



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Luis Rubén Toapanta Salas

Freddy Alexis Cevallos Silva

TUTOR:

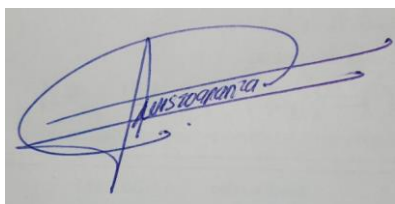
Ing. Juan Carlos Rubio Terán MBA.

**ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES CON
GASOLINA DE LA COMUNIDAD ANDINA
MEDIANTE NORMATIVA INEN 2204**

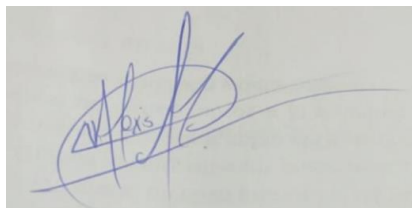
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Luis Rubén Toapanta Salas, Freddy Alexis Cevallos Silva**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Luis Rubén Toapanta Salas



Freddy Alexis Cevallos Silva

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Juan Carlos Rubio Terán**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Ing. Juan Carlos Rubio Terán, MBA

DEDICATORIA

Dedico este artículo científico principalmente a Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante que es la culminación de mi formación profesional.

A mi querida madre, mi ángel en el cielo te dedico este artículo científico con profundo amor y respeto.

Gracias porque fuiste y eres mi mayor inspiración, mi apoyo incondicional me enseñaste a luchar por mis sueños que nada en la vida es imposible, siempre me repetías estas palabras incluso en los momentos más difíciles de la vida. Aunque ya no estas a mi lado físicamente, tu amor y tu luz siguen iluminando mi camino, y este logro es un testimonio de tu influencia eterna en mi vida.

A mi querida Universidad internacional del Ecuador quien me abrió las puertas para poder desarrollarnos en el ámbito profesional.

Luis Rubén Toapanta Salas

DEDICATORIA

Dedico este triunfo principalmente a Dios y a mi madre por su incansable lucha porque a pesar de la adversidad, siempre me supo levantar, han sido momentos duros pero felices y agradezco cada cosa a tu lado, te amo y mis triunfos son tuyos, como no dedicar este logro a mi hermano, quien dedico parte de su vida para hacer de mi un hombre correcto quien me enseñó y guio siempre, gracias ñaño lo conseguí.

Como no dedicar este gran paso a mi amada esposa, quien siempre me apoyó y compartió conmigo este duro camino, mi amor aún nos falta mucho más, todo esto y tantos sacrificios han sido por nuestros hijos Barbie y Bruno ustedes son mi vida entera y por quienes siempre trabajé, cada sacrificio valió la pena, fue muy duro, pero aquí seguimos y hoy todo esto sirvió para que estemos en este momento.

Dedico este triunfo a mi abuelito, quien sé que me bendice desde el cielo y sé que siempre me acompaña en cada paso que doy, gracias mi Sambo. ¡Lo logramos!

Finalmente me doy gracias a mi por nunca haber escuchado cuando me decían que no iba a poder lograr nada, por no haber escuchado a nadie y enfocarme en lograr mis metas y sé que aún faltan más.

Freddy Alexis Cevallos Silva

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, fuente de vida, por darnos las fuerzas necesarias, fe, sabiduría y entendimiento para llegar al término de este proceso de formación académica.

Al Universidad Internacional del Ecuador, a sus autoridades, por su constante apoyo al crecimiento académico en la carrera profesional.

A nuestros apreciados docentes, en cuyas cátedras nos impartieron todos sus conocimientos y valiosas experiencias, tanto académicas como profesionales.

Luis Rubén Toapanta Salas

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento al director de esta tesis el Ing. Juan Carlos Rubio, por el apoyo brindado y su motivación para poder concluir con esto, por el respeto a mis sugerencias e ideas, por su dirección y su gestión. Gracias por la confianza ofrecida desde que nos conocimos en la facultad hasta este momento. Gracias a mi familia, a mi madre y mi hermano porque con ellos compartí una infancia feliz de la cual tengo gratos recuerdos, a mi esposa y a mis hijos que son el motor de mi vida y quienes me motivaron siempre a luchar y a conseguir todo.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión. Agradezco a la facultad de Ingeniería Automotriz de la UIDE porque aquí me forme y me dio paso para ser el profesional que soy hoy en día.

Freddy Alexis Cevallos Silva

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Artículo	1
Resumen.....	2
Introduccion.....	2
Marco teorico.....	5
Materiales y metodos.....	7
resultados y discusion.....	17
conclusiones.....	20
ANEXOS	21

ESTUDIO DE EMISIONES CONTAMINANTES CON GASOLINA DE LA COMUNICAD ANDINA MEDIANTE NORMATIVA INEN 2204

¹ Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador jrubio@uide.edu.ec Quito – Ecuador

² Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, lutoapantasa@uide.edu.ec, Quito-Ecuador

⁴Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, frcevallossi@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

El mundo entero se encuentra en una lucha contra la contaminación ambiental, cada vez la tecnología va encontrando maneras de bajar sustancialmente los agentes nocivos que terminan en el medio ambiente y afecta a los seres humanos a factores ambientales que están cambiando progresivamente, siendo la industria automotriz una de las fuentes de contaminación con más impacto a nivel mundial por la utilización de motores propulsados por combustibles fósiles, este aspecto ha permitido que los motores vayan evolucionado constantemente para tener procesos de combustión más completos y limpios que permiten tener reducir las emisiones contaminantes que se emanan al medio ambiente.

Los combustibles de igual forman ha mejorado desde los procesos de refinamiento para la obtención de los combustibles que ayuden a bajar los agentes contaminantes, el presente estudio determinó que la calidad del combustible es un factor determinante en la emanación de residuos contaminantes, en una comparación bibliográfica y en pruebas de laboratorio utilizando combustibles de la región andina que permiten evaluar el nivel emisiones producidas por estas gasolinas, las pruebas de laboratorio tienen el mismo procedimiento utilizado por la Revisión Técnica Vehicular (RTV) y bajo las norma INEN 2204 que determina el nivel de emisiones en pruebas estáticas utilizado por la misma RTV, determinado que el combustible con una mejor calidad baja de forma muy importante el nivel de contaminantes emitidos a la atmosfera, concluyendo que el combustible ecuatoriano podría ser un factor muy alto para que los automotores no pasen la RTV pese a que su funcionamiento este dentro de los parámetros normales, pudiendo ser el estado el responsable directo de un nivel muy alto de contaminación y de afectación a muchos usuarios a ser juez y parte en la compra de combustibles y en la verificación de los estándares de os vehículos en las distintas ciudades.

Palabras Claves: Combustibles, calidad, pruebas, norma.

ABSTRACT.

The whole world is in a fight against environmental pollution, each time technology is finding ways to substantially lower the harmful agents that end up in the environment and affect human beings to environmental factors that are progressively changing, being the automotive industry one of the sources of pollution with the greatest impact worldwide due to the use of engines powered by fossil fuels, this aspect has allowed the engines to constantly evolve to have more complete and cleaner combustion processes that allow reducing the polluting emissions that are they emanate into the environment.

Fuels in the same way have improved since the refining processes to obtain fuels that help reduce polluting agents, the present study determined that the quality of the fuel is a determining factor in the emanation of polluting residues, in a bibliographical comparison.

and in laboratory tests using fuels from the Andean region that allow evaluating the level of emissions produced by these gasolines, the laboratory tests have the same procedure used by the Vehicle Technical Inspection (RTV) and under the INEN 2204 standard that determines the level of emissions in static tests used by the same RTV, determined that the fuel with a better quality significantly lowers the level of pollutants emitted into the atmosphere, concluding that the Ecuadorian fuel could be a very high factor so that the automobiles do not pass the RTV despite the fact that its operation is within normal parameters. In addition, the state may be directly responsible for a very high level of pollution and affect many users to be a judge and party in the purchase of fuels and in the verification of the standards of the vehicles in the different cities.

Keywords: Fuels, quality, tests, standard.

INTRODUCCION

La gasolina súper del Ecuador con un octanaje de 92 dicho por el gobierno, si la comparamos es más costosa que la gasolina de igual o similares características en Bolivia, Colombia, Argentina o Venezuela.

Según la petrolera estatal Petroecuador, el precio sugerido por galón de la gasolina Súper es de USD 3,98 y estará vigente desde el 12 de marzo hasta el 11 de abril de 2022 quedando libre de acuerdo al precio del petróleo. La calidad no es el único factor que determina el precio de la gasolina de alto octanaje en América Latina. Otro componente importante es la carga tributaria que depende de cada país.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la gasolina Súper de Ecuador tiene la menor carga impositiva de la región, pues los impuestos pesan un 12% del precio de venta al público. Si bien todos los países latinoamericanos se vieron afectados por los precios más altos de la gasolina, Ecuador sufre más cuando se tomó en cuenta el producto interno bruto (PIB) per cápita. Con un PIB per cápita de USD 5520 por la pandemia dicho por el Fondo monetario internacional, eso estima que cada ecuatoriano puede comprar en promedio 97 galones de gasolina súper al mes.

Al igual que Colombia, cada país ha debatido cambiar la estructura de los costos de los combustibles, lo que llevó a la decisión del gobierno de aumentar los costos de los combustibles debido al impacto del aumento de los precios del petróleo y los costos de producción. No cabe duda de que la subida desenfadada de los precios de combustibles como el petróleo, la gasolina, el gasóleo y el gas natural ha provocado una ola de inflación que ha golpeado duramente los presupuestos de los hogares y ha trastocado los costes crediticios (debido a la subida de los tipos de interés) tipos de interés y el crecimiento económico.

La gasolina de 92 octanos se vende a \$4,50 el galón en Colombia y es considerada una gasolina inferior a la llamada GT8 (98 octanos, la mejor del país. Según expertos y analistas, Colombia es el tercer país con gas más barato de América Latina. Este artículo da a conocer que Petroecuador a finales de 2011 importó por primera vez

gasolina de 95 octanos, la cual se mezcló y procesó en refinerías nacionales con gasolina previamente disponible, aumentando así el octanaje de la gasolina. en el mercado, aumentando así el octanaje de la gasolina Extra de 81 a 87 y de la gasolina Súper de 90 a 92. (Pule Calderón, 2017)

El aumento del octanaje ayudo en la eficiencia y la potencia del motor, además de reducir el consumo de combustible y prolongar la vida útil de los motores del parque automotor. Pero, aun así, la gasolina que se vende en el Ecuador sigue contaminando el medio ambiente al seguir utilizando azufre, pero no tanto porque la tasa de azufre se ha reducido de la gasolina anterior. reducido a menos del 50% en comparación con su predecesor. (Pule Calderón, 2017).

Los límites de emisiones de Ecuador estipulan que cualquier vehículo a gasolina, al funcionar en ralentí en temperaturas normales de funcionamiento, no debe emitir monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) por encima de los valores que se indican en la tabla. (INEN 2204, 2017)

Indicadores de normas INEN 935

Monóxido de carbono (CO): el valor máximo de 0.6%.

- Dióxido de carbono (CO₂): debe encontrarse en un rango superior al 11% pero inferior 17%
- Hidrocarburos (HC): su valor es de 160 ppm.
- Oxígeno (O₂): este valor deber igual a 1%
- Lambda: este valor debe ser lo más cercano a 1%. (Pule Calderón, 2017)

La quema de combustibles fósiles produce emisiones gaseosas que afectan el medio ambiente y la salud de los seres humanos, por lo que es necesario cuantificar la calidad del combustible. Los parámetros que se medirán en las gasolinas incluyen el número de octano, el tetraetilo de plomo y el contenido de azufre; el plomo se agrega a la gasolina para mejorar el rendimiento del motor, lo que hace que sea antidetonante, es decir la mezcla de aire y gasolina se comprima más antes de que la chispa de la bujía encienda la mezcla y mueva el cilindro. Sin embargo, el tetraetilo de plomo es un metal pesado contaminante, por lo que se busca reducir gradualmente la cantidad de este metal en la gasolina para disminuir la concentración de este metal en el ambiente. (Lina, 2014)

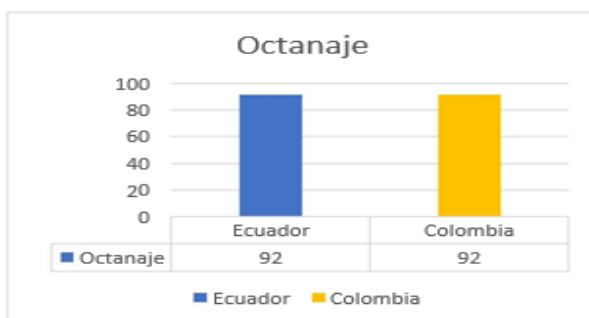
Figura #1 Particulado de Azufre



Fuente, autores

La Figura 1 muestra que la gasolina de Colombia tiene el octanaje igual a Ecuador. Si se aplican gasolinas por debajo del octanaje especificado en cada vehículo, se producirán cascabeleo y pistoneo, causando irreversibles daños al motor, como perforación de la cabeza de los pistones y de la cámara de combustión, o incluso atascamiento del pistón con el cilindro. (Lina, 2014). Los efectos negativos del plomo en los combustibles son la incompatibilidad con los catalizadores, permitiendo la oxidación y obstrucción de los mismos.

Figura #2 Octanaje de gasolinas



Fuente, Autores

El motor corre una grave probabilidad de fundirse o fallar generar daño permanente a causa del plomo que a menudo provoca un sobrecalentamiento en el motor, al provocar que los gases de escape no salen con facilidad por el tubo de escape. Los gases producto del tetraetilo de plomo que salen del tubo de escape van directamente a la atmósfera, causando altos niveles de contaminación y efectos adversos para la salud.

Figura #3, Plomo en las gasolinas.



Fuente, (Lina, 2014)

En Colombia, la calidad de la gasolina está regulada por la Resolución 898 de 1995, modificada por el Artículo 1 de la Resolución 1180 del 2016, contempla un contenido de azufre de 300 ppm, suficiente para integrar la tecnología de emisión hasta EURO 2, pero no lo suficiente para poder reducir hasta 94% de emisiones contaminantes como especifica

en la EURO 4 o EURO 6, lo que se requiere la reglamentación de un máximo de 10 ppm. (ANDI, n.d.)

