus lecturas de escala a partir de una relación entre la intensidad de radiación transmitida por un material absorbente y la intensidad de radiación proveniente de una fuente de radiación visible, son opacímetros de flujo parcial, la linealidad es del 2% y la desviación es inferior al 5%, respuesta en tiempo 0.5 segundos, la fuente de luz es de tipo led, los equipos tienen tacómetro, sensor de temperatura de motor y secuencias funcionales automáticas. De igual manera, el software del opacímetro cuenta con las siguientes características: funcionamiento automático y secuencial, acceso al operador mediante clave y realización de cero automáticos.

Por otro lado, para la evaluación de las acciones de producción más limpia en el sector de las volquetas se seleccionaron catorce (14) empresas con taller de mecánica para los mantenimientos preventivos y correctivos.

Asimismo, fue elaborado el diagnóstico de producción más limpia y la evaluación del manejo de los residuos peligrosos a cada una de las empresas participantes, específicamente los generados durante las actividades de lavado, suministro de combustible y mantenimiento de las volquetas.

## RESULTADOS

### Diagnóstico técnico-mecánico y ambiental de las volquetas que transitan en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Al consolidar los datos arrojados en las primeras mil (1.000) pruebas de opacidad, realizadas entre febrero y abril de 2010, se concluye que cuatrocientas ochenta y seis (486) volquetas fueron aprobadas y quinientas catorce (514) rechazadas, equivalentes al 49% y 51%, respectivamente (ver tabla I).

**Tabla I. Resultados primera prueba de opacidad general**

	Vehículos	%	Opacidad promedio
<b>Aprobados</b>	486	48,60%	22,62%
<b>Rechazados</b>	514	51,40%	42,52%

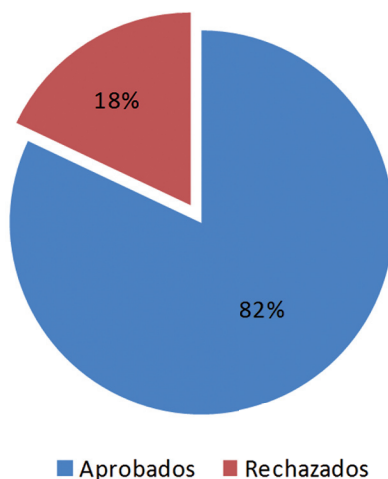
Los vehículos rechazados en la primera revisión tienen quince (15) o más años de rodamiento, es decir, que no cuentan con tecnologías y/o dispositivos tales como catalizadores para el control de sus emisiones; esto limita su capacidad de respuesta ante las exigencias ambientales actuales como son las normas Euro II, Euro III y Euro IV\* Sin embargo, como se mostrará a continuación, el número de vehículos rechazados se redujo considerablemente en la segunda revisión.

Al consolidar los datos finales de la segunda prueba de opacidad realizada a los mil (1.000) vehículos entre junio y julio de 2010, se puede observar que el 82% del parque automotor está cumpliendo con la resolución 910 de 2008 y que 18% no están cumpliendo (ver gráfico I).

De los mil (1.000) vehículos revisados, ochocientos veinte (820) pasaron la prueba de opacidad, es decir, un 32% más que en la primera revisión. Este resultado indica que tanto los propietarios de las volquetas de las empresas como los independientes hicieron ajustes mecánicos y corrigieron las anomalías encontradas en la primera revisión. Entre las reparaciones realizadas se pueden mencionar: la instalación de silenciadores y dispositivos de regulación de velocidad, los cambios

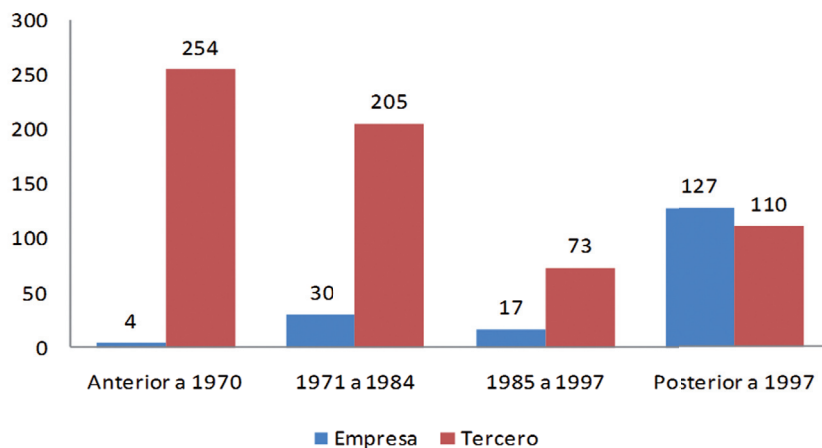
\* Este tipo de normas europeas sobre emisiones son un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva que son cada vez más restrictivas.

