

Borradores del CIE

N°17

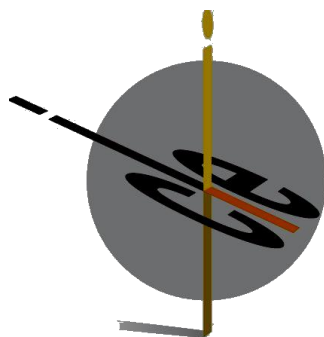
Septiembre de 2006

Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos?

Elaborado por:

David Tobón Orozco
Andrés Felipe Sánchez Gandur
Maria Victoria Cárdenas Londoño

Este borrador hace parte del proyecto de investigación “Caracterización económica y análisis de los determinantes de la demanda de los combustibles líquidos en el sector de distribuidores minoristas de Antioquia”, realizado por el Grupo de Microeconomía Aplicada, del CIE, y financiado por Fendipetroleo Antioquia-Chocó. Los análisis aquí realizados son responsabilidad de los autores y no comprometen a Fendipetroleo.



Centro de Investigaciones Económicas
Universidad de Antioquia

Medellín - Colombia

La serie Borradores del CIE está conformada por documentos de carácter provisional en los que se presentan avances de proyectos y actividades de investigación, con miras a su publicación posterior en revistas o libros nacionales o internacionales. El contenido de los Borradores es responsabilidad de los autores y no compromete a la institución.

Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos?¹

Elaborado por:

David Tobón Orozco*
Andrés Felipe Sánchez Gandur♦
Maria Victoria Cárdenas Londoño♥

Resumen:

El gran aumento de los niveles de contaminación del aire constituye en la actualidad uno de los problemas más importantes que afronta la sociedad en general, dado su impacto negativo sobre el medio ambiente y la calidad de vida. A nivel internacional se están implementando variadas medidas de política ambiental —instrumentos económicos— en el sector transporte con el fin de reducir las emisiones contaminantes —externalidades—, ya que este es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica. Por tanto, es importante analizar los instrumentos y las experiencias de regulación ambiental del sector de transporte con el fin de compararlos con las medidas que se están considerando en Colombia, y ayudar a mitigar este problema creciente en nuestras ciudades.

Palabras clave: sector transporte, regulación ambiental, impuestos a los combustibles, restricciones al flujo de vehículos, biocombustibles y energías alternativas.

Clasificación JEL: K32, L51, L92, Q25, Q42.

¹ Este borrador hace parte del proyecto de investigación “Caracterización económica y análisis de los determinantes de la demanda de los combustibles líquidos en el sector de distribuidores minoristas de Antioquia”, realizado por el Grupo de Microeconomía Aplicada, del CIE, y financiado por Fendipetroleo Antioquia-Chocó. Los análisis aquí realizados son responsabilidad de los autores y no comprometen a Fendipetroleo.

* Profesor del Departamento de Economía y Coordinador del Grupo de Microeconomía Aplicada – CIE, Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: davidtobon@udea.edu.co

♦ Asistente de investigación del Grupo de Microeconomía Aplicada – CIE, Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: afsanchez@udea.edu.co

♥ Asistente de investigación del Grupo de Microeconomía Aplicada – CIE, Universidad de Antioquia. Dirección electrónica: mavicalo@gmail.com

Introducción

Las restricciones ambientales sobre el mercado de vehículos están impactando de manera significativa su dinámica. La materia prima para los combustibles es cada vez más escasa, su oferta está sujeta a una alta especulación debido a la incertidumbre sobre las reservas de petróleo y a los ordenamientos geopolíticos internacionales, lo cual se refleja en tendencias de precios cada vez más altas y volátiles. Adicionalmente, ante los graves problemas de contaminación y congestión vehicular, los gobiernos han encontrado que una manera de controlar ambos es mediante la adición en el precio al consumidor de impuestos específicos —llamados impuestos pigouvianos—, el control y las restricciones al flujo vehicular mediante la prohibición del tránsito en algunas horas o en determinados sitios —por ejemplo las zonas céntricas, o el control al ingreso o tránsito mediante el pago de peajes específicos para avenidas circunvalares o el ingreso a zonas céntricas y de parquímetros—. Además, los gobiernos con restricciones fiscales, en búsqueda de nuevas fuentes impositivas, han considerado a los impuestos a los combustibles como una manera fácil y lucrativa de obtener ingresos.²

Estas restricciones sobre los precios, mediante impuestos, y sobre las cantidades, restringiendo el flujo y el acceso, se complementan con normas técnicas sobre emisiones vehiculares y con el impulso a nuevas tecnologías, por ejemplo la implementación de motores híbridos y el uso de fuentes energéticas de origen no fósil.

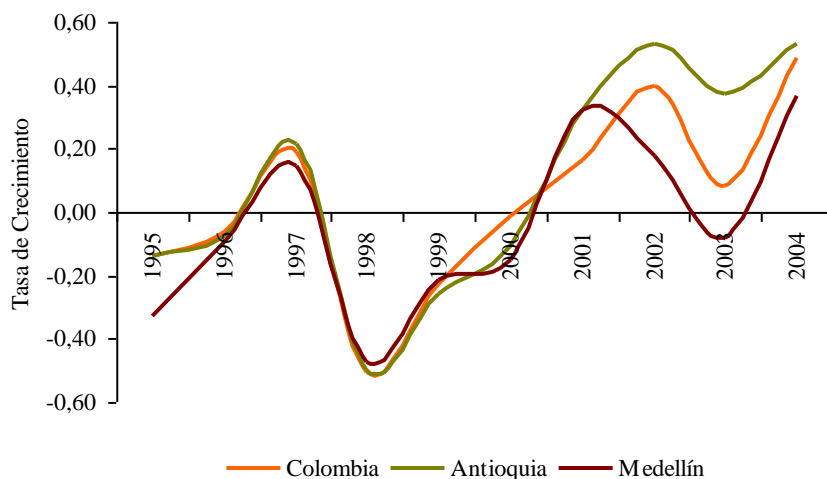
En este documento se analizan la problemática ambiental y los instrumentos sugeridos por la teoría económica y algunos casos en América Latina, los cuales sirven para comparar la magnitud del problema en Colombia y las medidas que se están aplicando o considerando para mejorar la calidad del aire.

1. Magnitud del problema

Desde las dos últimas décadas, el parque automotor colombiano se ha incrementado de forma acelerada en las ciudades (gráficos 1 y 2), contribuyendo al aumento de la contaminación atmosférica como resultado de los gases que son emitidos a través de los tubos de escape; entre los cuales se destacan: el monóxido de carbono—CO—, óxidos de nitrógeno —NO_x— e hidrocarburos no quemados —HC—. Sin embargo, la mayoría de los automóviles no emiten las mismas cantidades de gases contaminantes, ya que su grado de contaminación obedece a varias razones, algunas de ellas son: la clase de motor que usan, el tipo y la calidad del combustible empleado y las características geográficas de ubicación; por ejemplo, en el caso de los automóviles de combustión a gasolina se emite gases monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, mientras que en el caso de los automóviles que utilizan motores diesel los gases emitidos en especial son hidrocarburos no quemados, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado tóxico (IDEAM, 2005).

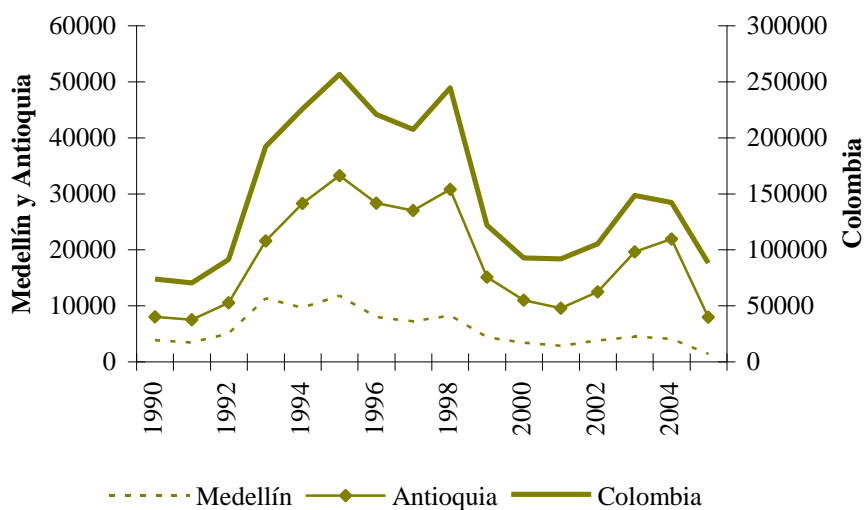
² En Colombia se justifican algunos impuestos para la financiación de la infraestructura vial y la inversión en medios de transporte masivo.