Entre los problemas de calidad del aire causados por las emisiones de escape de los vehículos, está el nivel de azufre en la gasolina, el contenido es un componente natural del aceite y es perjudicial para los dispositivos anticontaminación de los vehículos modernos, especialmente la eficiencia de los convertidores catalíticos, sensores de oxígeno y computadoras a bordo. (Lina, 2014)

MARCO TEORICO

La gasolina se define como un combustible o una mezcla líquidos de hidrocarburos derivados de los diversos procesos de refinación del petróleo, tales como la destilación, mezclas tratadas de gasolinas de bajo y alto octanaje, entre otros procesos.

Dependiendo de la naturaleza del crudo, su origen geográfico, la temperatura extrema de destilación del crudo y la propiedad fisicoquímica va a ser la densidad, octanaje, etc. Esto esta normalizado según los requerimientos de cada país. (Calle & Avilés, 2018)

La gasolina puede contener pequeñas cantidades de aditivos como agentes antidetonantes, conservantes, limpiadores, tintes u otros aditivos diseñados para mejorar las condiciones de operación y mantenimiento

del motor. (Calle & Avilés, 2018)

En Latinoamérica dependiendo del país la calidad de la gasolina varía entre países como ejemplo el combustible de mayor calidad para vehículos terrestres que se comercia en Bolivia, Colombia tiene 92 octanos e incluso en Ecuador se comercializa un combustible Super de 92 octanos, pero varias pruebas determinan que esto no es así como información no confidencial.

Según un estudio realizado por investigadores de la Universidad Internacional del Ecuador se obtuvo en una prueba estática a ralentí que el combustible en Bolivia y Colombia emite un 0,12% del volumen del monóxido de carbono mientras que el combustible en Ecuador tiene una ligera variación y emite un 0,13% de volumen de monóxido de carbono pese a que estos combustibles presentan el mismo octanaje. Entre otros datos se obtuvo que la cantidad de hidrocarburos no combustionados varían entre los países estudiados: en Colombia 41,4 ppm, en Ecuador 60,4 ppm; según la normativa NTE INEN 2204 la cantidad máxima de hidrocarburos mal combustionados es de 200 ppm, por lo que estos países están dentro de las condiciones, pero también presentan diferentes datos. (Antamba, Reyes & Granja, 2016)

Un análisis de la Agencia de Regulación y control Hidrocarburífero (ARCH) muestra los hidrocarburos que componen la gasolina: Hidrocarburos alifáticos 51,15%, hidrocarburos aromáticos 19,35% (incluyendo benceno, tolueno y sus derivados), y otros hidrocarburos como naftenos, olefinas e hidrocarburos de

cadena larga. (Chávez & Poveda, 2016)

En Ecuador, hasta finales de 2010, la gasolina SUPER tenía octanaje 90, respectivamente

y, además, contenía compuestos orgánicos de plomo para aumentar el octanaje y servir como antidetonantes; debido a la contaminación que producía el plomo este se ha ido prohibiendo para aplicarlo como aditivo a la gasolina, es por eso que desde el 2011 el gobierno ecuatoriano ha decidido aumentar el octanaje de la gasolina SUPER a 92 octanos, mejorando así la calidad del combustible. Sin embargo, actualmente no hay componentes detectables de plomo u otros metales pesados en la gasolina que se vende en el país. (Chávez & Poveda, 2016)

La gasolina en Colombia es de 200 a 300 hidrocarburos diferentes, que consisten en fracciones de combustible de varios procesos de refinación, incluida la destilación atmosférica, ruptura catalítica, ruptura térmica, alquilación, reformado catalítico y la polimerización. Estas fracciones se tratan químicamente con soda cáustica para eliminar compuestos de azufre corrosivos como sulfuros y mercaptanos, y para eliminar las gomas que pueden formar depósitos en los sistemas de admisión de combustible para motores. (Mauricio, 2011) Hasta 2013, la gasolina que se vendía en Colombia tenía un octanaje de 83 para la extra.

En el 2015, el octanaje disponible comercialmente del Extra se ha elevado a 87. Sin embargo, la escasez de este combustible es evidente en el país y también incomoda a los usuarios por los altos precios de la gasolina.

Dados los inconvenientes asociados a este combustible, es fácil evidenciar que la calidad de este combustible no se mantiene (Pule, 2017). Y es por eso por lo que el gobierno de Colombia en el 2019 ha decidido mejorar la gasolina extra a 91 octanos, y actualmente se encuentra en 94 octanos (ZEUSS, 2021).

El proceso de elaboración y refinación del combustible comienza con:

- Recepción de Materia Prima: Se realiza a través de un oleoducto conectado directamente al campo de explotación donde se extrae.
- Almacenamiento: El crudo en los campos petroleros extraído se lo coloca en tanques específicos para el efecto de una capacidad de más o menos de unos 1590 metros cúbicos, las otras materias primas se almacenan de acuerdo con el crudo para su posterior análisis e utilización.
- Control de Calidad de la Materia Prima:
Después de almacenar la materia prima, el crudo se somete a un control de calidad apropiado para determinar el contenido de azufre y el grado API contenido.
- Elevación de la temperatura del crudo: Recibido el crudo del área de tanques con límite de batería a 21 bar de presión y temperatura ambiente. La corriente de alimentación aumenta gradualmente su temperatura hasta que alcanza las condiciones requeridas.
- Intercambiador de Crudo: Primero se calienta a una temperatura de 55,6°C, y en el intercambiador de crudo hasta 87°C.
- Precalentamiento: La temperatura que alcanza el crudo en la línea de precalentamiento es una variable importante, ya que ella depende las desaladoras (eliminación de impurezas como sales, sedimentos y residuos) para su correcto funcionamiento.
- Separación de las fases y remoción de las sales: Se inyecta desemulsificante y agua a la

corriente de crudo, el primero se dosifica corriente arriba del intercambiador, en tanto que el agua se alimenta en el mismo punto anterior y entrada a la desaladora.

- Desalado: El agua utilizada para la desalinización proviene de dos fuentes. Se recupera un promedio de 6,4 l/min del almacenamiento del domo de la torre atmosférica, mientras que el volumen principal 52l/min proviene de la descarga de la bomba a través del colector de agua de proceso.
- Intercambiador Crudo/Gasolina: Una vez desalado el crudo, se envía al intercambiador crudo/gasolina, donde la temperatura sube de 114°C a 143°C.
- Calentado a Fuego: Después de pasar por el intercambiador de calor, va directamente al calentador de fuego directo, donde se proporciona la carga térmica necesaria para llevar la temperatura a 357°C y lograr la vaporización parcial requerida.
- Saturado de media Presión: Se sobrecalienta en la zona de convección de un calentador de petróleo crudo de combustión directa y se usa como fuente de calor para tractores livianos y la parte inferior de las torres atmosféricas.
- Regulación de presión: La presión en la torre atmosférica es regulada por un regulador, y al mismo tiempo se envía una señal de regulación a la válvula automática. Cuando la presión dentro de la columna tiende a aumentar, la válvula automática se cierra, permitiendo que el vapor del domo fluya a través del condensador, reduciendo así la presión.
- Enfriamiento y Condensación: El vapor del domo de la columna atmosférica se enfría y se condensa parcialmente en el domo de intercambio de petróleo crudo/vapor de la columna de destilación atmosférica.
- Acumulador de Reflujo: En el tanque de reflujo, el agua condensada y la nafta liviana se separan de los vapores de hidrocarburos no condensables. Una parte de la gasolina se bombea a la parte superior de la columna como reflujo.
- Mezcla de nafta ligera y pesada: Una mezcla de gasolina ligera y pesada sale de los confines de la instalación y se mezcla con una corriente equivalente de la unidad existente, antes de entregar la gasolina base procesada a las tuberías para combustibles de transporte.
- Almacenamiento: La gasolina obtenida del proceso de conexión del ducto va al tanque, donde se mezcla con gasolina premium y se vende a gasolineras y clientes de todo el país. (Naranjo & Villareal, 2016)
- En la cámara de combustión el octanaje es la capacidad antidetonante de la gasolina cuando se comprime en los cilindros del motor, y cuanto mayor sea la relación de compresión del motor, mayor será la eficiencia y el rendimiento, pero esto también aumenta el cascabeleo, se puede presenciar una reducción de la potencia y la eficiencia del motor. El número de octanos domina, y cuanto mayor sea el número de octanos de la gasolina, más eficiente es, especialmente en un motor a inyección. (Morquecho, 2018)
- A medida que el pistón sube para comprimir el aire en la cámara, la compresión será mayor o menor según el diseño. Las especificaciones del vehículo hablan de relaciones de compresión como 7:1 (siete a uno), lo que significa que 1 unidad de aire se comprime 7 veces en la cámara. En general, los motores con una relación de compresión de 9,5:1 o superior deben usar gasolina extra en Colombia y gasolina súper en Ecuador. Esto se debe a que Debido la compresión y la temperatura es alta, es necesario que el mayor octanaje de la Extra/Super permita que la explosión no se adelante debido a la temperatura y se produzca el cascabeleo. De hecho, este cascabeleo es perjudicial para el motor y acorta su vida útil. Esto se debe a que la alta temperatura que alcanza en la cámara de combustión debido a la alta compresión hace que la mezcla aire-

combustible explote antes de tiempo (antes de que se active la bujía). Unos milisegundos más tarde, la chispa de encendido crea un nuevo frente de llama que choca con el primero, produciendo una explosión (o pre encendido) muy poderosa que se puede escuchar fuera del motor y que a menudo se denomina "cascabeleo". Este fenómeno se puede corregir con gasolina extra/súper, que tiene un octanaje más alto y, por lo tanto, es más difícil de encender (TUYOMOTOR, 2016). -

En cuanto a su composición química, es una mezcla de hidrocarburos C4 a C11 estilada de 25°C a 210°C y contiene todo tipo de hidrocarburos: parafinas, isoparafinas, olefinas, aromáticos, naftenos, etc. Pueden contener componentes oxidantes como éteres derivados del metanol y etanol como MTBE, ETBE y TAME, y alcoholes puros como metanol, etanol e isopropanol en proporciones variables.

También es muy bajo en partes por millón de azufre y nitrógeno. Es normal la presencia de aditivos de estabilidad, antidetonantes, anti hielo, detergentes. (Calle Guadalupe, 2018) Los BTEX son un subproducto de la destilación del petróleo, cuyos usos más comunes son: plásticos, resinas, disolventes de pinturas, colas, barnices y tintas de imprenta; como aditivo en gasolinas, (De la Rosa Martínez, 2012), estos elementos tienen sus características las cuales son:

El benceno se utiliza generalmente como un disolvente y en la gasolina se puede encontrar un porcentaje entre 1% y 2% vol.

El tolueno es un agente de limpieza que se encuentra en la gasolina y tiene un porcentaje del 5% al 7% vol.

Los xilenos (m-xileno, p- xileno y o-xileno) forman parte de muchas formulaciones de combustibles de gasolina donde destacan por su elevado índice octano, se encuentra en un porcentaje del 6% al 8% en volumen.

El etilbenceno es un líquido inflamable, incoloro, de olor similar a la gasolina, se le encuentra en el petróleo. (De la Rosa Martínez, 2012)

La composición de la gasolina está determinada por la mezcla de hidrocarburos obtenidos por destilación, identificables por análisis cromatográfico. La gasolina utilizada como combustible para automóviles en el área metropolitana de Quito y analizada por el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Centro del Ecuador, (De la Rosa Martínez, 2012), contiene varios componentes:

Tala #1 Composición de BTEX de la gasolina Súper

Componente	% masa	% volumen
Benceno	1,1733	0,9684
Tolueno	9,6726	8,0931
o-xileno	2,708	2,2318
m-xileno	4,8993	4,1125
p-xileno	1,8798	1,5838
Etilbenceno	1,8101	1,5145

Fuente, (De la Roza Martínez, 2012)

En Ecuador, las emisiones de CO₂ aumentaron en 7.108 megatoneladas en 2021 con respecto a 2020, un aumento del 20,89%. Con emisiones de CO₂ de 41.141 megatoneladas en 2021, Ecuador ocupa el puesto 124 en el ranking de emisores de CO₂ de 184 países clasificados de menos a más contaminantes. Además de las emisiones totales de CO₂ a la atmósfera (que lógicamente depende de variables como la población del país), también conviene analizar el comportamiento de su emisión per cápita. La tabla muestra que las emisiones de CO₂ per cápita de Ecuador en 2021 han aumentado, y las emisiones de CO₂ per cápita son de 2,34 toneladas. Finalmente, es interesante observar las emisiones de CO₂ por \$ 1,000 de PIB, que mide la "eficiencia ambiental" del mismo país en la producción de CO₂ a lo largo del tiempo.

En el último período, Ecuador emitió 0,22 kg por \$1.000 de PIB, más que en 2020. La tabla 1 de anexos muestra la evolución de las emisiones de CO₂ desde 2011, mientras que las emisiones per cápita han disminuido en comparación con las emisiones de CO₂ por cada 1000 dólares de PIB. Las emisiones totales de dióxido de carbono también han aumentado en los últimos cinco años, aunque al menos las emisiones per cápita han disminuido durante este período. Haga clic en los enlaces a continuación para ver el ranking de emisiones de CO₂ por país y la economía de Ecuador para ver toda la información que hemos publicado sobre Ecuador.

En Colombia, las emisiones de CO₂ aumentaron en 4.535 megatoneladas en 2021 respecto a 2020, un aumento del 6,21%. Con 77,57 megatoneladas de emisiones de CO₂ en 2021. Colombia es el país 137 en el ranking de emisores de CO₂, que consta de 184 países ordenados de menos a más contaminantes. Además de las emisiones totales de CO₂ a la atmósfera (que lógicamente depende de variables como la población de un país), también es práctico analizar su emisión per cápita. La tabla muestra que las emisiones de dióxido de carbono per cápita de Colombia aumentaron en 2021 con emisiones de dióxido de carbono per cápita de 1,53 toneladas.