de exhosto, la calibración de los inyectores, la bomba de combustible y los motores (puesta a punto). También es posible que la disminución de los niveles de opacidad en las volquetas se deba a la introducción en la Ciudad de un combustible de mejor calidad, pues entre enero del año 2009 y julio de 2010 el contenido de azufre se redujo de 4.000 a 50 partes por millón.



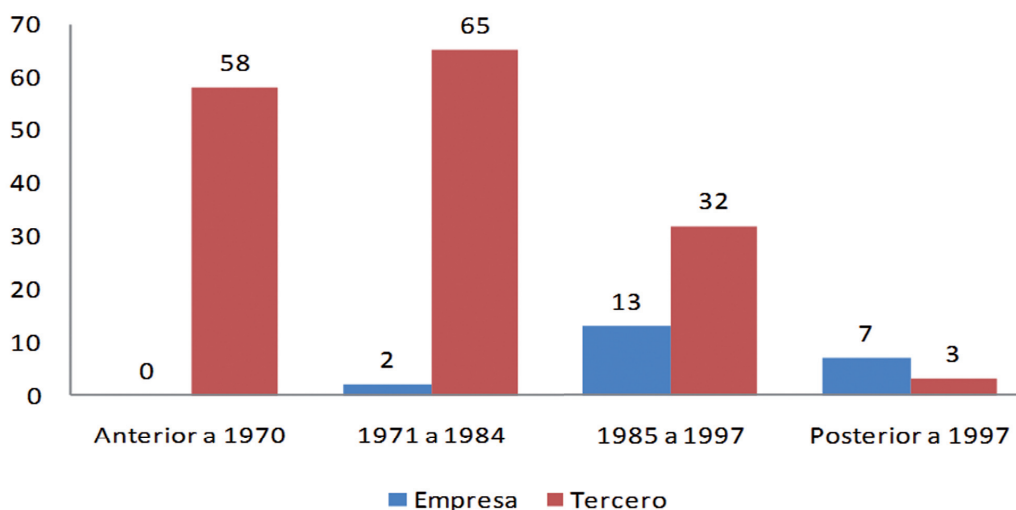
**Gráfico I. Porcentajes de volquetas aprobadas y rechazadas en la segunda revisión**

Por otro lado, de acuerdo con el gráfico 2, el mayor número de vehículos aprobados hace parte de modelos anteriores al año 1970 y aquellos modelos entre 1971-1984, en su mayoría, son vehículos de propietarios independientes o terceros.



**Gráfico 2. Número de vehículos por modelo de empresas e independientes aprobados por opacidad**

De acuerdo con el gráfico 3, el 69% de los vehículos rechazados por incumplimiento de la resolución 910 del 2008, tanto de las empresas como de los independientes, son modelos anteriores a 1984; esto significa que son modelos con mínimo veintiséis (26) años de antigüedad que ya cumplieron con su vida útil. Ahora, de este porcentaje, el 98% de las volquetas que no cumplen son de propiedad de los independientes o terceros, y el 2%, de las empresas. La situación anterior se repite para los modelos de volquetas entre 1985 y 1997, es decir, son vehículos que ya cumplieron con su vida útil y la mayoría de los rechazados por opacidad son de propiedad de los independientes.