Gráfico 1. Tasa de crecimiento del parque automotor nacional vs. Antioquia-Medellín, 1995-2005



Fuente: Ministerio de Transporte, Cálculos CIE. 2006

Gráfico 2. Parque automotor nacional vs. Antioquia-Medellín, 1990-2006



Fuente: Ministerio de Transporte, Cálculos CIE. 2006

A continuación se muestran los principales contaminantes emitidos por los vehículos según tipo de combustible:

1.1. Contaminantes producidos por el uso de la gasolina

Dentro de los contaminantes atmosféricos producidos por el uso de la gasolina, los más destacados son:

- **Monóxido de Carbono (CO):** compuesto tóxico que en contacto con el aire libre se une rápidamente con el oxígeno para formar dióxido de carbono (CO₂), este resultado no es tóxico pero tiene un inconveniente, dado que es uno de los causantes de la aparición del efecto

invernadero. El CO es un gas inodoro e incoloro. Cuando se le inhala, sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. En bajas concentraciones produce mareos, jaqueca y fatiga, mientras que en concentraciones mayores puede ser fatal.

- **Hidrocarburos no quemados (HC):** las emisiones de hidrocarburos resultan cuando no se queman las moléculas del combustible en el motor o sólo se queman parcialmente. Los hidrocarburos reaccionan en presencia de los óxidos de nitrógeno y la luz solar para formar ozono a nivel del suelo, que es uno de los componentes principales del smog. También ciertos hidrocarburos del tubo de escape son tóxicos, y tienen el potencial de causar cáncer.
- **Óxido de Nitrógeno (NO_x):** se forman a partir del nitrógeno contenido en el aire procedente de la combustión; estos pueden llegar a provocar irritaciones de los órganos respiratorios. Es uno de los principales causantes del smog y la lluvia ácida. El primero se produce por la reacción de los óxidos de nitrógeno con compuestos orgánicos volátiles. En altas concentraciones, el smog puede producir dificultades respiratorias en las personas asmáticas, accesos de tos en los niños y trastornos en general del sistema respiratorio, mientras que la lluvia ácida afecta la vegetación y altera la composición química del agua de los lagos y ríos.

1.2. Contaminantes producidos por el uso del Diesel

Algunos de los contaminantes tóxicos producidos por el uso de Diesel son:

- **Dióxido de azufre (SO₂):** Se produce por la combustión de carbón, especialmente en usinas térmicas. Al igual que los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre es uno de los principales causantes del smog y la lluvia ácida. Está estrechamente relacionado con el ácido sulfúrico, que puede causar daños en la vegetación y ocasionar problemas respiratorios.
- **Material Particulado (PM):** En esta categoría se incluye todo tipo de materia sólida en suspensión en forma de humo, polvo y vapores. Además, de reducir la visibilidad y la cubierta del suelo, la inhalación de estas partículas microscópicas, que se alojan en el tejido pulmonar, es causante de diversas enfermedades respiratorias.

En la actualidad se busca el desarrollo de tecnologías innovadoras³ para controlar dichas emisiones. Es decir, crear combustibles más limpios que puedan consolidarse en el futuro y desplazar al petróleo. Adicionalmente, las emisiones que producen los vehículos impulsados por las nuevas tecnologías como: electricidad, gas natural o alcohol pueden tener hasta el 90% menos hidrocarburos tóxicos. Entre las alternativas más utilizadas como fuente de energía para el funcionamiento de los vehículos se destacan las presentadas en el siguiente cuadro:

³ Además, se buscan nuevos combustibles porque las grandes transnacionales que los producen y la Agencia Internacional Energética — AIE— pronosticaron una escasez de petróleo en 20 años.

Cuadro 1. Alternativas de energía para los vehículos, 2006

Tipo	Definición	Comentarios
Etanol	Alcohol destilado de la caña de azúcar	Genera menos emisiones de hidrocarburos y sustancias tóxicas que la gasolina, pero se pierde entre el 30% y 40% de su contenido potencial de energía en el proceso de combustión.
Metanol	Alcohol de madera	Emite bajos niveles de emisiones contaminantes y de compuestos que forman ozono. Se puede producir a precios comparables a la gasolina y también se puede producir del carbón.
Propano	Gas licuado de petróleo: subproducto de la refinación del petróleo y la producción de gas natural	Es un combustible excelente, especialmente para vehículos de flota, pero su abastecimiento es limitado.
Biodiesel	Combustible proveniente de aceites vegetales	Generador de menores cantidades de contaminantes; su energía específica es 5% menor que la de la gasolina, pero su gran lubricidad compensa esta diferencia. Emiten menos monóxido de carbono pero más óxido de nitrógeno.
Hidrogeno	Energía a partir de la utilización de celdas de combustibles que tan con un dispositivo que al suministrársele hidrogeno y oxigeno del aire producen una reacción química que libera electricidad, calor y agua.	A diferencia de las baterías, una celda de combustible no se agota ni requiere recarga. Su principal ventaja es que no emiten ningún contaminante. El problema que presenta el uso de esta tecnología es la falta de infraestructura en cuanto a fábricas que produzcan hidrógeno y de estaciones de servicio que lo surtan.

Fuente: Revista “Muy Interesante”, 2006

Además, a nivel internacional se esta implementando medidas de política ambiental; dichas medidas — instrumentos económicos— se han utilizado en el sector transporte⁴ con el fin de reducir las emisiones

⁴ En el caso del transporte, las externalidades son en su mayoría negativas. De las cuales se destacan la congestión, las emisiones, la contaminación atmosférica, visual y auditiva que afectan todas negativamente a la salud de las personas.

contaminantes —externalidades—, ya que es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica. Por lo tanto, se considera decisivo conocer las experiencias internacionales en materia ambiental con el fin de permitir y controlar la movilidad en nuestras ciudades. En este sentido, se analizarán las principales alternativas tecnológicas de combustibles y los posibles instrumentos económicos que sirven como complemento de estrategias de regulación en materia ambiental.

2. Instrumentos económicos

Los instrumentos económicos son enfoques que se caracterizan por el uso de las fuerzas de mercado, los cuales utilizan incentivos o desincentivos económicos para lograr un objetivo de política. Existen dos clases de instrumentos económicos: a) los instrumentos de precios, que afectan de forma inmediata en los precios de los bienes y b) los instrumentos de cantidad, los cuales restringe la cantidad del bien utilizado, generador de contaminación.⁵

Para el caso de políticas en el sector transporte⁶, según Manfred Breithaupt (2002) los instrumentos económicos existentes son los siguientes: a) *Los impuestos y cobros*: son utilizados para disminuir la demanda de transporte, desmotivar el uso de algunos modos de transporte y tecnologías. Los cobros están usualmente vinculados de forma directa con el abastecimiento público de servicios, ya que las decisiones de los individuos se basan en los costos que puedan incurrir en los diferentes escenarios —el cobro por uso de las calles, tarifas de estacionamientos—, los cuales pueden ser exigidos por las administraciones locales de cada ciudad. Por su parte, los impuestos no tienen este vínculo directo con ningún servicio particular, y pueden también ser vistos como fuentes de ingresos e impuestos; b) *Los subsidios*: están diseñados a reducir el costo de algunos modos de transporte. En otras palabras, son incentivos financieros que fomentan el paso hacia otros modos de transporte más propicios, tales como el transporte masivo; y c) *La subasta y esquemas de licitación*: son usados con el fin de asignar derechos por el uso de determinados espacios, colocando una tarifa que restrinja el acceso de vehículos a estas zonas.

En cuanto al beneficio de utilizar los instrumentos económicos en el sector transporte son varios los aspectos que hay que destacar: la generación de ingresos, la compatibilidad con la economía de mercado, el reforzar el principio del que contamina paga, políticas de transporte basadas en los incentivos y en una mayor flexibilidad. No obstante, los instrumentos tienen limitaciones en ciertas ocasiones, algunas de ellas son: antipatía pública al principio, ingresos impredecibles e inestables, incertidumbre acerca del nivel correcto de precios y de los intervalos de reacción. De esta manera, los instrumentos económicos pueden utilizarse como medidas de control y la regulación de la contaminación atmosférica causada por el transporte. Además de aumentar la eficiencia de los vehículos e incentivar la innovación tecnológica (Breithaupt, 2002).