Finalmente, es interesante observar las emisiones de CO₂ por \$1,000 de PIB, que mide la "eficiencia ambiental" del mismo país en la producción de CO₂ a lo largo del tiempo. En el período más reciente, Colombia emitió 0,1 kg por \$1.000 de PIB, cifra inferior a la de 2020.

La tabla muestra la evolución de las emisiones de CO₂, que han ido en aumento desde 2011, emisiones per cápita versus emisiones de CO₂ por \$1.000 de PIB.

Para efecto de la investigación haciendo un análisis comparativo de los dos combustibles pertenecientes al área andina se tomó un vehículo que no tenga un sistema de inyección que corrija algunas características físicas o químicas en cuanto al combustible, es por ello que el auto seleccionado para el análisis fue determinado cumpliendo estas características constructivas de fábrica, tomando en consideración que el parque automotor de la ciudad de Quito aún tiene un alto número de vehículos circulando con carburadores, este análisis permite determinar un verdadero cambio entre estos dos combustibles y dar un aporte a la revisión vehicular que no toma en consideración el combustible que expende el gobierno para el análisis de emisiones,

MATERIALES Y METODOS

METODOS

A nivel mundial los países cuentan con normativas que regulan y controlan las emisiones contaminantes de los vehículos para que éstas no sean excesivas y generen menor impacto negativo al planeta y por ende a las personas. Para la realización de este estudio se utiliza la metodología cuantitativa con método analítico, comparativo, comparativo y bibliográfico se determina cuál de las gasolinas tiene mejor características de calidad, realizando un procedimiento normalizado comparativo para evidenciar la emanación de los gases producto de la combustión debido a la calidad de combustible.

MATERIALES

Vehículo Lada 21043 año 1993

En este artículo utiliza un vehículo Lada 21043 del año 1993 motor de cuatro tiempos con un cilindraje 1300cc en óptimas condiciones de funcionamiento, al cual se lo ha sometido a un mantenimiento preventivo y estar seguros de su despeno optimo, cumpliendo las normas exigibles por las regulaciones de la provincia de Pichincha en especial de la ciudad de Quito, es un vehículo que ingreso al país con fuerza en la década de los años 1990, la utilización de este vehículo permite obtener los datos reales del comportamiento del combustible sin que un computador pueda hacer algunas correcciones que puedan distorsionar las mediciones.

El vehículo tiene un sistema de suministro de combustible por medio de un carburador que permite hacer la mezcla aire combustible, adicional el sistema de encendido es por chispa eléctrica con un sistema electrónico de suministro de chispa eléctrica.

Figura #4 Vehículo de pruebas



Fuente, Autores

Equipo de medición de gases de escape para motores a Gasolina CAP3201

El equipo de medición es un CAPELEC CAP3201 que permite determinar los niveles de emisiones de gases de cualquier tipo de motor a gasolina, GLP y GNV, cumple con la norma requeridas por la revisión técnica vehicular, calibrado de acuerdo a las normas del fabricante antes de ser utilizado, este equipo nos permite identificar concentración de Hidrocarburos (HC), Monóxidos de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), entre otros pero los utilizados son los mencionados en este apartado para efectos del estudio.

Figura #5 Herramienta de medición.



Fuente, autores.

La Norma Inen 2204 que rige a los combustibles.

Esta normativa está vigente en el Ecuador, pero obsoleta en países de América del norte, Canadá, Japón y los de la comunidad Europea, entre otros, la norma regula los límites máximos permitidos que pueden generar los motores y que los expulsan al medio ambiente, esta norma nos permite verificar si los combustibles de la región andina cumplen los mismos

estándares o existe diferencias entre ellos, no está por demás mencionar que la norma de medición da cuenta de un prueba estática que de igual manera ya es obsoleta, en la actualidad para la medición de gases emitida al medio ambiente se lo realiza por medio de pruebas dinámicas, que se ajusta de mejor manera a un comportamiento real del automotor.

Dinamómetro, el equipo para medir la potencia del motor es un dinamómetro de rodillos utilizado como herramienta de medición de laboratorio que permite obtener los valores de potencia generados por el automotor y que es correspondientes a los dos tipos de combustibles, permitiendo tener un valor de medida y comparación adicional a los gases de escape, aportando información para determinar si la calidad de combustible afecta en las emisiones emitidas, así como a la potencia que entrega el motor.

Figura #07, Medidor de potencia.



Fuente, Autores.

Combustible ecuatoriano.

En el estudio se utilizó un combustible que se lo puede encontrar en cualquier estación de servicio del país, una gasolina Super de 92 octanos según datos del gobierno, para fines comparativos de una muestra se pudo obtener los siguientes:

Densidad: 0,761gr/m³

Color: Azulado (depende del colorante)

Estos combustibles están regidos por la norma INEN 935 para combustibles de 92 Octanos que el gobierno expende en todo el país.

Combustible Colombiano.

El combustible colombino de igual manera se lo obtienen en cualquier estación de servicios en todo el territorio colombiano y se adquirió un combustible denominado Premium de 91 octanos en teoría un octano menos que el ecuatoriano. De la muestra se obtuvo las siguientes

características:

Densidad: 0,757

Color: Azul

El combustible colombiano esta normado por el Ministerio de Mina y Energía con algunos decretos para las mejoras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Datos de entrada.

Los valores que se utilizan como base para el estudio son tomados de la normativa INEN 2204 que dan un techo que se utiliza para los efectos comparativos de las pruebas de laboratorio, estos datos a su vez son tomados de una forma no tan clara por la revisión vehicular para estandarizar de acuerdo algunos parámetros de fabricación a los vehículos que circulan por la ciudad de Quito.

Tabla #2 norma Inen 2204

Año modelo	% CO		ppm HC	
	0 -1500	1500 -3000	0 -1500	1500 -3000
2000 y post	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1980 y anter.	5,5	6,5	1000	1200

Fuente, (INEN, 2017)

PRUEBAS DE LABORATORIO CON ANALIZADOR DE GASES.

Prueba de emisiones.

Las pruebas de emisiones realizadas en un laboratorio con la ayuda de analizador de gases que cumple con los requerimientos y parámetros aprobados por la revisión técnica vehicular, para las mismas al vehículo se realizó el calentamiento del motor por un lapso de 20 minutos, cinco más del parámetro de la norma que solicita sean 15 minutos como mínimo, se coloca el instrumento medida y se realiza las pruebas en ralentí bajo sin carga (1000 RPM) y la segunda prueba en ralentí alto sin carga (2500 RPM), las dos pruebas realizadas son en condiciones estáticas.

Figura # 8, Toma de datos.



Fuente, Autores

Pruebas estáticas de laboratorio con combustible ecuatoriano Super 92 Octanos en ralentí bajo sin carga (1000 RPM).

Los resultados de la tabla número --determinan el nivel de emisiones emitidas por el motor en condiciones de ralentí bajo sin carga y con una prueba estática generando valores ajustados a la norma permitida dentro de su rango.

Tabla #3 Emisiones de Super 92 combustible ecuatoriano.

EMISIONES COMBUSTIBLE ECUATORIANO SUPER 92 OCTANOS		
	NORMA	MEDICION
1000 RPM	CO %	3,50%
	HC ppm	650 ppm
	CO ₂ %	5,20%
	O ₂ %	10,68%
	LAMBDA	1,628

TABLA # 03 Fuente analizador de gases

Pruebas estáticas de laboratorio con combustible ecuatoriano Super 92 Octanos en ralentí alto sin carga (2500 RPM).

Los datos obtenidos con el motor a una condición de 2500 RPM utilizando la misma metodología de medición y aun dentro de los rangos permitidos por la norma los datos obtenidos son determinados se reflejan en la tabla siguiente.

Tabla #4, Emisiones combustible Super 92 Octanos.

EMISIONES COMBUSTIBLE ECUATORIANO SUPER 92 OCTANOS			
		NORMA	MEDICION
2500 RPM	CO %	4,50%	3,22%
	HC ppm	750 ppm	814 ppm
	CO ₂ %		16,10%
	O ₂ %		2,92%
	LAMBDA		1,003

Fuente, analizador de gases autores

Pruebas estáticas de laboratorio con combustible colombiano Premium 91 Octanos en ralentí bajo sin carga (1000 RPM).

Las pruebas realizadas con el combustible colombiano responden a las mismas condiciones y exigencias realizadas al combustible ecuatoriano con los mismos parámetros de medición, es decir se lleva el auto motor a proceso de calentamiento durante 20 minutos antes de tomar las lecturas.

Tabla # 05 Emisiones Premium 91 combustible colombiano.

EMISIONES COMBUSTIBLE COLOMBIANO PREMIUM 91 OCTANOS			
		NORMA	MEDICION
1000 RPM	CO %	3,50%	3.19%
	HC ppm	650 ppm	796 ppm
	CO ₂ %		6,0 %
	O ₂ %		10,97 %
	LAMBDA		1,574

Fuente, analizador de gases autores.

Pruebas estáticas de laboratorio con combustible colombiano Premium 91 Octanos en ralentí alto sin carga (2500 RPM).

Las pruebas de laboratorio obtenidas a ralentí alto sin carga a 250 RPM nos permiten obtener los siguientes resultados.

Tabla # 06 Combustible Premium 91 octanos.

EMISIONES COMBUSTIBLE COLOMBIANO PREMIUM 91 OCTANOS		
	NORMA	MEDICION
2500 RPM	CO %	4,50% 0.65%
	HC ppm	750 ppm 110 ppm
	CO ₂ %	12.6 %
	O ₂ %	3,02 %
	LAMBDA	1,128

Tabla # 06 Fuente analizador de gases

PRUEBAS DE LABAORATORIO CON UN DINAMOMETRO.

Pruebas de potencia.

Esta prueba permite determinar la cantidad de energía (potencia HP) entregada por el motor de combustión, hacer una comparación entre los combustibles del área andina en estudio y tener un parámetro de comparación adicional. De las tres pruebas realizadas en el dinamómetro por cada tipo de combustible combustibles (ecuatoriano y colombiano) se ha colocado un promedio de las lecturas.

Pruebas de laboratorio en el dinamómetro con combustible ecuatoriano Super 92 Octanos.

Se coloca y asegura el vehículo en el dinamómetro posterior a su calentamiento por 20 minutos, el procedimiento es:

- Ingresar datos del vehículo y propietario.
- Colocar características del neumático.
- Acerar el auto a 2000 RPM en primera
- Pasar la marcha a segunda y subirlo a 2000 RPM
- Pasar la marcha a tercera y subirlo a 2000 RPM.
- Pasarlo a cuarta marcha (directa) y acelerar todo hasta el corte de combustible o máxima aceleración sin computador a bordo.
- Primera prueba sin registro de datos solo verificación de que todo esté en orden.
- Repetir el proceso en tres lecturas.

El dato obtenido de la prueba del dinamómetro se describe en la tabla.

Tabla # 07 Medida dinamómetro combustible ecuatoriano.

DINAMOTRO COMBUSTIBLE ECUATORINO SUPER 92 OCTANOS.		
VAR	RPM	MAX
POTENCIA	3800	39
TORQUE	2600	9,5
POTENCIA TRANS	4600	6,7
POTERNCI MOTOR	4200	44,2

Fuente, dinamómetro medida autores.

Pruebas de laboratorio en el dinamómetro con combustible colombiano.

Para el combustible colombiano se realiza el mismo procedimiento de colocación en el dinamómetro y las respectivas pruebas bajo los mismos parámetros que con el combustible ecuatoriano, se obtiene los datos registrados de las lecturas en la siguiente tabla

Tabla # 08 Medida dinamómetro combustible colombiano.

DINAMOTRO COMBUSTIBLE COLOMBIANO PREMIUM 91 OCTANOS		
VAR	RPM	MAX
POTENCIA	3800	39
TORQUE	2600	9,5
POTENCIA TRANS	4600	6,7
POTERNCI MOTOR	4200	44,2

Fuente dinamómetro toma datos autores.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los datos obtenidos con el combustible ecuatoriano generan unos porcentajes regulados por la norma INEN 2204 a 1000 PMP (ralentí bajo) en donde se obtienen un Co% de 3,19% la norma permite hasta 3,50% eso quiere decir que está dentro del rango, un particulado de HC

de 1193 ppm cuando la norma permite hasta 650 HC ppm generando un rango fuera de lo permitido, esto determina que los datos obtenidos en bajas revoluciones el vehículo no aprobaría la revisión técnica vehicular, cabe decir que es un vehículo a carburador.

La prueba de ralentí alto (2500 RPM) los datos obtenidos del promedio de lecturas determinan que el CO 3,22% con un límite máximo permitido 4,50% encontrándose dentro de los límites de la normativa, el particulado de HC se encuentra en 814 ppm de un máximo permitido de 750 ppm, de lo dicho el vehículo no pasaría de la RTV por estar con el particulado por encima de los límites permitidos.

Para efectos de análisis se realiza las mismas pruebas en el vehículo solo que se cambia de combustible por una gasolina Premium 91 Octanos de Colombia, posterior al cambio de mismo y estar consumiendo éste, datos obtenidos de las lecturas en promedio determinan que en ralentí bajo (1000RPM) las lecturas obtenidas indican un CO de 3,19% de un máximo de 3,5% el particulado de HC se encuentre en 796 ppm de un máximo de 650 ppm lo que no permitiría pasar la RTV pero lo importante de este dato es que los HC solo con el cambio de combustible del ecuatoriano al colombiano presenta una disminución del 33,3% del particulado pasando de 1193 a 796 ppm en ralentí bajo.