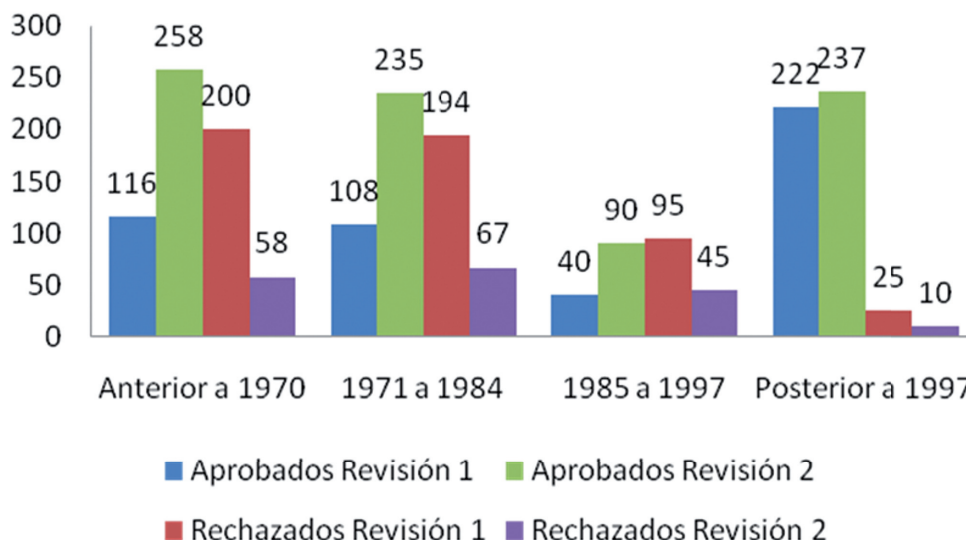
**Gráfico 3. Número de vehículos por modelo de empresas e independientes rechazados por opacidad**

Del análisis de los resultados de la primera y la segunda prueba de opacidad, se deduce que el porcentaje de vehículos, de modelos anteriores a 1970, no aprobados pasó de 20%, en la primera prueba, a 6% en la segunda prueba. Es decir, de doscientas (200) volquetas rechazadas se pasó a cincuenta y ocho (58). La disminución de vehículos rechazados es notable entre una prueba y otra.

Asimismo, el número de volquetas, en el rango de modelos de 1971 a 1984, rechazadas disminuyó considerablemente entre la primera y la segunda revisión. De ciento noventa y cuatro (194) no aprobadas se pasó a sesenta y siete (67). También, aunque en menor proporción, la cantidad de volquetas rechazadas de modelos posteriores a 1997 se redujo en la segunda prueba. (Ver gráfico 4).

A continuación se presenta la valoración de las condiciones técnico-mecánicas de las volquetas revisadas.





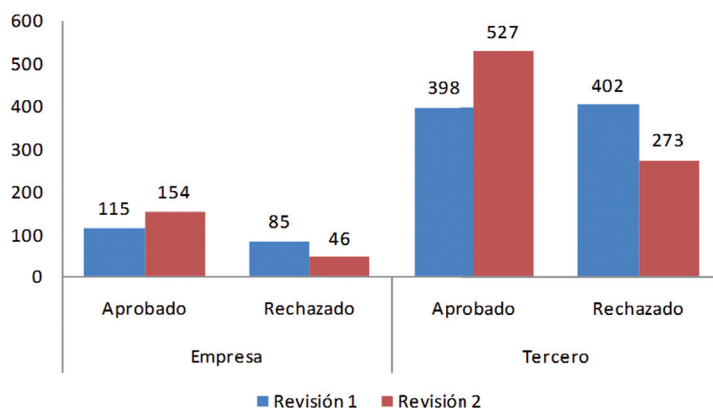
**Gráfico 4. Comparación de la primera y la segunda prueba de opacidad de vehículos de empresas e independientes según el modelo**

En la primera revisión técnico-mecánica, las fallas más frecuentes en las volquetas de empresas fueron las fugas de aceite o de agua en el motor\*, luces y pito de reversa en mal estado, así como el uso de cornetas en los vehículos que ocasionan contaminación sonora. Ahora, en las volquetas de los terceros se encontraron fallas técnicas y mecánicas debido a las fugas de aceite de motor y caja, las fallas en la transmisión y el mal estado de las llantas traseras.

En la segunda revisión se evidenció la corrección de las fallas tanto en las volquetas de los terceros o independientes como de las empresas. Así, en la primera revisión se rechazaron ochenta y cinco (85) vehículos de empresas y en la segunda revisión esta cifra se redujo a la mitad (46). En los terceros, de cuatrocientos dos (402) vehículos rechazados en la primera revisión visual se pasó a doscientos setenta y tres (273) en la segunda revisión. En el gráfico 5 se observa la comparación entre las empresas y los terceros.

Aunque en una proporción menor a la inicial, las fallas más frecuentes detectadas en la segunda revisión siguen siendo las fugas de aceite de motor, deterioro en las llantas traseras y delanteras y fugas de aceite en la transmisión o caja de velocidades de la volqueta por desgaste de los retenedores\*\*.

\*Las causas están relacionadas con daños en la tapa válvulas, en el cárter, en los retenedores del cigüeñal y/o en el árbol de levas. \*\*En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades (suele ser llamada sólo caja) es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para poder vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las resistencias aerodinámicas, de rodadura y de pendiente.