En el cuadro 2 se presenta los tipos de incentivos o desincentivos existentes a nivel general en materia ambiental, además de las medidas económicas propias de cada uno de los instrumentos de mercado.

⁵ También existen las normas técnicas y el impulso a determinado tipo de tecnología o insumo —combustible— que se considere menos contaminante.

⁶ Existen tres aspectos que influyen en el consumo de combustible para el transporte terrestre: la red de carreteras, los tipos de vehículos y la regulación del transporte.

Cuadro 2. Incentivos e instrumentos económicos en la gestión ambiental

Tipo de incentivo o desincentivo	Instrumentos económicos	Medidas económicas seleccionadas
Desmotivar la propiedad de vehículos motorizados	Impuesto a la compra, o propiedad de vehículos	-Impuesto anual al vehículo -Impuesto por registro -Impuesto por reventa
	Restricción del número de vehículos y de nuevos registros	-Esquemas de subastas y pujas competitivas por las nuevas licencias -Registro de propiedad del vehículo
Desmotivar el uso de vehículos motorizados	Impuesto al uso del vehículo	-Impuesto al combustible -Recargo al pagar en la estación
	Impuesto al uso vial	-Tarifas de estacionamientos -Peajes en la ciudad -Tarificación vial
Fomentar el cambio hacia el transporte público o no motorizado	Restricción del acceso a los centros o áreas especiales	-Peajes en los puentes -Peajes de cordón -Tarificación por congestión
	Subsidios para el transporte público	-Tarifas de transporte público subsidiadas -Subsidios para redes y operaciones de transporte público -Gastos deducibles de impuestos en transporte público
Alentar el uso de tecnologías de bajas emisiones e innovación	Impuesto a la compra, propiedad de vehículos	-Diferenciación de impuestos de acuerdo a las emisiones
	Impuesto al uso del vehículo	-Impuestos al carbón y a la energía -Recargos basados en las emisiones
	Impuesto al uso vial	-Subsidios y rebajas en los impuestos a vehículos y tecnologías de bajas emisiones

Fuente: Breithaupt, Manfred, 2002

Como consecuencia de lo anterior, se plantea que los instrumentos de políticas de transporte —como tributación de vehículos, de combustibles, tarificación vial, por congestión y tarifas de estacionamientos—, influyen en la demanda de transporte, por medio de la propiedad y el uso de vehículos, el uso y el acceso a la infraestructura, el uso del espacio y demanda por combustibles. Con el fin de controlar los impactos económicos, ambientales y sociales generados por dicha demanda.

Empíricamente, a nivel de ciudades —en especial en países desarrollados— se están implementando políticas de transporte fundamentadas en este tipo de incentivos para contrarrestar los problemas ambientales y de congestión en las zonas urbanas. Los instrumentos más significativos, según Breithaupt (2002), son:

a) **Recargos en las medidas nacionales.** Los cuales tienen como fin controlar la demanda de transporte, pero requieren de una autonomía política local. Entre los recargos más utilizados están: el impuesto de vehículos, impuestos a los combustibles y tarificación adicional de caminos locales. En el caso de Bogotá—Colombia—, se cobra un recargo de 25% por la venta de gasolina corriente —sobretasa—. De los cuales el 50% de los ingresos obtenidos se utilizan en proyectos ambientales y de congestión

como la construcción de la infraestructura del sistema de transporte público masivo —TransMilenio—, de esta forma los propietarios de vehículos particulares (19%) financian al 72% de los usuarios de bajos recursos que utilizan el transporte público. En Medellín, el caso es similar, ya que el ingreso recaudado por sobretasa (25%).

b) **Tarifas de estacionamientos.** En muchas ciudades los estacionamientos son distribuidos gratuitamente⁷. Sin embargo, las tarifas de los parqueaderos son fuente importante de ingresos. Por ejemplo en Buenos Aires —Argentina—, las tarifas de parqueo eran de US\$ 1 a US\$ 2 por hora y US\$ 8 a US\$ 10 al día en 2001. Adicionalmente, la implementación de estas tarifas regula el uso de vehículos, ya que para muchas personas pagar por estacionarse es una restricción al viajar por la ciudad. Es así como las tarifas de estacionamiento ayudan a reducir la congestión de vías en horas pico —ya que la principal causa de congestión en las ciudades es el traslado cotidiano al trabajo— y además de estimular otras alternativas de viaje como el uso del transporte público masivo. En el caso de Bremen —Alemania—, las tarifas de estacionamiento han llevado a que el 50% de todos los recorridos al centro de la ciudad se realicen por transporte público y el 22% en bicicleta, reduciendo así la congestión y la contaminación atmosférica.

c) **Tarifificación de caminos urbanos y por congestión.** Son utilizadas como tácticas de administración de la demanda de transporte en las calles principales. El objetivo de estos instrumentos es disminuir la congestión y la contaminación atmosférica, incentivando el cambio hacia modos de transporte más limpios. De las principales formas de tarifificación a vías y por congestión, se destacan las siguientes:

- *Tarifificación de cordón o permisos por áreas*, consiste en cobrar a los usuarios por ingresar a una determinada área. La forma de obtener dichos autorizaciones, es por medio de la compra de un papel de permiso, el cual debe ser mostrado al momento de entrar a la zona restringida, o de la instalación de un dispositivo electrónico, que se conecta con una red central, y que factura mensualmente las frecuencias de uso.
- *Peajes dependiendo de la hora en rutas individuales*, los cuales constan en cobrar una determinada tarifa a las personas que utilicen calles específicas. Las formas de pago son: la estación manual de peajes o por un sistema de cobros electrónico⁸.

En ciudades europeas como Trondheim —Noruega—, se vienen implementando políticas de tarifificación vial, donde los usuarios deben pagar por ingresar al centro de la ciudad. Dicho cobro se realiza dependiendo del tipo de vehículo y la hora de ingreso. Por ejemplo los cobros promedio entre semana por pasar al centro en horas pico son de US\$ 1,04 para automóviles y US\$ 2,07 para vehículos pesados. En Singapur dentro de los instrumentos claves están la tarifificación vial electrónica, sistemas de cuotas de vehículos y permisos de entrada de vehículos y peajes; adicionalmente se han implementado impuestos de vehículos diferenciados según el tipo de vehículo, la capacidad del motor y el tipo de combustible.

En el caso de las ciudades de América Latina también se crea la necesidad de lograr objetivos de mejora de la calidad ambiental al menor costo económico posible. Particularmente ante la percepción de que los esquemas regulatorios tradicionales no han sido exitosos para responder adecuadamente a los procesos de deterioro de la calidad ambiental que aquejan la región. Por ejemplo, en el caso de

⁷ Un ejemplo de ello son los lugares de estacionamiento gratis que ofrecen ciertos almacenes para sus clientes.

⁸ Los automóviles están equipados con tarjetas electrónicas que permite identificar de forma inmediata los vehículos sin hacer ninguna parada, las cuales al pasar bajo los portales descuenta el monto —dinero— apropiado de la tarjeta del conductor. Un de los primeros países en utilizar dicha tecnología fue Singapur, donde a limitado el uso de vehículos particulares, motivando el uso de transporte público (Breithaupt, 2002).

Buenos Aires—Argentina—, algunas de las estrategias implementadas contra la contaminación atmosférica son las siguientes: incentivar a los usuarios a incorporar vehículos con bajos índices de contaminación, promover sistema de carriles preferenciales para bicicleta como medio de transporte, es decir calles exclusivas para vehículos no motorizados en días domingos con fines recreacionales. Además de promover el cambio del parque automotor de servicio público —especialmente los taxis— progresivamente a gas natural —GNC—⁹. Para cumplir dicho objetivo la administración de Buenos Aire adoptaría incentivos a la instalación de estaciones de servicio de GNC. También se pondrá en marcha un plan de renovación del transporte público de pasajeros y de carga, taxis de más de cinco años de antigüedad por unidades nuevas a GNC. El subsidio al recambio podrá alcanzar hasta el monto del IVA que tribute el vehículo sustituto. De este modo, se pretende un cambio del parque automotor —de utilizar motores a gasolina pasar a motores a gas natural— del 7,6%, con el fin de reducir las emisiones por gases de escape (CO y HC). Los porcentajes estimados están entre el 16 y 33 % para CO y entre 10 y 14 % para HC.

En el caso de Lima —Perú—, con el fin de mejorar las condiciones de movilidad, ambientales de la ciudad, se pretende implementar los siguientes instrumentos: a) Transporte masivo; b) Desestímulo del uso de vehículo privado; c) Reducción de emisiones por medio de la construcción de ciclovías, d) Recuperación del espacio público; y e) Promoción de transporte no motorizado.