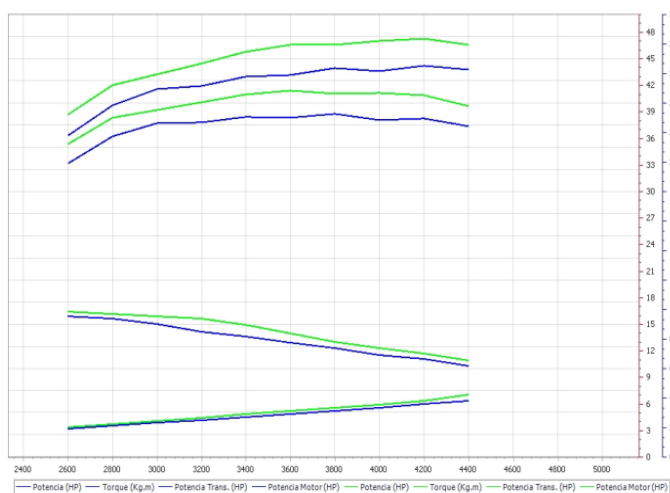
En la segunda prueba del combustible colombiano a (2500 RPM) en ralentí alto sin carga con pruebas estática permite observar las que el CO se encuentra en un 3,19% de un máximo de 3,5% dentro de la norma establecida, la lectura del HC determina 110 ppm de un máximo de 750 ppm, con los datos obtenidos se deduce que hay una disminución importante del particulado en las emisiones de gases contaminantes, la reducción de las emisiones con respecto al combustible ecuatoriano sería de 86,5% y el vehículo pasaría las RTV en lo que respecta a la medición en ralentí alto, bajando el particulado de HC de 814 a 110 ppm.

Los datos resultantes en las diferentes mediciones dan cuenta que el combustible y su calidad permiten bajar los niveles contaminantes sin que el motor tenga que ser la única causante, dicho en otras palabras, se puede asegurar que un motor que esté trabajando en óptimas condiciones el combustible puede ser el causante que dicho automotor genera más contaminantes a causa del combustible y no apruebe la RTV, el combustible en el Ecuador y en los países del área Andina son regulados por el gobierno, esto quiere decir que la calidad del combustible es exclusiva responsabilidad del agente regulador estatal, por otro lado las revisiones técnicas también son parte del estado, no es menos cierto que son entidades público – privadas que determinan las normas para la RTV, el estudio demuestra que son fallas muy grandes del estado que van en perjuicio de los usuarios de las gasolinas y de las regulaciones, Como dato adicional el vehículo elegido para el estudio es un vehículo que ha pasado por la aprobación de la RTV y que por esta razón ha sido la herramienta para este estudio, el vehículo a carburador y atmosférico a no poseer una alta tecnología donde las computadoras actuales pueden hacer varias correcciones en circunstancias de funcionamiento y no permitir ver con claridad lo que ocurre con el combustible.

Los datos obtenidos del dinamómetro dan cuenta de lo que ocurre con la potencia del motor, mismo que proviene de la quema del combustible y de las diferencias encontradas en los dos combustibles de similares características, pero con desempeños de emisiones y potencia distintas.

El dato obtenido de la potencia del motor con el combustible ecuatoriano es de 47,2 HP mientras que el combustible colombiano es de 44,2 HP con una diferencia de 3 HP que representa una diferencia de 6,3%, esto se podría decir que la pérdida de potencia es mínima para las emisiones de gases que se generan al medio ambiente.

Figura # 09 Líneas de torque y potencia entre combustibles



Fuente dinamómetro, datos obtenidos autores.

La grafica permite ver las diferencias entre los combustibles, la línea azul corresponde al ecuatoriano y la línea verde representa al colombiano.

CONCLUSIONES.

El estudio realizado en referencia a la medición de gases de escape en los dos combustibles del área andina, demuestra que siendo países aledaños tienen políticas diferentes sobre hidrocarburos y manejo de los combustibles, la calidad de los mismos es una condición necesaria para poder tener un ambiente menos contaminado, el estado es el único responsable ya que es el ente regulador de los combustibles, es quien tiene en sus manos la decisión de mejorarlos con mejores políticas medio ambientales que permitan una reducción de emisiones del parque automotor, una gran cantidad de combustible es importado por el Ecuador porque la capacidad de refinamiento no abastece a las demanda que tiene el país, de esta forma al convertirse en un consumidor es más fácil imponer al oferente mejores características en los despachos de los derivados del petróleo, en los de refinamiento local se deben hacer las correcciones necesarias que permitan mejorar los procesos de refinamiento de acuerdo a las condiciones actuales y requerimientos de los automotores modernos que para poder certificar normas actuales necesitan combustible de mejor y mayor calidad que los que se expenden actualmente en el Ecuador.

El mundo en la actualidad demanda de combustibles que cumpla parámetros para los motores con normas Tier 4 o Euro 7, que son los requerimientos de los países industrializados y buscan mejorar las condiciones medio ambientales a nivel mundial, para el análisis en Ecuador las normas que se utilizan como comparación más cercana a lo que se utiliza es la Euro 3 que quedo obsoleta en el año 2005 y con un sistema de análisis de pruebas estáticas

que de igual forma ya no son utilizada porque no reflejan el comportamiento del vehículo en las condiciones normales de trabajo, es por ello que las pruebas que se utilizan hoy en día son dinámicas y reflejan de mejor manera el trabajo en forma más real que realiza el automotor en condiciones reales.

Este estudio en lo particular evidencia que el combustible ecuatoriano con respecto al colombiano genera sobre el 80% más de HC en partículas por millón y más 30% de CO, sin dejar de mencionar que el combustible colombiano no es de altísima calidad, pero el estudio demuestra que un nivel muy alto de contaminación es producido por la falta de calidad de combustible ecuatoriano, esto podría abrir la puerta para un estudio que refleje los porcentajes fuera de rango los vehículos que no pasan la RTV que en gran parte podrían ser por la mala calidad del combustible.

La conclusión más relevante del estudio es que siendo el combustible comercializado por el gobierno, bajo los estándares colocado por el mismo estado, con un combustible ya comprobado de baja calidad permitiendo generar mayor cantidad de elementos contaminantes, existe una tendencia de proliferar la revisión técnica vehicular en todo el país que en lugar de darnos datos certeros puede inducir al error involuntario de los propietarios e incluso de los fabricantes ya que la tecnología de revisión y la mala calidad de combustible pueden ser en gran número la causa de no aprobación de la RTV, dicho sea de paso que la RTV se las incluye en las ciudades donde justifica la instalación por el número del parque automotor y que representa un lucro importante para la empresa privada y por supuesto para el estado local, la evidencia demuestra que los vehículos pese a que su estado mecánico esta en óptimas condiciones de acuerdo a los años de fabricación o certificación de las normas legales exigidas y aprobadas en esos años los vehículos por la mala calidad de combustible pueden quedar fuera de norma, lo que es peor el mismo gobierno podría limitar la circulación de estos automotores sin tomar en cuenta que el combustible podría ser una de las causantes fuertes de esas emisiones, otros estudios demuestran que muchos vehículos salieron del parque automotor por no cumplir con las normas de la revisión técnica vehicular asumiendo que por los años o por alto nivel de contaminación, pero nadie ha dicho que muchos de aquellos automotores expulsados fue causa del mal combustible, y hoy en día muchos de los usuarios no se explican porque sus automóviles no pasan la RTV sin justificación ninguna y mucho de ellos recurren a trampas para poder seguir circulando, queda demostrado que con un buen nivel de combustible mucho de los automotores de hoy en día podrían pasar la RTV sin tener que acudir a ninguna de las artimañas que se las expende junto a los centros de RTV y que ya son parte del entorno.

RECOMENDACIONES

El estudio deja abierta la puerta para que se siga haciendo más pruebas con los combustibles, que sirvan de aporte importante para generar una conciencia de cambio de los combustibles por unos de mayor calidad que generen menos contaminantes al ambiente, además propiciar que los vehículos que lleguen a país cumplan ciertas normas vigentes como las Euro 6 y las posteriores, dejando de utilizar sistemas obsoletos y casi pre históricos que utiliza la RTV, como ejemplo podemos decir que el mundo mide el nivel de gases contaminantes con sistemas dinámicos y el Ecuador con sistemas estáticos ya obsoletos desde el 2005 que murió la euro tres más cercana a la que utiliza la INEN 2204.

El estudio amplió la mente a nuevos investigadores para que dirijan sus esfuerzos a las afectaciones generadas por regulaciones gubernamentales a los usuarios cuando no se tiene en cuenta todos los parámetros que inciden en la generación de polución por medio de fuentes fósiles en un parque automotor.

Como recomendación final sería interesante que se realice el mismo estudio con los motores diésel, pues hay varios rumores urbanos comentando que si un motor diésel no pasa la RTV hay que colocar diésel colombiano y paso sin problema, el estudio rompe el paradigma de que una gasolina colombiana soluciona los problemas de la RTV, no se puede hacer una afirmación de que con seguridad solucione el problema, pero el estudio demuestra que en un gran porcentaje lo podría solucionar.

BIBLIOGRAFIA

MELLENDEZ, A. (22 de ABRIL de 2022). Obtenido de bloomberglinea.com:

<https://www.bloomberglnea.com/2022/04/22/dos-gasolinas-de-mejor-calidad-se-venderan-en-ecuador-cuanto-costaran/>

PELEX. (01 de julio de 2022). Obtenido de eluniverso.com:

<https://www.eluniverso.com/noticias/internacional/colombia-ante-una-explosiva-alza-de-precios-de-los-combustibles-nota/>

Pule Calderón, L. F. (14 de Noviembre de 2017). *Impacto ambiental de la variación del octanaje de la gasolina en un motor a inyección electrónica con convertidor catalítico*. Obtenido de

Universidad Tecnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7463>

ANDI. (n.d.). *NORMA NACIONAL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES GASOLINA*. Retrieved from

ANDI: <https://www.andi.com.co/Uploads/Analisis-Impacto-Normativo-Calidad-de-Gasolina-Problematika.pdf>

Lina, P. (2014). *Calidad y precio de los combustibles en Colombia comparados con algunos países de América Latina; por qué exigir la disminución de los precios de la gasolina y diésel*.

Retrieved from Repositorio Institucional Universidad EAFIT:

PETROECUADOR DE LA CUIDAD DE SHUSHUFINDI EN EL AÑO 2015. Retrieved from

DSpace Universidad Indoamerica: <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/146>

Pule, L. (2017, Noviembre 14). *Impacto ambiental de la variación del octanaje de la gasolina en un motor a inyección electrónica con convertidor catalítico*. Retrieved from Repositorio Digital

Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7463>

Anexos

CALIDAD Y PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES EN COLOMBIA COMPARADOS

CON ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA; **PORQUÉ EXIGIR LA DISMINUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA GASOLINA Y DIÉSEL**

LINA MARIA PEREZ URIBE
Estudiante

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Magister en
Administración**

ÁNGELA MARIA RESTREPO
Asesora

MEDELLÍN UNIVERSIDAD EAFIT ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
2014

Calidad y precio de los combustibles en Colombia comparados con algunos países de

América Latina; Porqué exigir la disminución de los precios de la gasolina y diésel

Lina María Pérez Uribe¹

lina_m_perez@yahoo.com

Resumen

En el año 1999 se generó un nuevo esquema para la fijación de precios de los combustibles fósiles tradicionales en Colombia, el cual consistía en una política de liberación del precio de la gasolina regular y del ACPM², que buscaba generar competitividad de estos productos en el mercado e independizar la inserción del precio de la gasolina de la inflación, evitando así, los espacios especulativos. Estas políticas han hecho que en los últimos 13 años el precio de la gasolina corriente se incrementara en un 373% y el diésel en un 500%, afectando el IPC en más o menos un 31.7 %. Debido a estos incrementos en los precios y las continuas críticas por parte de los consumidores se quiso abordar el problema del precio de los combustibles en Colombia con una visión de región, por lo cual se seleccionaron algunos países; entre los cuales se encuentran Brasil y Chile como importadores; Argentina y Bolivia como autoabastecedores; Venezuela y México en su rol de exportadores, ésta se llevó a cabo en dos niveles; el primero de ellos tiene que ver con las políticas de precios de los combustibles de ventas a nivel interno y el segundo con la calidad de éstos en cada país para compararlos, luego con los parámetros de calidad del combustible y la estructura de precio en Colombia para determinar si se ajustan a las condiciones del mercado de la región en estudio. La metodología empleada fue el método comparativo. Uno de los principales hallazgos fue que el poder adquisitivo para los combustibles de los colombianos viene disminuyendo a partir de la liberación de los precios, lo cual ha llevado a que el consumidor final cambie sus hábitos de consumo.

Palabras Claves

Combustibles fósiles, estructura de precios, Parámetros de calidad de los combustibles, hábitos de consumo.

Abstract

In 1999 a new system for fixing prices of traditional fossil fuels in Colombia, which was to release a political price for regular gasoline and diesel fuel, which sought to create competitiveness of

¹ Artículo presentado para optar por el título de Maestría en Administración. Universidad EAFIT. Facultad de Administración, Medellín, Colombia.

² Gasolina Regular o Gasolina Corriente o gasolina motor, para el ACPM o diésel

these products on the market was generated and wean insertion gasoline price inflation, thus avoiding speculative spaces. These policies have made in the last 13 years the price of regular gasoline is increased by 373% and 500% diesel affecting the CPI in roughly 31.7 %. Because of these price increases and continued criticism from consumers; they wanted to address the issue of fuel prices in Colombia with a vision of region for which some countries were selected ; among which are Brazil and Chile as importers ; Argentina and Bolivia as self-suppliers , Venezuela and Mexico in their role as exporters, this was carried out on two levels ; the first of them price policies fuel sales domestically and second the quality of these in each country to compare then with the fuel quality parameters and price structure in Colombia , to determine compliance to market conditions in the region under study. The methodology used was the comparative method. The main findings are that the purchasing power of Colombian fuel has been declining since the release of prices; This has led the consumers changing their financial habits.

Key words.

Fossil Fuels, pricing, quality parameters of fuels, consumption habits.

Introducción

En Colombia el subsidio a la gasolina ha existido desde los años ochenta, la motivación para la intervención en el mercado radicaba en la preocupación por la influencia de un aumento en los precios de los combustibles sobre la inflación. “Se suponía que un incremento en el precio de los combustibles afectaba fuertemente la inflación a través del precio de los servicios de transporte, y como consecuencia de esto, se darían incrementos en los precios de los alimentos” (Rincón, 2010).