**Gráfico 5. Resultados de la prueba técnico-mecánica visual**

### Diagnóstico de Producción Más Limpia para las empresas del sector volquetas

La aproximación al diagnóstico de Producción Más Limpia en el sector de las volquetas se realizó con la información referente al proceso de la producción y disposición de residuos como aceites, llantas, baterías, trapos y estopas, y otros elementos generados durante el mantenimiento de las volquetas. En la tabla 2 se enlistan las actividades principales y los residuos generados durante los procedimientos mencionados.

**Tabla 2. Principales actividades y sus residuos durante el proceso de mantenimiento de las volquetas**

Actividades de mantenimiento	Residuos generados
Cambio de aceites y filtros	Aceite quemado, filtros usados, trapos y estopas
Lubricación	Lubricantes usados, trapos y estopas
Cambio de frenos	Pastas, bandas, trapos y estopas.
Sincronización	No hay generación de RESPEL
Suspensión y dirección	Trapos y estopas, grasa
Cambio de llantas	Llantas usadas, trapos y estopas

A continuación se describe la gestión ambiental del sector volquetas, relacionado con el manejo de residuos, vertimientos líquidos, emisión de contaminantes y consumos de combustible e insumos, en las empresas y los independientes o terceros.

El consumo de aceite de motor y caja para once (11) de las catorce (14) empresas del sector de las volquetas es aproximadamente tres mil ciento setenta y ocho

(3.178) galones por mes, en adelante gal/mes, equivalentes a diez mil setecientos seis (10.706) kilogramos por mes, en adelante kg/mes.

El consumo unitario por empresa depende, en primer lugar, de la frecuencia de cambios que generalmente se hacen de acuerdo con la cantidad de kilómetros recorridos y/o horas de trabajo de la máquina y, en segundo lugar, de la cantidad de aceite consumido por el vehículo que, a su vez, depende de la potencia del motor; ésta oscila entre dos (2) y doce (12) galones por vehículo por cambio. Este tipo de residuo debe ser almacenado, transportado, reciclado, reprocesado o eliminado, para evitar la contaminación del ambiente y la afectación a los seres vivos.

### **Filtros**

El consumo mensual de filtros de aceite y filtros de combustible para el sector es de aproximadamente 309 unidades. Este consumo depende de la cantidad de volquetas y los respectivos cambios de acuerdo con el número de kilómetros recorridos u horas de trabajo ejecutado. Por esta razón, algunas empresas reportan mayores consumos de filtros que otras.

Generalmente, cuando se hace el cambio de aceite, también se cambia el filtro. Estos son elementos utilizados en el motor de un vehículo para captar partículas metálicas generadas por el rozamiento de las piezas.

Los filtros, después de su uso, se colocan en un recipiente con rejillas, allí se escurren y luego se abren para extraerles el papel filtrante. Este deberá incinerarse tal y como se describe en la "Guía para el Manejo Integral de Residuos del Sector Transporte Terrestre"<sup>4</sup>, por una empresa de gestión ambiental avalada por la autoridad ambiental. Por último, se comprime la parte metálica. Los filtros se pueden fundir en hornos a altas temperaturas para elaborar nuevos materiales.

### **Baterías**

De acuerdo con los datos recopilados en el trabajo de campo, la vida útil de una batería es de aproximadamente 18 meses y corresponde, por lo tanto, a la frecuencia de cambio de las mismas. Para las once (11) empresas que reportaron la información se estima un consumo aproximado de 34 unidades/mes.

Las baterías son elementos que permiten almacenar energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos para luego devolverla al sistema. Las principales materias primas usadas para la fabricación de baterías plomoácido son: plomo, polipropileno y ácido sulfúrico. La gestión mediante el reciclaje de las baterías usadas se debe realizar por empresas legalmente constituidas y con los permisos ambientales correspondientes.

Una buena práctica para la disposición de las baterías es almacenarla para luego realizar la devolución post consumo con los diferentes proveedores y generar un incentivo económico en la compra de la batería nueva.

La generación de baterías usadas es proporcional a las entradas que las empresas reportaron; existe una devolución post consumo y las empresas las almacenan para recibir a cambio un incentivo económico en la batería nueva.

### **Trapos y estopas**

El consumo mensual aproximado de trapos y estopas de diez (10) empresas que reportaron la información es de 178 Kg/mes. La empresa de mayores consumos de trapos y estopas alcanza 40Kg/mes, mientras que la de menor consumo reporta 1 Kg/mes.