Los indicadores esperados son:

- Reducción del 25% del tiempo de viaje (reducción de tiempo de exposición a contaminantes).
- Reducción del 40% del número de accidentes en el corredor.
- Reducción estimada del 25% de concentraciones de material particulado y 15% de gases de efecto invernadero (CO₂).
- Reducción de la antigüedad de la flota vehicular.

En la Ciudad de México, para garantizar una mejor calidad de aire, se acordó implementar medidas para reducir la polución atmosférica. De las cuales se destacan las siguientes: Corredores de Transporte, Campañas de Educación, Sustitución de Taxis y Microbuses, Transporte No Motorizado (introducción de ciclorutas), Mejora de Vialidades y Semáforos, Introducción de GNC, Red Automática de Monitoreo Ambiental —RAMA—, Renovación de la Red de Transporte de Pasajeros.

En Sao Pablo —Brasil—, las dificultades de circulación urbana son atribuidas al crecimiento significativo del uso del automóvil, asociado a un sistema deficiente del transporte colectivo, y a impactos negativos provocados por la circulación de cargas en áreas centrales de la ciudad¹⁰. Otro punto fundamental es la emisión de contaminantes, provocada por el uso prioritario de diesel y de la gasolina relegando el uso de los combustibles alternativos — alcohol, gas, biodiesel, entre otros—. Dada la complejidad del tema, los instrumentos utilizados se clasificaron en dos grupos: a) Acciones específicas de la ciudad —alternativas de transporte no motorizado— como ciclovías y áreas exclusivas para peatones; y b) Acciones compartidas entre la ciudad y el gobierno como vías exclusivas, transporte de baja, media y alta capacidad, control e fiscalización de vehículos en uso, monitoreo de gases emitidos por vehículos, transportes sobre rieles y renovación del parque automotor de servicio público.

⁹ Los motores pesados a GNC disponibles actualmente para el mercado argentino son ciclo Otto, sin embargo a nivel internacional se están desarrollando a escala comercial y con un importante grado de avance motores duales diesel-GNC que podrían ser una alternativa para el transporte de larga distancia.

¹⁰ Además de afectar la calidad de vida, los congestionamientos, que llegan a más de 200 Km. en un día, generan perjuicios anuales de US\$ 200 millones solamente en el municipio de Sao Paulo.

En el caso de Santiago de Chile, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la clasifica entre las ciudades más seriamente contaminadas del mundo en razón de las emisiones industriales y del transporte, unidas a sus condiciones orográficas y meteorológicas (OCDE y CEPAL, 2005). De esta manera, las principales medidas relacionadas con la gestión de la calidad del aire —orientadas a la reducción de emisiones en la Región Metropolitana— que han implementado son: a) Retiro de la totalidad de los buses que por su diseño de motor no cumplen con las normas de emisión permitida actualmente, b) Introducción de los buses nuevos, los que deberán cumplir, bajo nueva norma, con el estándar Euro III, c) Instalación de filtros para los buses antiguos que permiten una reducción del límite de opacidad en un 30%, d) Desulfuración Petróleo diesel en transporte, e) Fin de la comercialización de gasolina con Plomo, f) Incentivos al uso de combustibles de menor emisión, g) Convertidor catalítico vehículos livianos, h) Licitación de recorridos en buses, i) Aplicación de estándares; y j) Centro de control y Certificación vehicular.

En Bogotá—Colombia—, la experiencia en torno a la restricción de transporte de vehículos denominada “pico y placa”, la cual consiste en controlar la salida de vehículos particulares y públicos en hora pico mediante el último dígito de la placa en forma rotativa¹¹. De esta manera, se ha mejorado así la movilidad de la ciudad generando un cambio de hábitos de los ciudadanos en sus formas de desplazamiento diario, incluso hasta llegar a que los propietarios voluntariamente dejen el vehículo en casa el día que les corresponde restricción. Con el fin de mejorar los tiempos de desplazamiento sobre los principales corredores, reducir los niveles de accidentalidad y disminuir la contaminación atmosférica, al tiempo que se disminuye la congestión en la ciudad. Un ejemplo de ello, es el aumento de la velocidad promedio de los vehículos particulares, ya que la velocidad al inició —1998— de la medida era de 14 Kilómetros por hora, mientras que en el 2002 dicha velocidad era de 22 a 25 kilómetros por hora. Además, la disminución del volumen vehicular calculado en las principales intersecciones de la ciudad es del 25% entre 1998 y el 2002. Con respecto a los resultados de la restricción al servicio público se destaca el aumento del 19% en la ocupación de transporte público colectivo y 54% en el transporte de taxi, lo cual permite demostrar que efectivamente ha mejorado la eficiencia en la prestación del servicio, manteniendo los ingresos de los transportadores y disminuyendo algunos costos variables como la circulación de vehículos sin pasajeros. Además de reducir el tiempo de desplazamiento en un 15%. Así, los beneficios de la medida son: aumento de la velocidad, disminución de la contaminación ambiental, ingresos iguales de los transportadores y en general mejora en la movilidad de los ciudadanos.

Con el propósito de mejorar la calidad de la circulación en las vías de Medellín, a partir del mes de febrero 2005, empezó a regir el Pico y Placa. Esta medida cobija tanto a vehículos particulares, como de servicio público. La rotación de placas de vehículos particulares será cada 6 meses; mientras que para taxis será mensual. Además de Medellín, seguramente otros municipios del Área Metropolitana dictarán su propia medida al respecto, ya que estos cambios en el Pico y Placa para taxis en la ciudad, son producto de las conversaciones entre los alcaldes de la región. Bajo la implementación de esta medida, la ciudad se ha beneficiado en los siguientes aspectos: a) El volumen de vehículos ha bajado en promedio, en un 17 %, b) La longitud de las filas de carros ha disminuido en un 12%, c) Los tiempos de espera en las filas se han reducido en un 7%; y d) La velocidad en las vías se ha aumentado en un 40%.

¹¹ El Pico y Placa es una medida restrictiva para el mejor ordenamiento del tránsito de vehículos en las vías públicas. De esta forma, se impide la circulación de algunos vehículos automotores, dependiendo del número en que termine la placa del mismo, durante un periodo de tiempo establecido. Los días de restricción cambian cada año —el último cambio se llevó a cabo el 30 de Junio del 2005 y estará vigente hasta el 30 de Junio del 2006—.

En Cali, la restricción de circulación fue establecida para vehículos particulares y taxis —para los buses no hay restricción— en Octubre del 2005. Bajo la implementación de dicha norma en las horas pico se tienen los siguientes beneficios: a) Disminución del 41.1% de las demoras promedio por vehículos en intersecciones, b) Disminución del 41% al 18% de intersecciones semaforizadas, c) Aumento del 14% al 32% de intersecciones semaforizadas en condiciones optimas, d) Aumento de velocidades de viaje en corredores viales del 17,7% en la mañana —21.1 a 24.4 km/hr— y del 19,5% en la tarde —19.0 a 22.4 km/hr—, e) Restricción de circulación de aproximadamente 45.000 vehículos particulares y oficiales, f) Disminución en el 20% de los tiempos de viaje en vehículos particulares; y g) Disminución del 20% de emisiones de contaminantes y niveles de ruido, además de tener mejores condiciones ambientales en la malla vial de la ciudad.¹²

3. Estándares internacionales de emisión de fuentes móviles

Países como Colombia clasifican sus fuentes móviles de acuerdo a las normatividades establecidas por la *Environmental Protection Agency* —EPA— de los Estados Unidos y por la Unión Europea. Dichas normas establecen los niveles máximos permitidos de emisiones de contaminantes (el monóxido de carbono, el óxido de nitrógeno y el material particulado) producidos por el parque automotor. A continuación se presentan los diversos estándares según el método utilizado:

3.1. Estándares de emisión de la EPA de Estados Unidos

La EPA ha plantado una serie de normatividades como referencia para definir los límites de emisiones contaminantes. De las cuales se destacan Tier 1, Tier 2 y *Low Emission Vehicles* —LEV—.

La normatividad Tier 1 se aplica para todos los nuevos vehículos livianos¹³. Se establece diferencia en los estándares de emisión para los vehículos a diesel y los vehículos a gasolina, donde los límites de emisión de NO_x para los vehículos a diesel son más flexibles que para los que utilizan gasolina, las cuales son medidas a través del Método de Prueba Federal —FTP 75— y se expresan en gramos de polución por milla (g/millas).