En el año de 1998, las políticas para fijar el precio de venta al público de la gasolina motor y el ACPM, estaban atadas a las políticas macroeconómicas de control a la inflación, sin que esto reflejara la dinámica de los precios internacionales del petróleo; esta situación generaba un ambiente especulativo, con un importante impacto en la inflación. No obstante, desde el primero de enero de 1999 el precio local de la gasolina motor y el ACPM están atados, en algún grado, a

las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo³; con esta medida lo que se buscaba era lograr la competitividad en el mercado extranjero de estos productos, para incentivar la participación del sector privado en el esquema de refinación o de importación de los mismos. También se quería independizar la indexación del precio de la gasolina con la inflación y evitar así los espacios especulativos.

En diciembre 23 de 1998 el Ministerio de Minas y Energía estableció la estructura de los precios en las resoluciones 8 2438 y 8 2439 para la gasolina motor y el ACPM respectivamente, lo que implicaba que los precios fluctuaran de acuerdo con los precios internacionales y la tasa de cambio (Rincón, 2010).

Estas nuevas políticas en la fijación de los precios de los combustibles dieron cabida a una serie de cambios en los hábitos de consumo de este producto, tanto en el país como en la ciudad de Medellín, porque los consumidores a la hora de comprar combustibles, dependiendo de su estrato socio económico y del tipo de vehículo que conducen, tienen en cuenta las variables de precio y las opciones de combustibles sustitutos o migración al transporte masivo.

Para analizar dicho fenómeno la autora hizo un estudio de mercado de corte cualitativo y cuantitativo desde 1998 al 2007 que permitió identificar los cambios de hábitos de los consumidores de combustibles fósiles a partir de la liberación de precios (Pérez Uribe, 2007).

La investigación actual proporciona una mirada comparativa desde una visión de región, teniendo en cuenta los precios de los combustibles en los países de América Latina, en su ubicación en los mercados, como importadores, autoabastecedores y exportadores. El otro aspecto que se considera, es la calidad de los combustibles en los diferentes países analizados para determinar si los colombianos pagamos un precio excesivamente costoso por los combustibles como la gasolina corriente y el ACPM y si éste es un reflejo de su calidad, y en consecuencia, cómo afecta el cuidado del medio ambiente. Surge entonces la siguiente pregunta ¿Cómo están los precios de los combustibles en Colombia de acuerdo a la calidad y la estructura de precios en comparación con los países escogidos de la región?

Para dar respuesta a esta interrogante, los resultados de la investigación describen y exploran la estructura de precios y la calidad de los combustibles en los países de América Latina, caracterizándolos como auto-abastecedores: Argentina y Bolivia, su producción de petróleo es suficiente para satisfacer su mercado interno; exportadores: México y Venezuela, su producción es suficiente para abastecer el mercado interno y sus excedentes de petróleo les permite

³ Política de liberación de los precios internos de la gasolina regular y el ACPM y su evolución acorde con el mercado internacional, véase las Resoluciones 82438 y 12439 del 23 de diciembre de 1998 del Ministerio de Minas y Energía

abastecer a otros países; e importadores: Brasil y Chile no tienen la capacidad suficiente para satisfacer el mercado interno. El periodo de estudio incluye desde 1999, momento en el cual se da la libración de los precios en Colombia hasta el 2013. Las variables consideradas fueron: estructura de precios, impuesto especial a los hidrocarburos y sus derivados y la calidad de los combustibles.

La técnica que se aplicó en esta investigación fue la del método comparativo, el cual da la posibilidad de construir el caso mediante procesos documentales con los cuales se pudo lograr una información detallada sobre la estructura de precios de los combustibles y su calidad en algunos países de la región. La comparación es una herramienta rutinaria que se utiliza en la formación de conceptos enfocados en similitudes y contrastes entre los elementos principales. “El empleo del método comparativo nos permite distinguir entre los sucesos o variables que se repitan en diversas realidades internacionales diferentes y, por tanto, que poseen un carácter de generalidad y aquellos otros que son exclusivos de cada una de ellas y sólo podemos considerarlos desde su particularidad”. (Cervera, 2010)

Esta investigación se enmarca en una revisión exhaustiva en ciertos puntos claves para generar un debate frente a la estructura de precios en América Latina; en primer lugar se elaboró un cuadro comparativo de las variables tradicionales, involucradas en el precio de la gasolina corriente y ACPM, así: precio de refinería, impuestos y margen de ganancias frente a los países escogidos de la región para determinar qué tanto se ajustan al entorno; en segundo lugar se determinó, mediante un cuadro comparativo, si los parámetros de calidad de la gasolina corriente y el ACPM como el octanaje, índice de cetano, azufre y plomo, se ajustan a los países escogidos de la región, teniendo en cuenta la posición de exportador de petróleo, que tiene Colombia dentro del mercado, y por último se analiza si el alto precio de la gasolina corriente y ACPM realmente es un reflejo de la calidad y cuidado del medio ambiente, comparativamente al de otros países de la región. Adicionalmente se retoman los resultados obtenidos en el estudio realizado por la autora en el año 2007 para evidenciar los cambios en los hábitos de consumo de los usuarios de combustibles fósiles en la ciudad de Medellín y ver los efectos que hasta ese momento habían causado

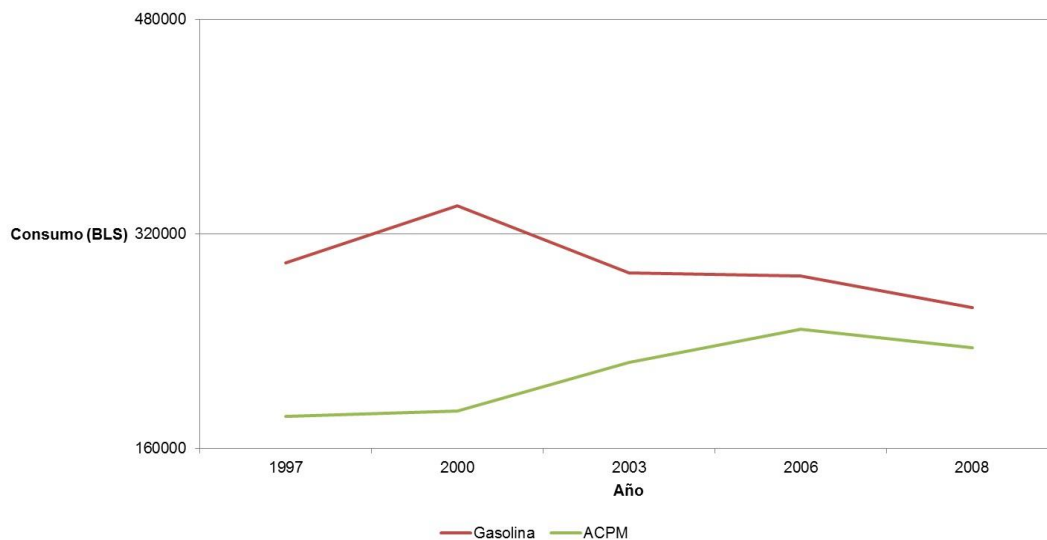
Este artículo aborda el problema desde dos parámetros: el primero de ellos el precio y la calidad de los combustibles en Colombia sería el segundo; para luego ser comparados con esos mismos parámetros en algunos países de la región, y de esta forma verificar si realmente el precio es muy elevado o simplemente se ajusta a la realidad de la región.

Conceptos fundamentales de la estructura de precios de los combustibles

A pesar del aumento de los precios de la gasolina corriente y el ACPM en los últimos años, el aumento en el consumo de combustible no parece disminuir, lo cual se debe a que los combustibles son un bien inelástico; es decir, que la reacción de los consumidores ante un cambio en el precio es pequeña, puesto que para la gran mayoría de los consumidores es un bien necesario, sin combustibles no funciona el vehículo y no tiene sustitutos cercanos. Esto se puede evidenciar en el figura 1. Consumo de combustibles en la ciudad de Medellín.

Para determinar el precio de los combustibles provenientes del petróleo se deben tener en cuenta las variables que lo rigen; es decir, que al no ser un bien homogéneo, la determinación de su precio no es trivial; en otras palabras, dado que el petróleo crudo varía en su gravedad específica y contenido de azufre, su precio es determinado generalmente utilizando diferentes marcadores, los cuales se determina en comparación con la zona geográfica más próxima al lugar donde se produce; dos de los más importantes referentes a nivel mundial son el denominado Brent Blend (petróleo producido en el Mar del Norte), referenciándose por los precios del mercado Europeo, África y Oriente Medio y el denominado West Texas Intermediate WTI (petróleo producido en Norte América), referenciándose por los precios del mercado norteamericano y latinoamericano, este es el caso del mercado de combustibles en Colombia. (Verini, 2010)

Figura 1. Consumo de combustibles en la ciudad de Medellín



Fuente: Elaboración del autor con base en datos tomados (Ecopetrol, Estadísticas de ventas nacionales, 1997 y siguientes).

Para el usuario final, los precios de los combustibles están basados en tres variables: El precio de refinación, que se refiere al precio sin gastos de comercialización, libre de impuestos e incorpora el margen del refinador; el segundo componente tiene que ver con la estructura de precios de los combustibles derivados del petróleo, es decir, los impuestos, que son la carga tributaria aplicada a los combustibles y varía en cada país, de acuerdo a sus leyes, aplicándose a cada galón o litro vendido; el tercer componente es el margen de distribución, éste incorpora los gastos de almacenamiento del producto, transporte (oleoducto), gastos de traslado a la estación de servicio y margen del distribuidor mayorista y minorista; finalmente se suman estos tres componentes para dar el precio de venta al público.

Estructura del mercado de los combustibles en Colombia

Los actores que participan en el mercado de combustibles en Colombia son cuatro: los productores o refinadores⁴, que son los que determinan la oferta; los almacenadores; los intermediarios que están compuestos por los transportadores, los distribuidores mayoristas⁵ y los distribuidores minoristas⁵ y por último los consumidores⁶, que determinan la demanda, esta estructura se puede ver en el figura 2 Estructura de mercado de los combustibles en Colombia

La distribución de combustibles en el país es catalogada legalmente como un servicio público. La Presidencia de la República se encarga de dar los lineamientos de política y nombrar al Ministro de Minas y Energía (MME), al Ministro de Hacienda y al

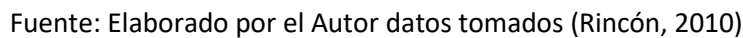
Superintendente de Industria y Comercio, figura 2. Estructura del mercado de los combustibles en Colombia; se puede observar cual es la dinámica de la comercialización de los combustibles en nuestro país; “El MME formula, planea; por medio de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), adopta las políticas y regula las actividades propias de mercado de los combustibles”. (Lopez, Montes, Garavito, & Collazos, 2012)

Figura 2. Estructura del mercado de los combustibles en Colombia

⁴ Ecopetrol es actualmente la única empresa refinadora del país, es propietario del 99% de la red de transporte por poliductos, es el mayor propietario de la infraestructura de almacenamiento y, para el año 2008, fue el mayor importador de combustible. ⁵ Los proveedores mayoristas son aquellos agentes que distribuyen el combustible desde plantas de abasto hasta otras plantas, a los grandes consumidores y a los distribuidores minoristas.

⁵ Los distribuidores minoristas adquieren el combustible de los mayoristas y lo venden directamente a los consumidores finales por medio de estaciones de servicio o directamente a los grandes consumidores.

⁶ Los consumidores están compuestos por los grandes consumidores (la Industria) y los pequeños consumidores (propietarios de vehículos particulares, públicos y de carga, más otros consumidores pequeños).



Evolución de la estructura del precio de la gasolina y el ACPM en Colombia

1976-1982:

29

en surtidor. Esta estructura de precios se utilizaba para regular el precio de la gasolina motor corriente, la gasolina motor extra, el queroseno y el ACPM de todo el país. Los precios entre regiones diferían debido a los diferentes costos de transporte en los que se incurría en el traslado del combustible.

1983-1987:

En este periodo, y específicamente en el año 1983, se establece simultáneamente un subsidio explícito a la gasolina motor corriente y extra y un impuesto al consumo, que se liquidaban sobre el precio por galón de venta al público. El subsidio era a favor de los departamentos y del Distrito Especial de Bogotá y lo giraba directamente ECOPETROL a las respectivas tesorerías. Con la Ley 14 de 1983 también se reguló el margen de los distribuidores mayoristas.

1988-1990:

A partir del año 1988 la regulación del precio de los combustibles se implementó de manera más desagregada y específica. La estructura del precio se formuló así:

Precio en refinería

+ Impuesto Fondo Vial

+ Impuesto sobre las ventas

+ Subsidio a la gasolina (corriente y extra) para los departamentos y Bogotá

= Precio en refinería con impuesto y subsidio

+ Transporte, manejo, trasiego y despacho

+ Tolerancia

= Costo en planta

+ Impuesto al consumo

= Costo en planta con impuesto al consumo

+ Margen distribuidor mayorista

= Precio venta en planta de abasto

+ Margen distribuidor minorista

+ Margen por evaporación y manejo

+ Transporte entre planta de abasto y estación de servicio

= Precio de venta al público en surtidor

1990-1998:

En el año 1990 se incluyó un margen de construcción nuevo de almacenamiento, en lo referente al costo de transporte, se inicia un proceso de discriminación del tipo de vía de transporte con el fin de establecer diferentes costos. Además, surge la regulación sobre otro tipo de combustibles como la gasolina de aviación, el turbo-combustible, la bencina industrial, entre otros. Esta estructura se mantiene durante el período, excepto los cambios en los siguientes ítems:

- En 1991 se eliminó el ítem “margen construcción nuevo almacenamiento”.
- En 1992 desaparece el “impuesto Fondo Vial”, el cual es reemplazado por el “impuesto nacional”.
- En 1993 el “impuesto nacional” es reemplazado por el “impuesto a la gasolina y el ACPM” (Ley 6ª de 1992). Esta misma Ley creó el impuesto llamado “contribución para la descentralización”.
- En 1996 desaparece el subsidio (explícito) a la gasolina.