Los trapos y estopas son elementos utilizados para la limpieza de las manos y piezas metálicas de la volqueta que se encuentran impregnadas de aceites, grasas y/o lubricantes.

La disposición final adecuada para este tipo de residuos es la incineración que realizan las empresas avaladas por la autoridad ambiental. Por esta razón, se deben almacenar en recipientes o contenedores que, a su vez, se encuentren en sitios techados, y para el caso de las estopas generadas en los recorridos de los conductores independientes, se recomienda guardarlas en una bolsa para luego disponerlas en los talleres, a los cuales acuden para sus mantenimientos, verificando que éstos cuenten con una buena gestión del residuo peligroso.

### **Llantas**

Por su volumen, las llantas usadas son un residuo especial pero cuando no se les dispone adecuadamente se genera un residuo peligroso por los daños a la salud que pueden generar si, por ejemplo, se convierten en lugares de incubación de insectos transmisores de diferentes enfermedades como el dengue hemorrágico.

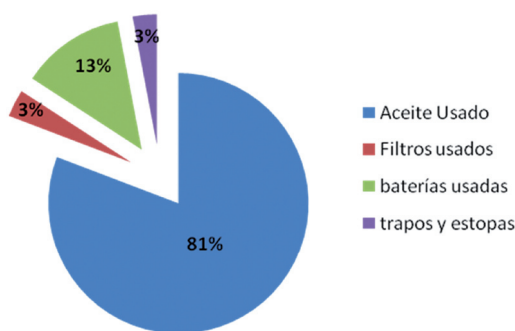
De otro lado, el consumo de llantas nuevas asciende a aproximadamente noventa y dos (92) unidades mensuales para las once (11) empresas que reportaron la información. La máxima cantidad de llantas generada por empresa alcanzó diez y ocho (18) unidades por mes.

Es importante aclarar que el consumo de llantas por mes varía permanentemente y, por lo tanto, es difícil estimar valores promedio del indicador; además, las empresas no elaboran los registros de entradas y salidas de las llantas y mucho menos realizan seguimientos para controlar sus consumos.

Con respecto a la disposición final de este material, se encontró que las llantas usadas se almacenan y luego se entregan a terceros que, por lo general, las aprovechan en el reencauche\*, como material de soporte y amortiguamiento en canchas sintéticas, como agregado de mezclas asfálticas para proporcionar mayor adherencia y flexibilidad y favorecer el rodamiento y la mitigación del ruido<sup>6</sup>.

\* Este proceso permite renovar la llanta mediante el cambio de la banda rodadora.

En el gráfico 6 se presenta la clasificación de los residuos peligrosos para las empresas del sector volquetas; en esta puede apreciarse que predomina la generación de residuos tales como el aceite usado, cuyo porcentaje de participación alcanza el 81%.



**Gráfico 6. Porcentaje de generación de residuos peligrosos en las empresas del sector de las volquetas**

Si bien en términos de unidades generadas de baterías, los valores no son muy altos, su peso aproximado de 35kg ocasiona que su cuantificación con respecto al total de los residuos presente un porcentaje considerable de generación (13%), mientras que residuos tales como los filtros usados y los trapos y estopas contaminadas son los más bajos en términos másicos.

Es importante resaltar que para la cuantificación total de los residuos peligrosos y especiales se excluyeron las cantidades producidas de pastas de frenos, y residuos de pintura, porque las empresas no llevan a cabo un seguimiento de su producción mensual ni los cuantifican.

Con relación al manejo de estos residuos peligrosos se encontró que el 87% de las empresas diagnosticadas realizan adecuadas prácticas de separación, manejo y disposición de los residuos en sus centros de almacenamiento temporal. El 13% restante corresponde a entidades que no cuentan dentro de sus instalaciones con centros de almacenamiento temporal de residuos peligrosos y especiales.

Las principales dificultades se presentan por el inadecuado almacenamiento de los residuos peligrosos, la deficiente atención de derrames y el manejo de los residuos especiales (llantas) que por lo general se encuentran a la intemperie y generan afectaciones a la salud pública por focos de infección; por lo tanto, estas empresas deberán realizar un Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y Especiales y definir las condiciones de manejo, disposición y/o tratamiento de ellos.

El manejo de su disposición final se hace a través de entidades avaladas por la autoridad ambiental. Dichas entidades, dentro del servicio que prestan, suministran por cada recolección una factura o recibo con los kilogramos recibidos de las empresas.