Estos estándares de emisión aplican a una vida útil del vehículo de 100.000 millas, con los que se incrementó el periodo mínimo de cumplimiento de los niveles máximos de contaminantes de 50 mil a 100 mil millas rodadas, lo que implica una renovación tecnológica, además se consiguió una reducción del 96% de las emisiones con respecto a la normatividad existente antes de la implementación de Tier 1 (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Estándares de emisión EPA Tier 1, FTP 75, g/millas

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años			
	CO	NO _x		PM	CO	NO _x		PM
		diesel	gasolina			diesel	gasolina	
Carros de pasajeros	3,4	1	0,4	0,08	4,2	1,25	0,6	0,1
Vehículos con peso <3.750 lbs	3,4	1	0,4	0,08	4,2	1,25	0,6	0,1
Vehículos con peso >3.750 lbs	4,4	-	0,7	0,08	5,5	0,97	0,97	0,1
Vehículos con peso <5.750 lbs	4,4	-	0,7	-	6,4	0,98	0,98	0,1

¹² Según el Ministerio de transporte se prevé en los próximos años una restricción de pico y placa más amplia para todos los vehículos.

¹³ Dentro de esta categoría se encuentran todos los vehículos de menos de 8.500 libras como los carros de livianos de poca potencia y los carros pesados de poca potencia.

Vehículos con peso >5.750 lbs	5	-	1,1	-	7,3	1,53	1,53	0,12
-------------------------------	---	---	-----	---	-----	------	------	------

Fuente: Dieselnets, 2006

La normatividad Tier 2 es más estricta con respecto a la Tier 1 en términos de restricciones a las emisiones de contaminantes, con el fin de generar nuevos requisitos para la calidad del combustible y requiriendo combustibles cada vez más limpios. Dado que propone límites numéricos de emisión más rigurosos e introduce un número de cambios importantes en el sentido que hacen el estándar más riguroso para vehículos grandes, de esta manera la aplicabilidad de los estándares se ha ampliado para cubrir algunas categorías de vehículos pesados. Se aplica a todos los vehículos que fueron cubiertos por Tier 1 y, además, a los vehículos entre 8500 y 10000 libras sin importar el combustible que utilizan, es decir, los vehículos a gasolina, diesel, o aquellos que utilizan combustibles alternativos deben cumplir los mismos estándares.

Los estándares de la emisión para todos los agentes contaminadores se demuestran en el cuadro 4. El período de la “vida útil completa” del vehículo se ha prolongado a 120.000 millas. La certificación de esta norma se clasifica por el número de compartimiento que posee el vehículo.

Cuadro 4. Estándares de emisión Tier 2, FTP 75, g/millas

Cantidad de Compartimientos	50.000 millas			120.000 millas		
	CO	NO _x	PM	CO	NO _x	PM
Vehículos entre 8.500 y 10.000 lbs				7,3	0,9	0,12
10	3,4	0,4	-	4,2	0,6	0,08
9	3,4	0,2	-	4,2	0,3	0,06
8	3,4	0,14	-	4,2	0,2	0,02
7	3,4	0,11	-	4,2	0,15	0,02
6	3,4	0,08	-	4,2	0,1	0,01
5	3,4	0,05	-	4,2	0,07	0,01
4	-	-	-	2,1	0,04	0,01
3	-	-	-	2,1	0,03	0,01
2	-	-	-	2,1	0,02	0,01
1	-	-	-	0	0	0

Fuente: Dieselnets, 2006.

Por otra parte, la EPA ha establecido otro proyecto de vehículos de bajas emisiones —LEV—. Cabe mencionar que la mayoría de las empresas voluntariamente se están incorporando a este proyecto, produciendo automóviles con 70% menos contaminantes que los modelos actuales, lo cual permite obtener reducciones significativas de óxidos de nitrógeno, también se reduce la proporción de algunos compuestos químicos como benceno, formaldehído, y acetaldehído, considerados como carcinogénicos.

3.2. Estándares de emisión de la Unión Europea

Existen otros estándares de emisión determinados por la Unión Europea, los cuales consisten en establecer límites máximos para cada contaminante por separado, es un sistema de abreviaciones de los niveles de emisiones. Los estándares mas recientes de esta normatividad son Euro IV y Euro V¹⁴ que

¹⁴ La norma Euro IV entrará en vigor en octubre de 2006 y la Euro V en octubre de 2009.

son normas para controlar las emisiones de contaminantes de vehículos de carga pesada. Los contaminantes regulados bajo esta norma son: óxido de nitrógeno (NOx), material particulado (MP), hidrocarburos no quemados (HC) y monóxido de carbono (CO).

Euro IV es un sistema de estándares de emisión que se aplican a los nuevos vehículos vendidos en la Unión Europea a partir de 2005, limita las emisiones de los vehículos de pasajeros a diesel a 0,25 g/km de NOx y a 0,025 g/km de PM, los vehículos a gasolina a 0,08 g/km NOx y los vehículos pesados a 3,5 g/kWh¹⁵ de NOx y a 0,02 g/kWh del PM.

Por su parte, Euro V es el más reciente estándar de emisión europeo que aplica para los nuevos vehículos vendidos en la Unión Europea. Para los vehículos pesados —camiones— los estándares aplican para aquellos que entran al mercado a partir de octubre de 2008. Esta norma obliga exige que estos carros no emitan mas de 2.0 g/kWh de NOx y 0.02 g/kWh de PM. En cuanto a los vehículos de pasajeros, dentro de Euro V aun no hay estándares para estos, sin embargo se plantea limitar las emisiones de aquellos vehículos que utilizan diesel a 0.2 g/km de NOx y 0.005 g/km de PM, y de los vehículos a gasolina a 0.06 g/km NOx y 0.005 g/km PM. Este estándar no obliga el uso de tecnologías específicas pero se espera que para los carros diesel se ajusten los filtros de partículas para cumplir con los estándares que existen sobre PM.

De acuerdo a la revisión realizada, determinando que tipo de combustibles y contaminantes son evaluados a nivel internacional, a continuación se presentan los tipos que deberían ser evaluados en Colombia.

4. Acciones para el control de la contaminación en Colombia

Con el fin de disminuir la contaminación ambiental en Colombia se han emprendido acciones para controlar y reducir las emisiones de algunas fuentes, en especial la utilización de los combustibles líquidos —fuentes móviles—. Las emisiones estáticas permitidas por el uso de combustibles líquidos —entiéndase Gasolinas y ACPM— por parte de los vehículos nuevos y usados son los siguientes:

Cuadro 5. Colombia: Límites máximos de emisiones permisibles de gasolina.

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
Anteriores y 1970	5,0	700
1971 – 1984	4,0	600
1985 – 1997	3,0	400
1998 y posteriores	1,0	200

Fuente: Estudio documento soporte norma de fuentes móviles, Subdirección de estudios ambientales, IDEAM 2005.

¹⁵ En gramos por cada kilovatio hora (g/kWh) y gramos por cada kilómetro (g/km).

Cuadro 6. Colombia: Límites máximos de emisiones permisibles de ACPM.

Año modelo	Opacidad (%)
Anteriores y 1970	50
1971 – 1984	45
1985 – 1997	40
1998 y Posteriores	35

Fuente: *Ibíd.*

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial —MAVDT— algunas de las acciones que se pueden implementar para el control y regulación de la contaminación por fuentes móviles son las siguientes: a) El mejoramiento tecnológico de los motores de los vehículos; b) El mejoramiento de la calidad de los combustibles líquidos; c) Los programas de inspección; d) La comercialización del uso de combustibles alternativos; e) El mejoramiento de la movilidad urbana; f) El marco normativo y g) Instrumentos económicos. Además de las acciones propuestas anteriormente, Alberto Brugman (2004) —citado por el IDEAM, 2005— propone los siguientes programas para el control de la contaminación atmosférica por parte de los combustibles líquidos¹⁶:

4.1. Políticas de “desmonte de subsidios” de precios

Con esta propuesta se pretende que los precios de la gasolina y del ACPM se *reajusten anualmente* en un 15% y 20% respectivamente y así poder alcanzar los precios de paridad de importación.¹⁷ Además de pronosticarse una disminución de la demanda de combustibles líquidos del 8% en el sector del transporte, esto implicaría una disminución de las emisiones de material particulado menor a 10 micras¹⁸ —PM10— causadas por el parque automotor en 3,9 % para 2015 (ver Cuadro 7) (IDEAM, 2005).