Las variaciones periódicas del precio de la gasolina y del ACPM hasta 1996 estaban indexadas a la inflación pasada. A partir de ese año se definió que la inflación esperada debía ser el determinante de los incrementos. Hay que anotar que en la práctica, y como veremos más adelante, los cambios observados en los precios fueron muy diferentes del comportamiento de la inflación, estando más relacionados con los cambios en los precios internacionales, la tasa de cambio y los lineamientos por parte del gobierno de turno. La periodicidad con que se han hecho los incrementos ha variado desde incrementos anuales hasta mensuales, como se hace en la actualidad.

1999-2011:

Las resoluciones 8-2438 y 8-2439 de diciembre de 1988 establecieron, como se mencionó antes, que el precio de la gasolina corriente y del ACPM que daban cada uno compuesto por cuatro componentes: (1) el Ingreso al Productor (*IP*); (2) el Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista (*PMI*); (3) el Margen del Distribuidor Mayorista (*MD*); (4) el Precio Máximo de Venta en Planta de Abasto Mayorista (*PMA*) y el Precio de Venta al Público.

2011 – actual

Corresponde al precio paridad exportación, referenciado al mercado del Golfo de los Estados Unidos de América, de cada observación diaria de la Gasolina Motor Corriente producida en Colombia y se calculará con referencia al índice de la gasolina UNL 87 USGC y la Nafta USGC, mediante la siguiente fórmula:

$$PPEt = ((0.7 * UNL87t + 0.3 * Naftat) - FLt - CTt) * TRMt, \text{ (Gaviria \& Garavito, 2004)}$$

Ver anexo 1 evolución de la estructura del precio de la gasolina y el ACPM en Colombia, para profundizar sobre las estructuras de precio y sus términos.

Estructura de precio de los combustibles en los países materia de estudio

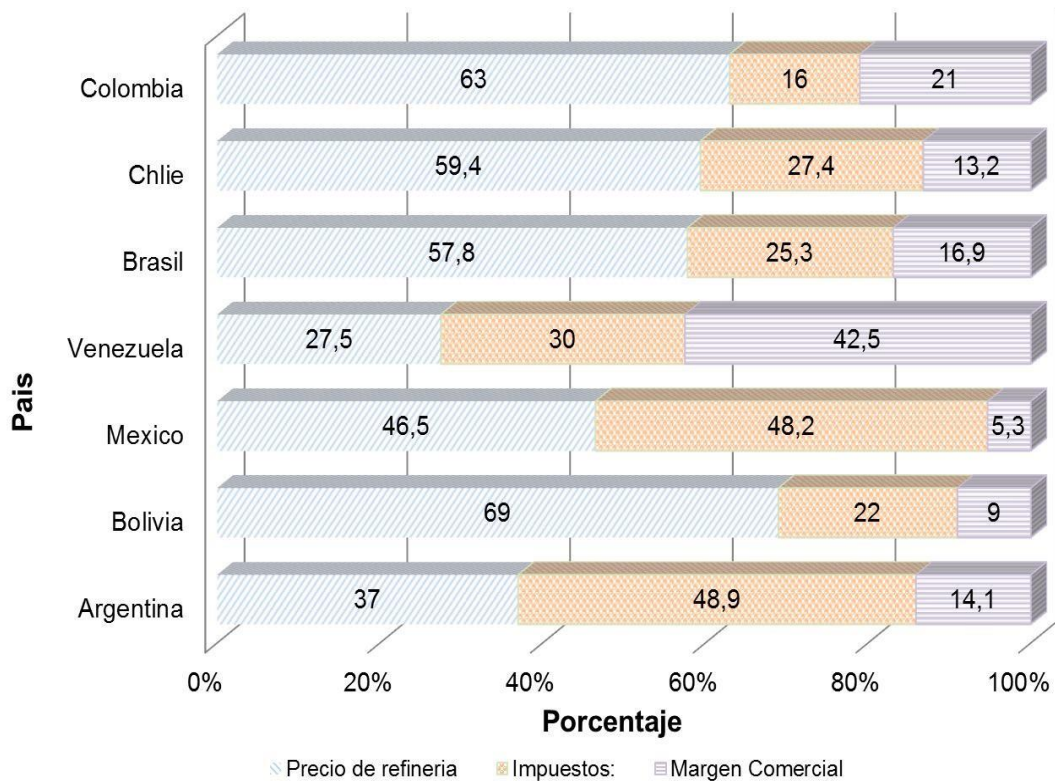
“La determinación adecuada del precio de la energía, resulta fundamental para la distribución y uso eficaz de los recursos energéticos, pero también para asegurar costos económicos, sociales y ambientales, incluidos los costos de las externalidades asociadas con el uso, están asociados con el precio” (Altomonte & Rogat, 2004), por lo tanto para esta investigación es importante observar cómo se determina el precio de los combustibles en los países objeto de estudio, teniendo en cuenta el rol dentro del mercado; las estructuras se pueden observar en el anexo 3 Estructura de precios en algunos países de la región.

Las estructuras de precio de los combustibles en los países objeto de análisis tiene una estructura fija, en la que intervienen cuatro variables, como se muestra a continuación:

1. Precio en refinería: Es el precio aplicado a los productos derivados del petróleo después de salir de la refinería
2. Impuestos: Estos varían en cada país de acuerdo a su legislación tributaria, el único que es constante es el Impuesto al valor agregado IVA
3. Margen de comercialización: El margen de comercialización es la remuneración que establecen los agentes comerciales. Está representado por las repercusiones derivadas de las inversiones necesarias para la comercialización y los costos en que se incurre, más su utilidad.
4. Precio final del consumidor: En nuestro caso es la suma de los tres ítems anteriores

Esta estructura permanece fija, sin hacer distinción del rol que juega cada país en el mercado de los combustibles, lo que varían son sus porcentajes y los componentes dentro del ítem de los impuestos, que dependerán de la legislación tributaria de cada país, cabe anotar, que esto no será objeto de esta investigación.

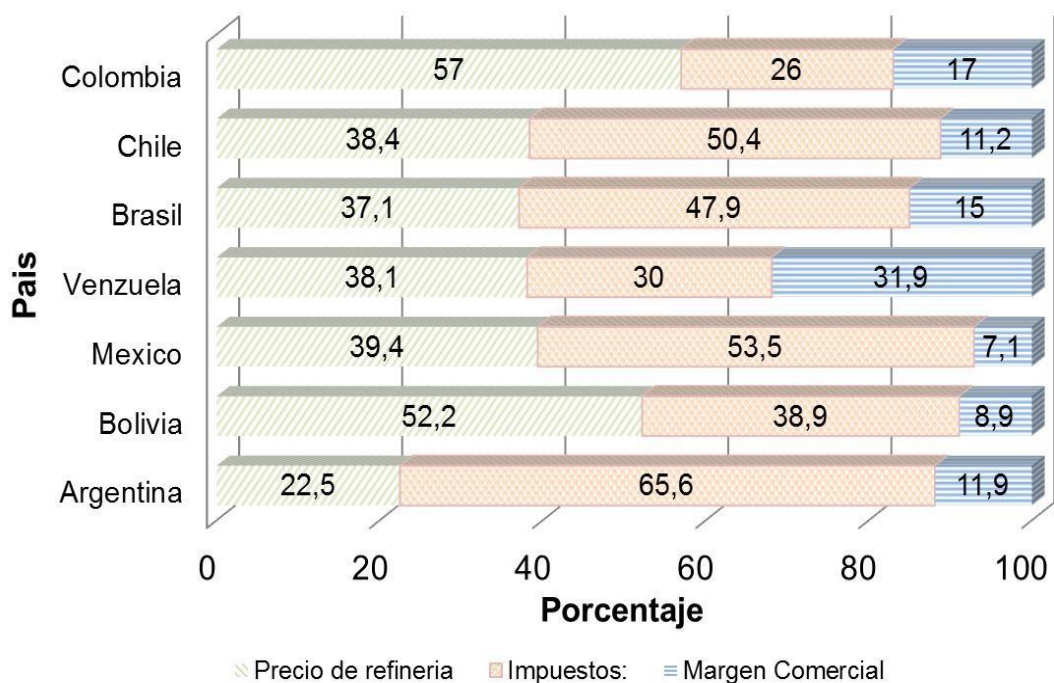
Figura 3. Porcentajes de las variables que intervienen en la formulación del precio para el ACPM



Fuente: Elaborado por el autor con datos (Cepal, 2002).

En esta figura 3 Porcentajes de las variables que intervienen en la formulación del precio para el ACPM; se observa el comportamiento de los porcentajes de las estructuras de precio en el ACPM para los diferentes países seleccionados; se omite el ítem de precio al consumidor dado que éste resulta de la suma del precio de refinería, los impuestos y el margen de comercialización.

Figura 4. Porcentajes que intervienen en la formulación del precio para la gasolina



Fuente: Elaborado por el autor datos tomados (Cepal, 2002).

En la Figura 4 Porcentajes que intervienen en la formulación del precio para la gasolina, se observa cómo se comportan las variables de la estructura de precios en porcentaje para la Gasolina en Colombia, Chile, Argentina, Bolivia, Brasil, México y Venezuela que son objeto de estudio en esta investigación. Podemos observar que el porcentaje de impuestos en Colombia es uno de los más bajos, representando un 26%, comparando con los impuestos de otros países, pero tiene uno de los precios de refinaria más altos de los países analizados, superado sólo por Bolivia que es un país autoabastecedor, a diferencia de Colombia que es el cuarto país exportador de Latinoamérica, con un millón de barriles diarios.

Análisis de las variables que intervienen en el precio de la gasolina y el ACPM en Colombia

En el Figura 3 Porcentajes de las variables que intervienen en la formulación del precio para el ACPM, se observa que el porcentaje más alto que interviene en la formulación de precio del combustible en Colombia es el precio de refinaria, siendo uno de los más altos de la región.

A esto debemos sumarle los impuestos que son unos de los más altos del país; por cada galón de gasolina pagamos casi el 30% del precio total en impuestos; es decir al

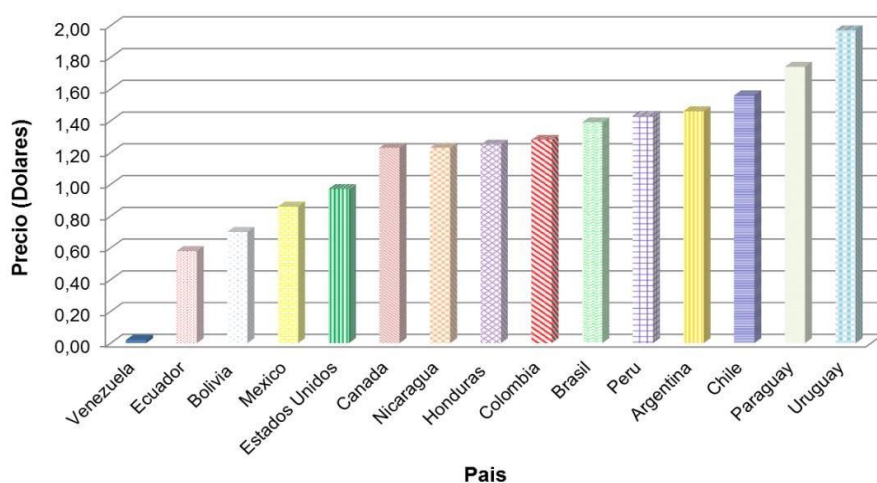
precio de la gasolina se le cobra IVA, se le cobra el impuesto global que va a los departamentos, se le cobra la sobretasa que se destina a reparar la malla vial de los municipios y por último el margen de continuidad del proceso, que está destinado a contribuirle a Ecopetrol en sus inversiones en exploración (Díaz Ortiz, 2010).

La estructura del precio de la gasolina es la siguiente:

- El 52%, lo recibe Ecopetrol por refinar y distribuir la gasolina
- El 13,4%, lo recibe el Estado como sobretasa, es decir, por prestar el servicio
- El 12,4%, se paga como impuesto nacional
- Un 1,01%, hace parte del margen del plan de continuidad que está destinado a contribuirle a Ecopetrol con sus inversiones en exploración
- Un 0,1%, corresponde a la tarifa de marcación, que es la distinción con color que hace Ecopetrol del combustible para que éste se diferencie del de contrabando

En la figura 5 Precio de la gasolina comparada con otros países; podemos observar cómo estas estructuras afectan los precios de los combustibles; inicialmente tomamos varios países de la región para posteriormente hacer el análisis comparativo con los países seleccionados para este estudio. Podemos observar que Colombia no es el cuarto país que tiene el combustible más caro, como se afirma en los medios.

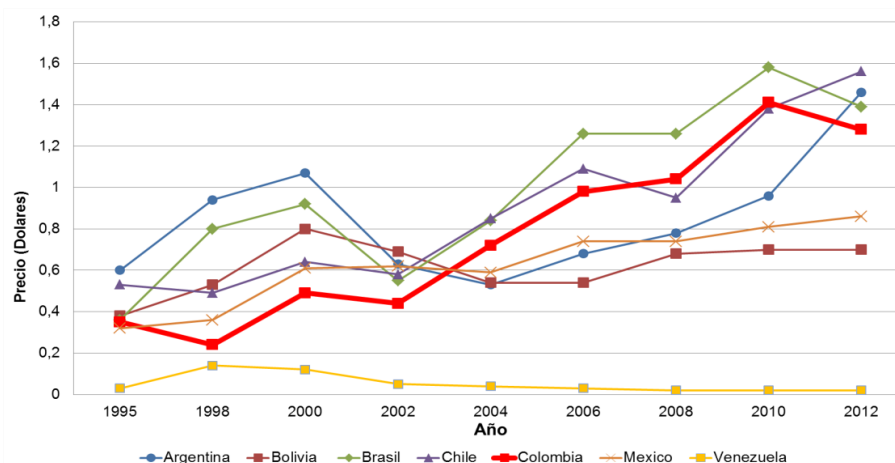
Figura 5. Precio de la gasolina comparada con otros países (US\$/Lt)



Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Banco Mundial, Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro), 2012)

Analicemos cómo estas estructuras se reflejan dentro del precio de los combustibles en la región. Para la gasolina podemos observar en el Figura 6 Precio de la gasolina comparado con otros de la región; que en Colombia se tiene el precio más alto de los países en estudio después de Bolivia, Venezuela y México; pero no podemos olvidar que estos dos últimos son exportadores de petróleo.