Ahora, como los independientes o terceros no cuentan con talleres propios para realizar el mantenimiento correctivo y/o preventivo a su vehículo, el control de los residuos peligrosos y especiales es responsabilidad de los propietarios de los talleres que les prestan este servicio. Por esta razón, se les recomendó elegir centros automotrices que cuenten con sitios de almacenamiento temporal para los residuos peligrosos y certifiquen la entrega de ellos a las empresas avaladas por la autoridad ambiental para tal fin.

La generación de residuos peligrosos y especiales por los independientes o terceros se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Generación de residuos peligrosos por vehículo perteneciente a terceros**

	Aceite motor Usado (kg/mes)	Filtros Aceite Usado (kg)	Baterías generadas (kg/mes)	Trapos y estopas contaminada (kg/mes)
<b>Cantidad</b>	15,24	1,50	2,15	1,28

La generación de llantas para vehículos de este tipo se estimó en aproximadamente 26,3Kg/mes. Este dato se calculó teniendo en cuenta que la duración de una llanta, en promedio, es de 51 días en volquetas que realizan trabajo pesado en carreteras destapadas o terrenos hostiles. Este dato se halló con la información recopilada en el trabajo de campo.

### Identificación y cuantificación de los impactos ambientales en el sector volquetas

La metodología que se utilizó para realizar la evaluación de impactos ambientales fue el método de EPM o Arboleda, el cual fue desarrollado por la Unidad de Planeación de Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1985 y ha sido aprobada por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el BID<sup>5</sup>.

En la tabla 4 se presenta la cuantificación de los impactos ambientales identificados para el transporte de carga.

El impacto ambiental ocasionado al agua se consideró como medio, debido a que solamente el 86% de las empresas diagnosticadas cuentan con guajes para el lavado de sus vehículos, y el agua que utilizan por lo general es tomada de una laguna o reservorio, en la que se da el proceso de sedimentación y bombeo de las aguas clarificadas para el lavado de las volquetas.

Con relación a la contaminación del suelo, el impacto se consideró de tipo medio, debido a que se adelantan algunos programas de gestión de residuos peligrosos, pese a que en el sector se están presentando grandes oportunidades de mejora-

miento en ese sentido. Asimismo, las principales fallas se detectaron en la etapa de almacenamiento temporal de los mismos en las empresas diagnosticadas.

**Tabla 4. Cuantificación de impactos ambientales identificados en el sector volquetas**

Evaluación de Impacto ambiental											
Impacto Ambiental	Clase	Presencia	Duración		Evolución		Magnitud		Clasificación Ambiental	Importancia Ambiental	
Contaminación del aire	-	Cierta	I	larga	0,8	Muy rápida	0,9	Muy alta	0,9	-8,07	Muy alta
Contaminación del agua	-	Cierta	I	larga	0,8	Muy rápida	0,9	Muy alta	0,9	-5,55	Muy alta
Contaminación del suelo	-	Cierta	I	larga	0,8	Muy rápida	0,9	Muy alta	0,9	-8,07	Muy alta
Afectación de la salud	-	Cierta	I	larga	0,8	Rápida	0,7	Muy alta	0,9	-6,81	Alta

En el caso propio de las afectaciones a la salud se puede decir que el impacto ambiental es alto, por estar expuestos constantemente al material particulado y a los gases tóxicos existentes actualmente en la mayoría de los entornos urbanos y rurales. Diferentes estudios han evidenciado un incremento del riesgo de morir por exposición a material particulado respirable y se ha encontrado que las altas concentraciones de este contaminante están asociadas con la mortalidad diaria y admisiones hospitalarias, en especial de la población infantil y adultos mayores, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón.

## DISCUSIÓN

Aunque el número de volquetas rechazadas en la segunda revisión disminuyó considerablemente con respecto a la primera, lo que indica una intervención mecánica a éstas para corregir los problemas de combustión ya señalados, es importante insistir en la necesidad de implementar el mantenimiento de tipo preventivo durante la vida útil de los vehículos, especialmente en aquellos de propiedad de los terceros o independientes que reportan un número mayor de rechazos en la prueba de opacidad y en la prueba técnico-visual como consecuencia de la práctica de mantenimientos correctivos realizados, en la mayoría de los casos, en talleres no convencionales ('El Naranjal' y/o "Barrio Triste") que, aunque son más baratos, no ofrecen soluciones integrales para corregir los problemas mecánicos y, a su vez, disminuir las emisiones generadas por el sector de las volquetas.