Cuadro 7. Colombia: Disminución de las emisiones de PM10 por la racionalización económica de la demanda de gasolinas y diesel

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	36.067	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2004	236	0,7%

¹⁶ Para las tablas siguientes se tiene como periodo de comparación el transcurrido entre 2001 y 2003, donde las emisiones generadas por el uso de combustibles líquidos en Colombia fueron en promedio de 36.067 toneladas.

¹⁷ Si bien se pretende lograr una paridad de precios, respecto a la calidad de los combustibles y los contaminantes se está lejos en Colombia de los estándares internacionales.

¹⁸ El PM10 es el principal contaminante del aire que se encuentra por encima de las cifras actuales para la protección de la salud, excediendo los niveles recomendados (los estándares del promedio anual establecidos para Estados Unidos por la EPA para PM10 es de 50 microgramos por metro cúbico — $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —).

2005	475	1,3%
2010	1223	3,4%
2015	1399	3,9%

Fuente: Ibíd.

4.2. Importación de ACPM de alta calidad y el uso de ACEM

Con esta acción se pretende alcanzar una disminución de las emisiones de PM10 en las principales ciudades del país. Tomando lo planteado por el IDEAM (2005) para Bogotá se debería importar aproximadamente 5,6 mil barriles por día —KBD— de ACPM con bajo contenido de azufre más conocido como ACPM ecológico —ACEM—. También se propone transferir la infraestructura de ACEM que existe en la capital a otras ciudades¹⁹. En este sentido, se lograría una disminución de PM10 alrededor de 0,6% para Bogotá y para las demás ciudades sería entre 2,6% y el 7,3% para los siguientes años, lo que permite reducir las emisiones de gases contaminantes al medio ambiente (ver Cuadro 8).

Los costos de la operación de importación/exportación de diesel para los años 2005, 2006 y 2007 se estiman en 12,3 US\$ millones para cada año respectivamente.

Cuadro 8. Disminución de las emisiones de PM10 por la importación adicional de ACPM de alta calidad y el uso de ACEM

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	4460	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2005	20	0,4%
2006	22	0,5%
2007	22	0,5%

Fuente: Ibíd.

4.3. Hidrogenación y desulfurización de combustibles en las refinerías de Barranca y Cartagena

Este proceso busca mejorar la calidad de los combustibles líquidos, los cuales tendrían menores *niveles* de azufre, con lo que se pretende obtener el mejoramiento tanto en las gasolinas como del ACPM. El IDEAM (2005), estima que a partir de 2008 el mejoramiento que se puede tener con la implementación de hidrogenación y desulfuración de los combustibles cubra alrededor del 80% de la demanda nacional,

¹⁹ Se estudió un escenario en el cual se importarían 5,6 KBD adicionales de ACPM con bajo contenido de azufre durante 2005 a 2007, mientras entra en servicio el proyecto de hidrogenación y desulfurización de combustibles de Barranca, para ser destinados a Bogotá y el ACEM que se consume en Bogotá se ubicaría en las otras ciudades (Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena, Pereira y Sogamoso).

generando un impacto directo sobre la operación comercial de ECOPETROL y sobre el normal abastecimiento de combustibles al país.

Según Brugman (2004), la contaminación atmosférica producida por el parque automotor nacional a partir de las emisiones de PM10 y el SO₂ disminuiría en un 6,4% en el año 2008 y en un 3,95 para 2020 con relación al periodo 2001- 2003 (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Disminución de las emisiones de PM10 en la refinería de Barranca

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	36067	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2008	2099	5,8%
2010	2115	5,9%
2015	1962	5,4%
2020	1445	4,0%

Fuente: Ibíd.

En el caso de la refinería de Cartagena se pretende ampliar en un 100% la infraestructura de producción, la cual pasaría de 70 a 140 mil barriles por día —KBD—. Dicha ampliación se realizaría de la siguiente forma: a) Modernización de las plantas y procesos ya existentes; y b) Disminución del contenido de azufre en las gasolinas y ACPM (ver Cuadro 10).

Cuadro 10. Disminución de las emisiones de PM10 en la refinería de Cartagena

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	36067	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2008	797	2,2%
2010	579	1,6%
2015	677	1,9%

Fuente: Ibíd.

4.4. Implementación de una política de incentivos al Gas Natural Vehicular GNV

Con la implementación de incentivos al consumo del Gas Natural Vehicular —GNV— el IDEAM (2005), muestra que la disminución de contaminación atmosférica disminuiría en un 30% —sumando las emisiones de PM10 y SO₂—. Además se pretende reducir el uso de las gasolinas y el ACPM en un 10% y 1,2% respectivamente para 2020 (ver Cuadro 11).

Cuadro 11. Disminución de las emisiones de PM10 por los incentivos el consumo de Gas Natural Vehicular —GNV—

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	36067	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2005	457	1,3%
2010	2895	8,0%
2015	3279	9,1%
2020	3613	10,0%

Fuente: Ibíd.

4.5. Implementación de transporte urbano masivo a nivel nacional

Con la implementación de *programas* de transporte masivo en ciudades como Bogotá, Cali, Pereira —con ACPM— y Medellín, Barranquilla —con GNV y el Metro en Medellín— el IDEAM (2005) estima que la disminución de las emisiones de PM10, SO_x y NO_x será del 4,8% a nivel nacional para 2020. Sin embargo, con la aplicación conjunta de las demás políticas —las mencionadas anteriormente— el resultado neto sería del 10% (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Colombia: Disminución de las emisiones de PM10 por los programas de transporte urbano masivo

Año	Emisión de PM10	
	Toneladas	Porcentaje
Promedio 2001-2003	36067	100%
Reducción en la emisión de PM10 por la medida		
2004	684	1,9%
2005	1500	4,2%
2010	2480	6,9%

2015	2296	6,4%
2020	2333	6,5%

Fuente: Ibíd.

También se propone que los diferentes Ministerios tengan en cuenta medidas de control ambiental en la toma de sus decisiones. Entre los cuales se destacan: a) Implementar las regulaciones sobre la importación de vehículos y tecnologías por parte de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo —MCIT—; b) Implementación de programas ambientales que estimulen la producción y consumo de combustibles más limpios por parte del Ministerio de Minas y Energía —MME—; y c) Renovación del parque automotor en especial el público por parte del Ministerio de Transporte —MT—.

Sumado a estas medidas para el control de la contaminación en Colombia, también existe una alternativa muy importante, la cual se viene aplicando actualmente, y es lo relacionado a los nuevos combustibles “la biogasolina y el biodiesel”, es una de las medidas más influyentes en materia ambiental y económica, a continuación se presenta la dinámica de cada una de estas.

4.6. Biogasolina

La biogasolina o gasolina oxigenada es una mezcla que contiene 90% de gasolina y 10 % de alcohol carburante, el cual se origina de un proceso de fermentación natural, de cultivos como la caña de azúcar, la remolacha, el maíz, la yuca o el banano. El porcentaje autorizado de alcohol carburante en Colombia partió de la propuesta de un 20 a un 10 por ciento, debido a preocupaciones de la industria automotriz que consideró que una mezcla al 20% era técnicamente inviable para el parque automotor nacional.²⁰

A pesar que en Colombia es la primera vez que se introduce este producto, en diferentes países como, Brasil—el cual es el pionero—, Estados Unidos, Alemania y España, entre otros se ha implementado con éxito por más de 20 años, en Brasil se comenzó con un porcentaje de alcohol del 25%, sin embargo el Ministerio de Agricultura en 2005 decretó que la mezcla autorizada debía reducirse a un 20%, en Alemania (10%) y España (5%). Lo anterior le ha dado a Colombia la confianza para incursionar en este mercado y así enfrentar algunos problemas como la contaminación ambiental.²¹ Así mismo, permite diversificar la canasta energética del país y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Además, permite generar empleo, dinamizar el desarrollo agroindustrial del país y da la posibilidad de contar con un combustible de buena calidad y a menor precio.