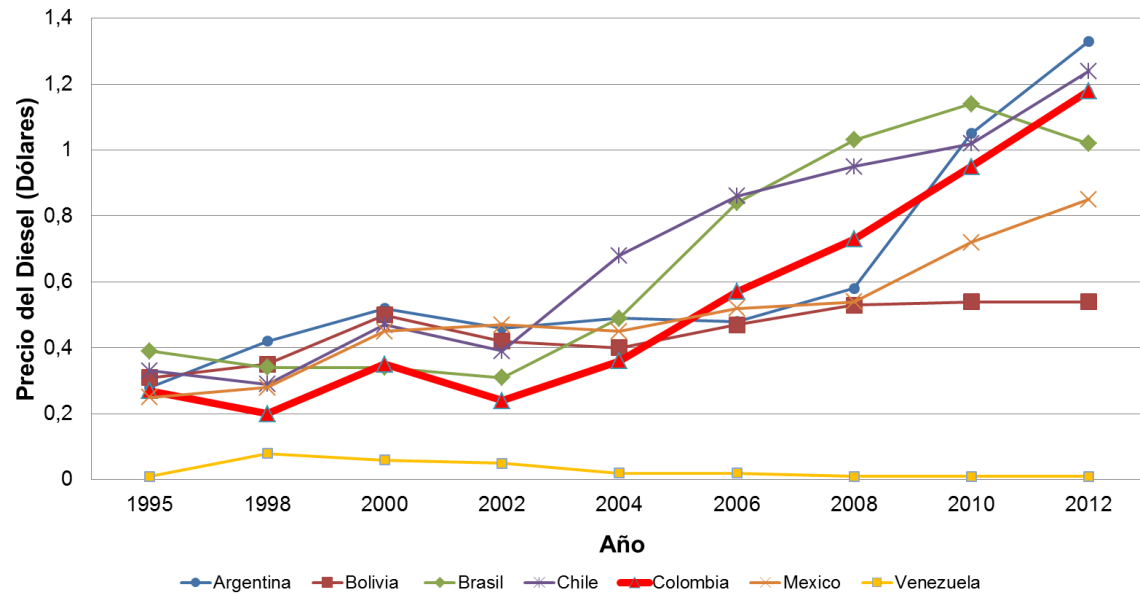
Figura 6. Precio de la Gasolina comparado con otros países de la región (US\$/Ltr)



Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Banco Mundial, Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro), 2012)

En la Figura 6. Precio de la Gasolina comparado con otros países de la región; se muestra el precio de la gasolina corriente en dólares de los países que son objeto de este estudio, podemos ver su comportamiento en el tiempo, donde Colombia incrementa sus precios de una manera exagerada frente a los países de la región en el 2004, momento en el cual se incrementa el precio de barril de petróleo y este precio se sostiene en el tiempo. En la figura 7 Precio del ACPM comparado con otros países de la región; notamos que el comportamiento del precio del diésel en los diferentes países no es muy diferente al precio del combustible diésel en Colombia, siendo el más alto después de Bolivia, Venezuela y México.

Figura 7. Precio de la ACPM comparado con otros países dela región (US\$/Ltr)



Fuente: El Autor, datos tomados (Banco Mundial, Precio del diésel para el usuario (US\$ por litro), 2012)

Estos datos deben cruzarse con el valor del salario mínimo de cada país y de esta forma mirar cuántos galones se pueden comprar con ese salario mínimo y de esta forma saber cuál es el poder adquisitivo de cada país. Ahora bien, vamos a mirar comparativamente cómo es la estructura del precio de los combustibles de los países escogidos frente a la de nuestro país, para ambos combustibles. Iniciemos con la gasolina corriente en la tabla 1 Galones de Gasolina que se pueden adquirir con el Salario mínimo en el 2012.

Tabla 1. Galones de Gasolina que se pueden adquirir con el Salario mínimo en el 2012

	Salario (dólares)	lt/ dólares	Lt	Galones
Venezuela	360,04	0,02	18002,0	4616
Argentina	545	1,46	373,3	96
Brasil	388	1,39	279,1	72
Colombia	327,4	1,28	255,8	66
Chile	388	1,56	248,7	64
Bolivia	118,51	0,7	169,3	43
México	95,9	0,86	111,5	29

Fuente: El Autor con datos tomados (Trabajo, 2012)

Al hacer la relación de galones por salario mínimo, que es un parámetro que nos da un indicativo del poder adquisitivo del ciudadano para comprar una unidad energética, en la tabla 1. Podemos evidenciar que Venezuela es el país que más galones de gasolina puede adquirir con el salario mínimo, seguido por Argentina y Brasil, que son países autoabastecidos e importadores respectivamente; Colombia, a pesar de ser un país exportador, sólo puede adquirir 66 galones con el salario mínimo, mientras que Argentina que es un país que se auto abastece puede adquirir 96 galones, un 45% más de poder adquisitivo de unidades energéticas. Ahora bien, en la tabla 2 Galones de Gasolina que se pueden adquirir con el Salario mínimo en el 2012 podemos ver el comportamiento para el ACPM.

Tabla 2. Galones de diésel que se pueden adquirir con el Salario mínimo en el 2012

	Salario (dólares)	lt/ dólares	Lt	Galones
Venezuela	360,04	0,01	36004,0	9231,8
Argentina	545	1,33	409,8	105,1
Brasil	388	1,02	380,4	97,5
Chile	388	1,24	312,9	80,2
Colombia	327,4	1,18	277,5	71,1
Bolivia	118,51	0,54	219,5	56,3
México	95,9	0,85	112,8	28,9

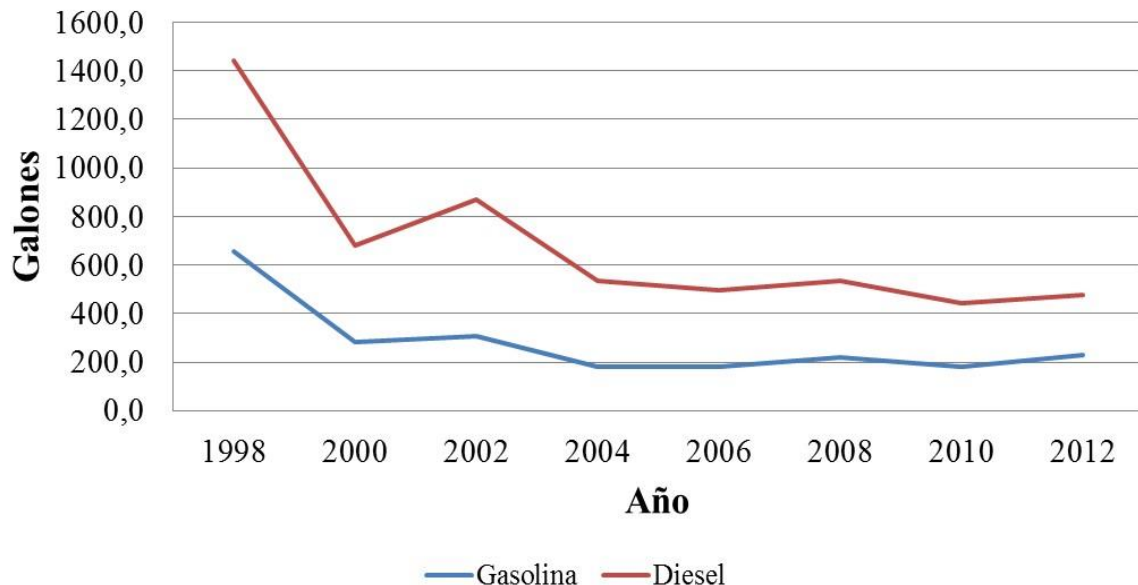
Fuente: El Autor con datos tomados (Trabajo, 2012)

En la tabla 2. Galones de diésel que se pueden adquirir con el Salario mínimo en el 2012, la situación no es muy diferente; Venezuela es el país que más poder adquisitivo tiene para el ACPM; seguido por Argentina, el cual es un país auto abastecedor; seguidos por Brasil y Chile que son países importadores; Colombia se encuentra en un quinto lugar a pesar de ser un país exportador; si comparemos estos indicadores con Brasil que es un país importador, éste tiene un poder adquisitivo mayor del 37%, comparativamente con Colombia.

En Colombia los precios de los combustibles se han venido incrementando paulatinamente en los últimos 13 años el precio de la gasolina corriente ha aumentado un 373%; en 1999 costaba alrededor de \$2280 y en 2013 costaba alrededor de \$8200 es decir ha subido un 373%; mientras que el combustible diésel

ha subido un 500% paso de \$ 1500 en 1999 a \$8112 en 2012. Se ha estimado un aumento del 10% aumenta la inflación del índice de precios al consumidor un 0.85% en la gasolina y el diésel (Rincón, 2010).

Figura 8. Galones de gasolina adquiridos con SMLV en Colombia

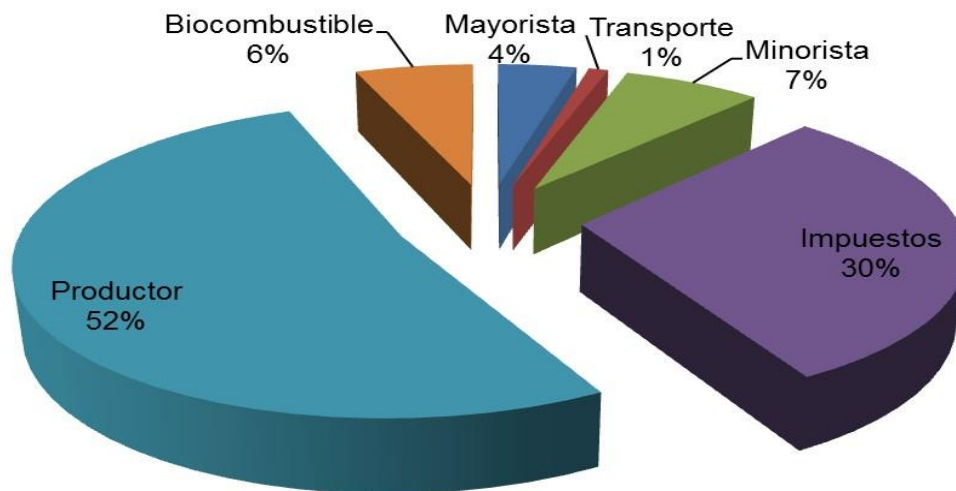


Fuente: El Autor con datos tomados (Ecopetrol, Estadísticas de ventas nacionales, 1997 y siguientes)

La figura 8. Galones de gasolina adquiridos con SMLV en Colombia, muestra cómo en Colombia los usuarios de combustibles han ido perdiendo el poder adquisitivo; la tendencia tanto para el diésel como para la gasolina es la misma con una pendiente negativa, eso se debe a que mientras el precio de los combustibles sube mes a mes, el salario mínimo sube cada año y no en la misma proporción, por ejemplo, entre el 2002 y el 2004 el salario mínimo aumentó en un 16%, la gasolina corriente se incrementó en un 63% y el diésel se aumentó en un 50%, es así como en el 2002 se podía adquirir 306 galones de gasolina corriente y en el 2004 sólo se podían conseguir 179 galones, es decir el poder adquisitivo disminuyó en un 50%.

Analicemos a fondo la estructura del precio de la gasolina de Colombia, en el gráfico 8 Galones de gasolina adquiridos con SMLV en Colombia; para la gasolina corriente el peso más alto de las variables en el de los costos es con el 52%, lo tiene el precio del productor, en este caso Ecopetrol; los impuestos aportan un 30%, si los sumamos tenemos un 82% del precio del galón de combustibles que va para las arcas del gobierno, en otras palabras, si un galón de combustible corriente cuesta \$9000, de ellos \$4680 irían para Ecopetrol y \$2700 corresponderían a los impuestos.

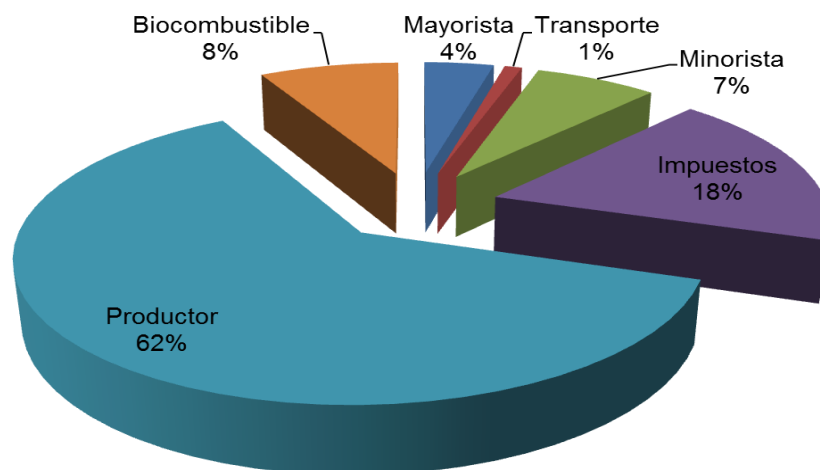
Figura 9. Distribución de la estructura de precio de la gasolina en Colombia



Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Ecopetrol, Presentacion de precios, 2012)

En la figura 9 Distribución de la estructura de precio de la gasolina en Colombia; se observa la distribución de los porcentajes antes mencionados. En la tabla 3 Componentes de la estructura de precios en porcentajes para la gasolina motor, podemos ver desglosados los componentes de la estructura de precios para la gasolina motor corriente, también en el figura 10 Distribución de la estructura de precio de la ACPM en Colombia y en la tabla 4 Componentes de la estructura de precios en porcentajes para el diésel para el ACPM; se evidencia cual es la estructura de precio del ACPM y la distribución de los porcentajes.

Figura 10. Distribución de la estructura de precio de la ACPM en Colombia



Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Ecopetrol, Presentacion de precios, 2012)

Al igual que en la gasolina, el 62% corresponde al pago que hay que hacer a Ecopetrol y el 18% va para impuestos, al sumarlos nos da un 80%; si tomamos el mismo ejemplo, si tomamos un galón de ACPM que cuesta \$9000⁷, de estos \$5580 son para Ecopetrol y \$1620 serían para impuestos.