Además, las medidas de tipo correctivo no permitan alcanzar los ahorros asociados a la disminución en el consumo de combustible cuando se implementa un programa de mantenimiento preventivo estricto en las flotas de vehículos que les garantice aumentos significativos en el rendimiento por kilómetro por galón.

La antigüedad de las volquetas es otro factor que influye en el número de rechazos de la prueba de opacidad. Cerca del 62%, seiscientos diez y ocho (618) de las mil (1.000) volquetas revisadas son modelos anteriores a 1984, es decir, tienen veinticuatro (24) años o más de antigüedad. Este tipo de volquetas ya cumplieron su vida útil, y tienen tecnologías obsoletas que limitan su capacidad de respuesta ante las exigencias ambientales actuales. Por lo tanto, la renovación vehicular es una alternativa para incidir directamente en la disminución de los niveles de emisiones de las volquetas. Se debe considerar, además, que los independientes son los propietarios con el mayor número de volquetas antiguas anteriores a 1984; a ellos pertenecen quinientas ochenta y dos (582) volquetas, por esta razón, las intervenciones y/o programas se deben dirigir especialmente a este sector.

Por otro lado, el énfasis de las Acciones de Producción Más Limpia deberá encaminarse a mejorar la disposición de los residuos peligrosos y especiales en algunas empresas para evitar la contaminación dentro y fuera de éstas. Ahora, es importante resaltar la necesidad de elaborar los registros de consumos y salidas de los residuos generados durante el proceso de mantenimiento de los vehículos, así como también los costos y/o ingresos de su disposición, ojalá mensualmente, pues de ello depende la cuantificación de indicadores que permitan determinar el desempeño ambiental de las empresas. Los independientes deberán seleccionar centros automotrices que realicen una adecuada disposición final de estos residuos.

En general, el seguimiento de las condiciones ambientales y mecánicas de mil (1000) volquetas de propiedad de empresas e independientes, a partir de un diagnóstico preliminar y posterior verificación de los ajustes recomendados en él, ha dejado algunas lecciones aprendidas para avanzar hacia la firma del Programa de Autorregulación Voluntaria con énfasis en acciones de producción más limpia que es, finalmente, la meta o el punto de llegada de todo este proceso. En primer lugar, hoy el sector es consciente de la importancia de conocer a cabalidad las condiciones técnicas y mecánicas de su flota vehicular, así como también, de identificar las fortalezas y debilidades de la forma como habitualmente realizan, tanto los terceros como las empresas, los procedimientos relacionados particularmente con el mantenimiento de la flota y el manejo de los residuos que en él se generan. Así, en la actualidad, ellos saben cuáles son los beneficios para el medio ambiente y para la salud de las personas de mantener las volquetas en condiciones óptimas y con apego a la normativa ambiental. En este proceso fue fundamental la aplicación de la estrategia *diagnóstico mecánico y ambiental-seguimiento y mejoramiento de la línea base – capacitación de los conductores y del personal administrativo del sector*. Este conjunto de acciones integradas e integrales puede lograr, en un futuro no muy lejano, todo dependerá del nivel de compromiso de las partes involucradas, una disminución notable de los niveles de contaminación en la ciudad.

En segundo lugar, el autoconocimiento que logre cada propietario independiente y/o empresa de su(s) volqueta(s) determinará los cronogramas de cumplimiento



concertados para poner a punto la(s) volqueta(s) que así lo requiera(n) y organizar un excelente plan de mantenimiento, que como mínimo, deberá ser preventivo, o la renovación y/o repotenciación de la(s) volqueta(s) con el fin de garantizar un mejor desempeño ambiental y garantizar la sostenibilidad de la empresa o del tercero en el Programa de Autorregulación Voluntaria. Los esfuerzos que cada uno de ellos haga en este sentido deberá compensarse con incentivos tales como quedar exentos del cumplimiento de una medida como el pico y placa ambiental o el beneficio de otro tipo de incentivos que podrían proponerse.

Un tercer y último aprendizaje de este proceso es la necesidad y real capacidad institucional que deberá demostrar la autoridad ambiental para operar un Programa de Autorregulación Voluntaria, en especial, para mantener vigente el compromiso de las empresas y los independientes, y para monitorear y evaluar los niveles de cumplimiento de los pactos firmados entre las partes. En este sentido, es necesario el contacto permanente de las empresas del sector con las autoridades ambientales, que son las que toman las decisiones de orden reglamentario en lo referente a las políticas ambientales, para lograr un mayor posicionamiento y credibilidad de los procesos que se adelanten en el tema.