En 2001 se expidió la Ley 693 mediante la cual se reglamenta el uso de alcoholes carburantes y se crean incentivos para su producción, comercialización y consumo, además, se establece que las ciudades con mas de 500.000 habitantes se utilice gasolina oxigenada a partir de septiembre de 2005; en octubre de 2005 se inauguró la primera planta de alcohol carburante en los ingenios de Cauca y Providencia. En ciudades como Calí, Ibagué y del eje cafetero —Quindío, Risaralda, Caldas— se

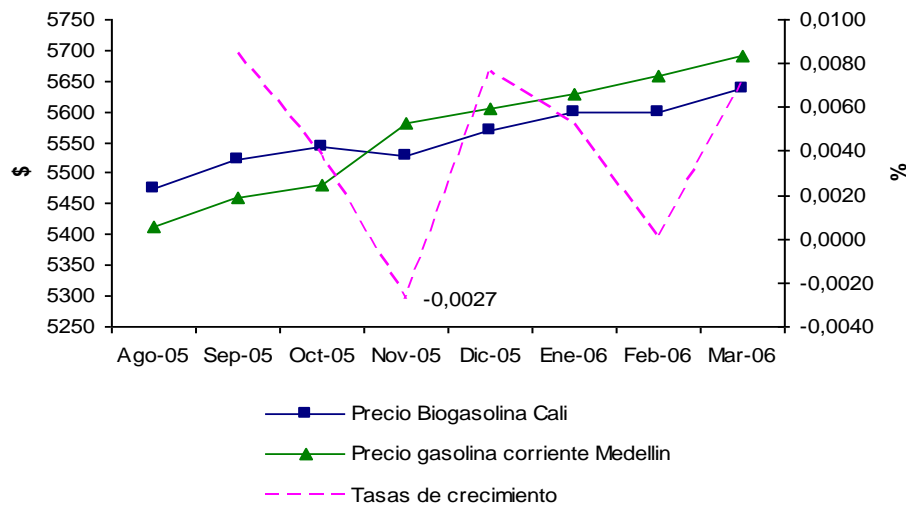
²⁰ En el parque automotor de Colombia se encuentran miles de carros con motores viejos que no aguantarían un porcentaje de mezcla más alto, por la corrosión que genera el etanol en las partes que tienen contacto con él.

²¹ Según los especialistas, ésta mezcla permite disminuir las emisiones contaminantes de monóxido de carbono de los vehículos nuevos en un 27%, y la reducción en monóxido de carbono en el país será de seis millones de toneladas al año. Sin embargo algunos estudios de ingeniería han concluido que aun que mezclas del 10% de alcohol, son altas y perjudiciales para el funcionamiento del motor y su eficiencia.

implementó desde noviembre del 2005, creando gran expectativa. En Bogotá se introdujo a partir de febrero de 2006, incursionando en más de 450 estaciones de servicio, y en Medellín se planea que para la segunda mitad de este año las estaciones estén vendiendo la mezcla.

En cuanto al precio de la biogasolina, en el momento de su incursión, el ministerio fijó un aumento de \$100 mas para el galón de gasolina a nivel nacional —en todas aquellas ciudades que no se hubiera implementado la mezcla—, mientras que, el precio de la biogasolina en Cali y en las demás ciudades donde ya se implementó se redujo entre \$12 y \$24 (ver Grafico 3). También se muestra la tasa de crecimiento que ha tenido el precio de la biogasolina en Cali durante su implementación; En los meses siguientes los precios de la gasolina sin alcohol siguen en aumento y están por encima de los precios de la biogasolina. Sin embargo, en los últimos meses —febrero-marzo 2006— en el aumento mensual que se le hace al precio del galón de gasolina el Ministerio de Minas y Energía tuvo en cuenta un aumento más pronunciado para las ciudades en que se utiliza la biogasolina, dejando claro la importancia de la política de “desmonte de subsidios”, dado que la idea no es que se aumente la demanda de gasolina con precios bajos, pues así no se llegaría a la paridad de importación ni a reducir la brecha de subsidio.

Gráfico 3. Comparación precio de biogasolina Cali vs. Precio gasolina corriente Medellín, 2005-2006



Fuente: Fendinal, 2006. Cálculos de los autores.

El Ministerio de Minas y Energía fijó el precio del alcohol por encima de la gasolina a puertas de refinería (alcohol \$3.906 y gasolina \$2.646), pero con la Ley 788 de 2002 lo exoneró del impuesto global y le quitó el IVA, logrando igualarse los dos precios al consumidor final, además con la reforma tributaria de 2002 lo excluye del pago a sobretasa, por tales motivos se esperan menores recaudos a nivel nacional, por un menor recaudo de IVA de 17,9 millones de dólares; un menor recaudo de impuesto global de la gasolina de 38,8 millones de dólares y se estima también que por sobretasa a la gasolina se dejarán de percibir 41,4 millones de dólares —Ministerio de Hacienda—. Sin embargo, el Gobierno es optimista frente a cómo el mismo producto cierra el hueco de menores impuestos. Así las cosas, se espera que por el desarrollo de la cadena del alcohol se generen en las regiones en donde se instalen los centros de producción mayores ingresos fiscales, parafiscales y “menores subsidios a la gasolina”, que se estiman en 80,7 millones de dólares al año. Y se generarían de la siguiente forma: mayor Impuesto de Renta de 32,2 millones de dólares; parafiscales laborales, 8,2 millones de dólares;

IVA 2,9 millones de dólares; otros impuestos, 1,7 millones de dólares y un menor “subsidio” a la gasolina de 35 millones de dólares.

La demanda inicial de alcohol es aproximadamente de entre 300.000 y 400.000 litros diarios — LD — los cuales son entregados por tres ingenios que en conjunto tiene una capacidad de producción de 1.050.000 de LD, Incauca tiene capacidad de 300.000 LD, Providencia y Manuelita de 250.000 LD Cada uno, Risaralda de 100.000 LD y Mayagüez 150.000 LD, lo que se considera suficiente para abastecer las principales ciudades.

En cuanto a los costos incurridos por los distribuidores de combustible, los mayoristas son los más afectados pues la mezcla se debe realizar en las plantas mayoristas, por lo que se construyeron tanques especiales para el alcohol. Además, lo transportan a los minoristas en donde tan solo se requiere cambiar filtros y lavar tuberías.

4.7. Biodiesel

Por medio de la Resolución 181780 de diciembre de 2005 el Ministerio de Minas y Energía definió la fórmula de precios del combustible diesel —ACPM—, que se mezclará en las principales regiones del país con los biocombustibles para uso en motores diesel —biodiesel— y con la Ley 939 de 2004 señaló que el ACPM que se utilice en el país podrá contener biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores diesel en las ciudades y con las calidades que establezcan los Ministerios de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Con el nuevo combustible denominado “biodiesel”, se piensa atacar la contaminación ambiental, dada la creciente participación del diesel en el movimiento del parque automotor. Para 2008 por ley se espera reemplazar el 5% del consumo de Acpm en Colombia; esta medida sumada al proceso que vive el país de solucionar la dependencia de los combustibles fósiles y del autoabastecimiento que se tiene planeado hasta sólo 2012.

El negocio del biodiesel a nivel mundial es rentable, Alemania es el pionero y en 2005 produjo tres millones de toneladas; en Estados Unidos, por ejemplo, el consumo de biocombustibles pasó de 25 millones de galones en 2004 a 75 millones de galones en 2005 y se espera que las cifras sigan en aumento; en Colombia se planea abrir nuevas plantas para la producción de biodiesel, en donde la inversión privada es el motor que podría convertir al país en una potencia de esta industria.²² Algunos estudios concluyen que la mezcla de ACPM y biodiesel debe ser hasta de 70% y 30%, respectivamente, para no tener que hacerle ajustes al motor. En el caso contrario tocaría que aplicar aditivos o introducirle modificaciones a la maquinaria de los carros.

En efecto, con la medida que piensan implementar de reemplazar el 5% de Acpm por biodiesel, es necesario cultivar más de 600.000 hectáreas de palma, pues actualmente se tienen sembradas 243.000 hectáreas (de las cuales 180.000 están en producción y las demás estarán en próximos años). Lo que se traduciría en un mayor crecimiento de ese sector, sin embargo, falta muchos recursos e inversiones para el autoabastecimiento, y esto tratando de sacar una solución al problema de abastecimiento del diesel.