## CONCLUSIONES

La contaminación ocasionada por el parque automotor, específicamente las volquetas en la ciudad de Medellín y en general para el Valle de Aburrá, es un hecho. Por esta razón, las actividades encaminadas a determinar la magnitud y las posibles causas de tal problemática cobran niveles de importancia cada vez mayores. Pero es aún más relevante emprender las acciones que permitan corregirlas. En ese sentido, este proyecto buscó levantar una línea base de las condiciones ambientales y mecánicas del sector volquetas y al mismo tiempo realizó un seguimiento para corregir los problemas que mayor incidencia tienen sobre la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Este proceso fue transversalizado por las capacitaciones a conductores y propietarios de las volquetas y complementado con la propuesta de un programa de autorregulación voluntaria que permita en el mediano y largo plazo la sostenibilidad de las Acciones de Producción Más Limpia propuestas.

### A continuación se presentarán las principales conclusiones:

La falta de planes de mantenimiento preventivo en las empresas evaluadas y en los vehículos pertenecientes a los independientes tiene influencia en los resultados de opacidad y revisión visual técnico-mecánica. Parte del mantenimiento de los vehículos es realizado por terceros, por lo que las empresas no tienen control estricto sobre estos mantenimientos; por esto, se debe crear conciencia tanto en las empresas como en los terceros de los beneficios ambientales, técnicos y económicos que trae la implementación de planes de mantenimiento preventivo y predictivo.

De otro lado, se tiene que el 78.6% de las empresas diagnosticadas cuenta con un área de gestión ambiental y, por lo tanto, sus procedimientos ambientales para la

reducción de los impactos presentaron una mayor eficiencia. No obstante, estas áreas ambientales nacieron como una necesidad por incrementar la eficiencia de sus procesos productivos y no de los procesos involucrados específicamente con el transporte de carga a través de las volquetas; por lo tanto, a la hora de registrar y consolidar los consumos de insumos y de generación de residuos se hace de una manera global, y difícilmente puede desagregarse la información para el proceso de volquetas, ya que dentro de los procesos productivos influye gran cantidad de variables que se encuentran por fuera del alcance del presente estudio.

El 21,4% restante corresponde a aquellas entidades en donde el manejo ambiental es realizado a través de los departamentos de Calidad, Mantenimiento y Salud Ocupacional. De manera general, se encontraron ciertos avances en la ejecución de actividades encaminadas a disminuir la contaminación; sin embargo, no se encuentran lo suficientemente consolidados, dado el desconocimiento de los requerimientos legales y técnicos, y por lo tanto, presentan grandes dificultades relacionadas con la gestión de los residuos peligrosos; principalmente en la etapa de almacenamiento temporal de los mismos.

Con relación a los impactos ambientales ocasionados por el sector, y calculados con la metodología de Arboleda (2001) se obtuvo, una calificación muy alta para la afectación de la calidad del aire y el suelo; alta para las afectaciones sobre la salud y media para la contaminación del agua.

Para dar cumplimiento a los lineamientos definidos en el Programa de Autorregulación Ambiental con énfasis en acciones de producción más limpia, las entidades deberán comprometerse a tener un mayor control sobre los registros de consumos de combustibles<sup>7</sup> y demás insumos empleados en el mantenimiento de los vehículos. En el momento, la información que se tiene al respecto para algunas entidades y terceros es insuficiente, lo que dificulta la estimación de la línea base para la definición de metas de reducción de combustible por kilómetro recorrido, entre otros indicadores.

## REFERENCIAS

1. CONTRALORIA GENERAL DE MEDELLÍN. Estado de los recursos naturales y del medio ambiente del municipio de Medellín. Medellín: La Contraloría. 2007. 400 p.
2. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 910 de 2008, Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones. Bogotá: El ministerio, 2008. 33p.
3. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes en vehículos automotores. Bogotá: ICONTEC, 2006. 28 p. (NTC 5375).

4. **ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ Y UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.** Guía para el Manejo Integral de Residuos: Sector Transporte Terrestre. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 2008.
5. **ARBOLEDA, Jorge Alonso.** Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales. En: Revista AINSA. julio-diciembre. 1989. Vol. 9, no. 2 p. 5-13.
6. **ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ.** Guía para el manejo de llantas usadas. Bogotá: La Alcaldía, 2006. 50 p.
7. **AMELL, Andrés; et al.** Manejo de combustibles. Proyecto uso eficiente y racional de energía en el marco del programa de producción más limpia del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburra - Editorial Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2007. p.7-59.