²² El biocombustible beneficia a los agricultores, en este caso a los “palmeros”, dedicados a extraer el aceite de palma, principal insumo de dicho biocombustible; generando nuevas oportunidades de empleo y mayor crecimiento en ese sector; el caso de propalma, los palmeros decidieron unirse para construir plantas de gran tamaño con las que puedan generar economías de escala, con una capacidad de 100.000 toneladas año. además, en Bogotá ya se cuenta con un centro de investigaciones llamado “las gaviotas”, que tiene una planta que puede producir de 800.000 a un millón de galones al año. y costaría US\$ 200.000 y podría producir un millón de galones anuales. Así mismo corpodic cuenta con centro de estudios y una planta de producción (Fedebiocombustibles, 2006)

Según el Ministerio de Minas y Energía, el precio del biodiesel dependerá del precio del aceite de palma y de los precios del Acpm, en donde convendría un aumento en el precio de referencia WTI, tal como se ha venido dado en los últimos meses;²³ Además se tendría que llegar al “desmonte de subsidios” de ECOPETROL, pues el barril de Acpm que se importa se compra aproximadamente a 65 dólares y se vende en el mercado nacional a 30 dólares, y de seguir con ese subsidio el biodiesel costaría mucho menos de lo que se podría ofrecer a nivel internacional, lo cual no sería rentable. Así mismo, otro aspecto en que podría ser favorable la producción del biodiesel sería en las divisas que se podrían ahorrar, pues actualmente se importan seis mil barriles diarios de Acpm y a medida que se sustituyan esas importaciones con el biodiesel se dejarían de gastar tantas divisas.

Por lo tanto, en Colombia la producción de biocombustibles tales como el biodiesel y la biogasolina son una realidad y muchos sectores implicados podrían salir beneficiados, en estos caso los agricultores de caña y palma, dando así solución a problemas como: la contaminación ambiental, la escasez de reservas de crudo y combustibles fósiles, el desempleo y la poca inversión privada nacional y extranjera.

Conclusiones

En Colombia se está dando una transición importante, desde el punto de vista del crecimiento del parque automotor, que se añade a un parque con bajas tasas de depreciación. Acompañado de impactos altamente negativos sobre la calidad del aire y sobre una malla vial restringida.

Desde el punto de vista de las señales de mercado no hay claridad de si las tendencias alcistas de los precios de los hidrocarburos den señales de escasez a los consumidores. Tampoco si son más convenientes los incentivos vía precios que las restricciones al flujo y la cantidad de vehículos que transitan por las vías. Esto amerita estudios que midan las sensibilidades del consumidor a diferentes escenarios de mercado y de opciones tecnológicas.

Respecto a las opciones tecnológicas, el Estado tiene una manera importante de revertir las tendencias incentivando el uso de energías alternativas y biocombustibles, y también la sustitución a motores menos contaminantes como el GNV. Aunque no se tenga claridad de cuáles opciones tecnológicas son más eficientes y favorecedoras de la calidad ambiental y cuáles son más aplicables al país. De todas maneras, desde el punto de vista fiscal y de bienestar, no es tan oneroso este gasto para un sector que es un gran aportante de ingresos impositivos.

Los transportes masivos no van a ser solución al problema mientras su desarrollo sea paralelo con el crecimiento del transporte privado y con el transporte colectivo de buses y taxis, con lo cual se fomentaría una competencia ineficiente dentro de las escasas mallas viales. Dada la dificultad de controlar el crecimiento de estos sistemas, se necesitan formas inteligentes de regular los flujos y premiar al masivo y al menos contaminante.

²³ El WTI tendría que estar por encima de los 30 dólares para ser rentable la producción del biodiesel.

Bibliografía

Breithaupt, Manfred (2002). Módulo 1d Instrumentos Económicos, “Transporte Sostenible: Texto de referencia para formuladotes de políticas públicas en ciudades en desarrollo”.

Centro de Investigaciones Económicas —CIE— (2006). “Caracterización económica y análisis de los determinantes de la demanda de los combustibles líquidos en el sector de distribuidores minoristas de Antioquia”.

Congreso de la República de Colombia (2001). Ley 693 de 2001

_____ (2002). Ley 788 de 2002

_____ (2004). Ley 939 de 2004

DieselNet [Página en Internet] Disponible en <http://www.dieselnet.com> Acceso: junio 2006.

Environmental Protection Agency —EPA— [Página en Internet] Disponible en <http://www.epa.gov/> Acceso: mayo 2006.

Federación Nacional de Biocombustibles —Fedebiocombustibles— [Página en Internet] Disponible en <http://www.fedebiocombustibles.com> Acceso: febrero 2006.

Federación Nacional de Distribuidores de Derivados del Petróleo —Fendinal— [Página en Internet] Disponible en <http://www.fendinal.org.co> Acceso: enero 2006.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales —IDEAM— (2005). “Documento soporte norma de fuentes móviles subdirección de estudios ambientales”. Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial —MAVDT—. [Página en Internet]. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co> Acceso: enero de 2006

Ministerio de Minas y Energía. [Página en Internet]. Disponible en <http://www.minminas.gov.co> Acceso: enero de 2006

_____ (2005). Resolución 181780. [Página en Internet]. Disponible en http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2005/46138/r_mme_181780_2005.htm l Acceso: enero de 2006

Ministerio de Transporte —MT—. [Página en Internet]. Disponible en <http://www.mintransporte.gov.co> Acceso: enero de 2006

_____ (2004). *Anuario Estadístico 2004*. [artículo de Internet]. Disponible en http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/ANUARIO_ESTADISTICO_2004.pdf Acceso: enero de 2006

_____ (2006). Estadísticas del Parque Automotor. [Página en Internet]. Disponible en http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Estadisticas/Transporte_Automotor/ Acceso: enero de 2006

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico —OCDE— y Comisión Económica para América Latina y el Caribe —CEPAL— (2005). “Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile”

Organización Mundial de la Salud —OMS— [Página en Internet]. Disponible en <http://www.who.int/es/> Acceso: febrero de 2006

Revista “Muy Interesante”, Mayo de 2006.

Borradores del CIE

No.	Título	Autor(es)	Fecha
01	Organismos reguladores del sistema de salud colombiano: conformación, funcionamiento y responsabilidades.	Durfari Velandia Naranjo Jairo Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2002
02	Economía y relaciones sexuales: un modelo económico, su verificación empírica y posibles recomendaciones para disminuir los casos de sida.	Marcela Montoya Múnera Danny García Callejas	Noviembre de 2002
03	Un modelo RSDAIDS para las importaciones de madera de Estados Unidos y sus implicaciones para Colombia	Mauricio Alviar Ramírez Medardo Restrepo Patiño Santiago Gallón Gómez	Noviembre de 2002
04	Determinantes de la deserción estudiantil en la Universidad de Antioquia	Johanna Vásquez Velásquez Elkin Castaño Vélez Santiago Gallón Gómez 1.1 Karoll Gómez Portilla	Julio de 2003
05	Producción académica en Economía de la Salud en Colombia, 1980-2002	Karem Espinosa Echavarría Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2003
06	Las relaciones del desarrollo económico con la geografía y el territorio: una revisión.	Jorge Lotero Contreras	Septiembre de 2003
07	La ética de los estudiantes frente a los exámenes académicos: un problema relacionado con beneficios económicos y probabilidades	Danny García Callejas	Noviembre de 2003
08	Impactos monetarios e institucionales de la deuda pública en Colombia 1840-1890	Angela Milena Rojas R.	Febrero de 2004
09	Institucionalidad e incentivos en la educación básica y media en Colombia	David Fernando Tobón Germán Darío Valencia Danny García Guillermo Pérez Gustavo Adolfo Castillo	Febrero de 2004
10	Selección adversa en el régimen contributivo de salud: el caso de la EPS de Susalud	Johanna Vásquez Velásquez Karoll Gómez Portilla	Marzo de 2004
11	Diseño y experiencia de la regulación en salud en Colombia	Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Marzo de 2004
12	Economic Growth, Consumption and Oil Scarcity in Colombia: A Ramsey model, time series and panel data approach	Danny García Callejas	Marzo de 2005
13	La competitividad: aproximación conceptual desde la teoría del crecimiento y la geografía económica	Jorge Lotero Contreras Ana Isabel Moreno Monroy Mauricio Giovanni Valencia Amaya	Mayo de 2005
14	La curva Ambiental de Kuznets para la calidad del agua: un análisis de su validez mediante raíces unitarias y cointegración	Mauricio Alviar Ramírez Catalina Granda Carvajal Luis Guillermo Pérez Puerta Juan Carlos Muñoz Mora Diana Constanza Restrepo Ochoa	Mayo de 2006
15	Integración vertical en el sistema de salud colombiano: Aproximaciones empíricas y análisis de doble marginalización	Jairo Humberto Restrepo Zea John Fernando Lopera Sierra Sandra Rodríguez Acosta	Mayo de 2006

16	Cliometrics: a market account of a scientific community (1957-2005)	Angela Milena Rojas	Septiembre de 2006
17	Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos?	David Tobón Orozco Andrés Felipe Sánchez Gandur Maria Victoria Cárdenas Londoño	Septiembre de 2006