Tabla 3. Componentes de la estructura de precios en porcentajes para la gasolina motor

1. Ingreso al Productor de la Gasolina Motor Corriente	50,7
2. Ingreso al Productor del Alcohol Carburante	7,4
3. Ingreso al productor de la Gasolina Motor Corriente Oxigenada	58,1
4. Impuesto a la venta, IVA	4,3
5. Impuesto Global	8,5
6. Tarifa de Marcación	0,1
7. Tarifa de Transporte por poliductos de la Gasolina motor Corriente	3,6
8. Tarifa de Transporte del Alcohol Carburante	0,4
9. Margen plan de continuidad	1,0
10. Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista	76,0
11. Sobretasa	13,4
12. Margen al distribuidor mayorista	3,0
13. Precio Máximo en Planta de Abastecimiento Mayorista	92,5
14. Margen del distribuidor minorista	6,6
15. Pérdida por evaporación	0,4
16. Transporte de la planta de abastecimiento mayorista a estación.	0,5
17. Precio Máximo de Venta por galón Incluida la Sobretasa	100

Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Ecopetrol, Presentacion de precios, 2012)

Se debe aclarar que el impuesto de venta para los derivados del petróleo es un impuesto monofásico, quiere decir que se causa una sola vez en todo el proceso de producción y comercialización. El impuesto global a la gasolina tiene las características de un impuesto nacional y no tiene una destinación específica. Mientras que la sobretasa para la gasolina es un impuesto autorizado para los distintos municipios y departamentos; la sobretasa al ACPM por el contrario está a cargo de la nación, básicamente para el mantenimiento de las vías, ésta se calcula sobre el

⁷ Este es un valor supuesto por el autor para efectos del ejercicio para facilitar al lector su comprensión.

precio de venta al mayorista, es decir que es un impuesto, sobre otros impuestos (IVA e impuesto global).

Tabla 4. Componentes de la estructura de precios en porcentajes para el diésel

1. Ingreso al Productor del ACPM	59,58
2. Ingreso al Productor del Biocombustible para uso en motores diésel	8,58
3. Biocombustible para uso en motores diésel	68,16
4. Impuesto a la venta, IVA	5,23
5. Impuesto Global	6,20
6. Tarifa de Marcación	0,07
7. Tarifa de Transporte por poliductos	4,20
8. Tarifa de Transporte del biocombustible para uso en motores diésel	0,26
9. Margen plan de continuidad abastecimiento	1,07
10. Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista	85,19
11. Margen al distribuidor mayorista	3,29
12. Precio Máximo en Planta de Abastecimiento Mayorista	88,48
13. Margen del distribuidor minorista	7,19
14. Transporte de la planta de abastecimiento mayorista a Estación.	0,58
15. Sobretasa	3,75
16. Precio Máximo de Venta al público	100

Fuente: Elaborado por el autor con datos tomados (Ecopetrol, Presentacion de precios, 2012)

La tarifa de marcación tiene como objetivo conocer la procedencia del combustible mediante una sustancia química que no afecta sus características físicas, mientras que el margen de continuidad es para pagar las ampliaciones de la infraestructura del poliducto del productor, en nuestro caso Ecopetrol; a pesar de que el transporte por oleoductos y poliductos es considerado un servicio público, las tarifas de transporte son fijadas periódicamente y se incluyen dentro de la estructura de precios. En el grafico 4 podemos ver esta distribución para el ACPM o diésel y en la tabla dos desglosamos los componentes de la estructura de precios.

Parámetros para determinar la calidad de los combustibles

El combustible es uno de los factores que más contribuye a deteriorar la calidad del aire, por su emisión de monóxido de carbono, óxido de nitrógenos, azufre y plomo, entre otros; como protección, se han establecido normas para la calidad de la gasolina y el ACPM, con el fin de reducir o eliminar los efectos adversos que su manipulación y uso causan para la salud y el medio ambiente.

Dentro de los parámetros para determinar la calidad de la gasolina tenemos: “Octanaje o número de octano, es una medida de la capacidad antidetonante de las gasolinas, para evitar las explosiones en las máquinas de combustión interna, de tal manera que se libere o se produzca la máxima cantidad de energía útil” (Castillo Barroso).

Una manera de incrementar el octanaje es agregar productos con plomo, el cual es un metal pesado contaminante, nocivo para los organismos vivos. En los Estados Unidos el límite para el plomo en la gasolina fue de 0,0267 g/l durante varios años y en Europa donde el límite para el plomo es de 0,15 g/l. Se eliminó completamente el plomo de la gasolina en Antigua y Barbuda (en 1991), Argentina

(1996), Belice (1996), Bermuda (1990), Bolivia (1995), Brasil (1991), Colombia (1991), Costa Rica (1996), El Salvador (1996), Guatemala (1991), Honduras (1996) y Nicaragua (1996). En Venezuela se produce gasolina sin plomo para el mercado de exportación, pero al mercado interno se le surte gasolina con plomo. (Gómez, Samaniego, & Antonissen, 2008)

En el combustible diésel, logran la combustión por compresión; el carburante debe encenderse por sí solo, cuando se inyecta en el aire comprimido y caliente de la cámara de combustión, la facilidad de encendido es lo que conocemos como el índice de cetano, el cual es un indicativo de la calidad de ignición que está dada por el retardo de ignición del combustible y está expresada en grados de rotación del ángulo del cigüeñal

El azufre es un componente natural del petróleo crudo y en consecuencia se encuentra tanto en la gasolina como en el diésel. Cuando estos combustibles son quemados, el azufre se emite como bióxido de azufre (SO_2) o como partículas de sulfatos. Cualquier reducción en el contenido de azufre en los combustibles, disminuye

las emisiones de estos compuestos y cuando este contenido decrece más allá de cierto punto, el beneficio aumenta, hasta una disminución importante de las emisiones totales de contaminantes.

(Blumberg & Heal, 2003).

Cuando se da la combustión se produce el dióxido de azufre, el cual es un contaminante, pues cuando el vehículo funciona con gasolina los gases emitidos en la atmósfera forman lluvia ácida y cuando trabajan con diésel emiten material particulado.

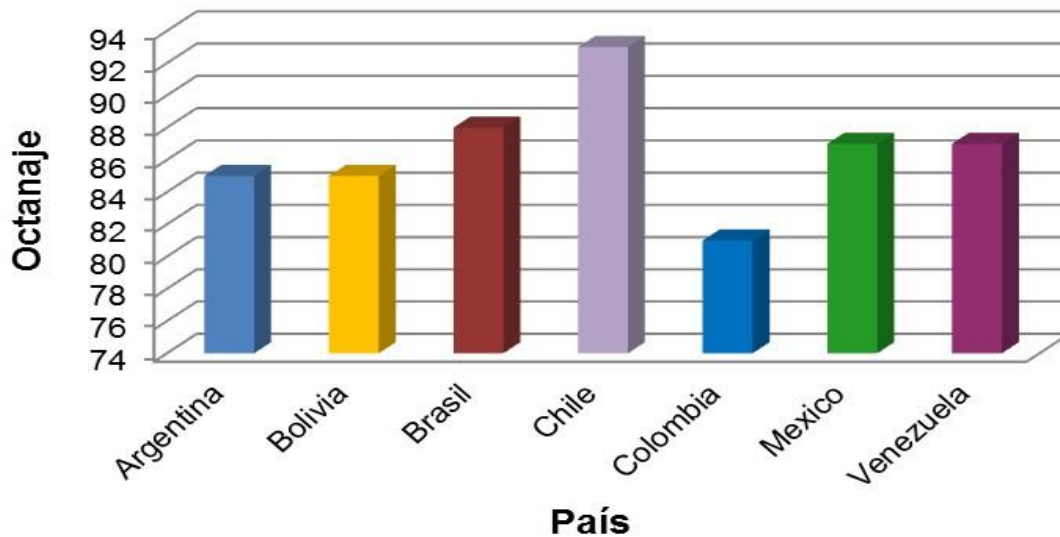
Calidad de la gasolina en algunos países de la región

La quema de combustibles fósiles genera emisión de gases, afectando el medioambiente y la salud humana, por lo que se debe cuantificar la calidad de los combustibles. Dentro de los parámetros a medir en las gasolinas están el Octanaje, el nivel de plomo y el de azufre; mientras que en el diésel se debe evaluar el Cetanaje y el contenido de azufre.

El plomo se le añade a la gasolina con el fin de mejorar el rendimiento de los motores por el efecto antidetonante, es decir, permite que la mezcla aire-gasolina sea comprimida a una mayor presión antes de que la chispa de la bujía encienda la mezcla y haga mover los cilindros; Pero el plomo es un metal pesado contaminante, nocivo para los organismos vivos. La reducción o la eliminación progresiva del plomo en la gasolina es la forma más eficaz de reducir la concentración de este metal en el ambiente.

La figura 11 Número de octanos en la gasolina de algunos países de la región; muestra como el octanaje de la gasolina corriente en Colombia es el más bajo de la región, lo cual afecta el desempeño de los motores, menor octanaje a la indicada provocará cascabeleo y pistoneo, que acarreará daños irreversibles al motor, como las perforaciones en la cabeza de los pistones y cámaras de combustión y hasta el agarrotamiento de los pistones con los cilindros.

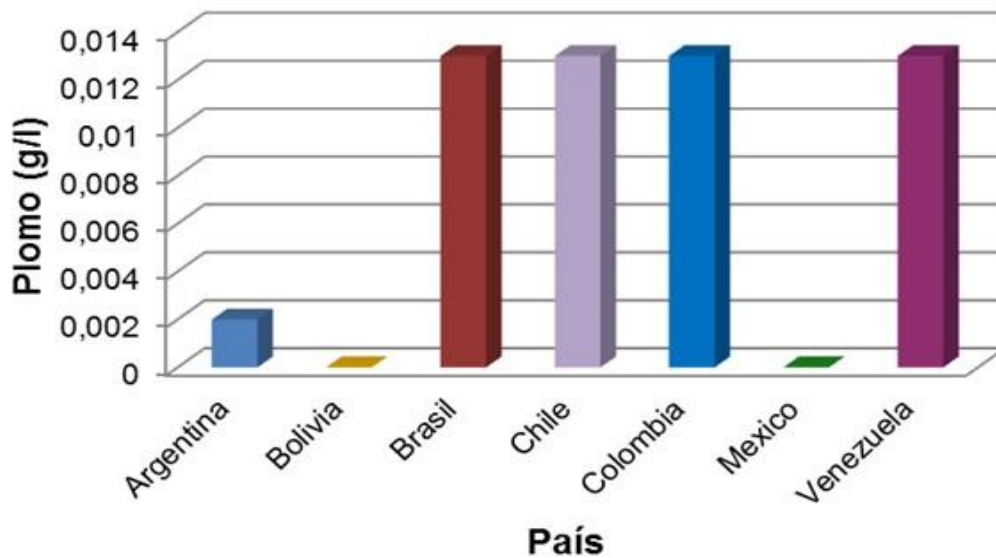
Figura 11. Número de octanos en la gasolina de algunos países de la región



Fuente: Elaborado por el autor con datos recogidos en las diferentes empresas de petroleos de los paises objeto de estudio 2013

El plomo es un metal pesado altamente contaminante, debido a que presenta un elevado grado de toxicidad y efectos nocivos al organismo humano. Los efectos negativos que tiene el plomo en los combustibles son la incompatibilidad con los catalizadores de oxidación, obstruyéndolos, El motor corre graves riesgos de fundirse o averiarse seriamente, porque el plomo produce frecuente recalentamiento, debido a que los gases no salen por el escape. Los gases que salgan del escape irán directamente a la atmósfera, provocando un alto grado de contaminación y afectando la salud. “El plomo se distribuye por el organismo hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y los huesos y se deposita en dientes y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo” (Centro de prensa, 2013)

Figura 12. Contenido de plomo en la gasolina de algunos países de la región

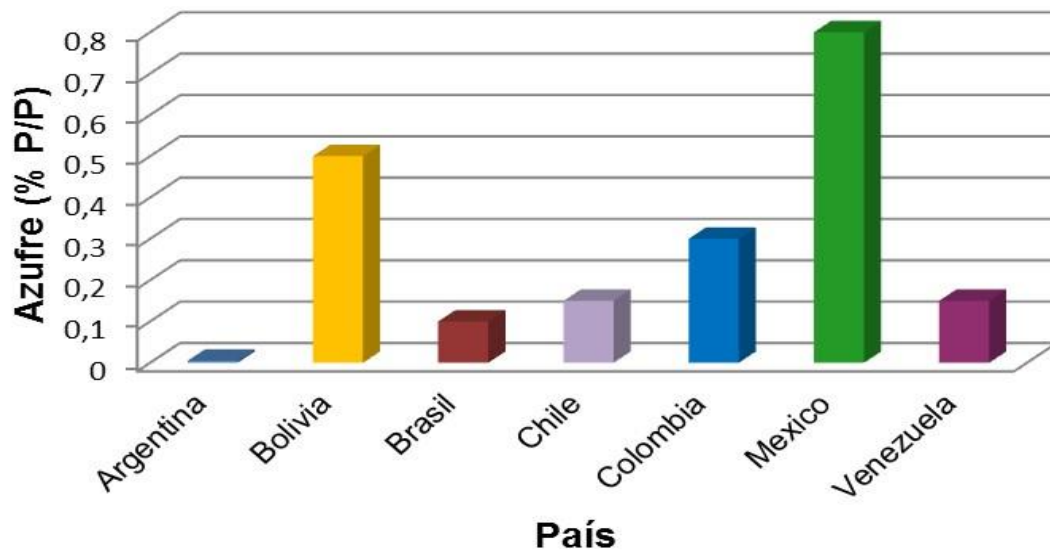


Fuente: Elaborado por el autor con datos recogidos en las diferentes empresas de petróleos de los países objeto de estudio 2013

La mayoría de las investigaciones clínicas realizadas sobre los efectos del plomo, coinciden que los niños y las mujeres son las poblaciones más susceptibles al envenenamiento por plomo. Por lo tanto, una de las acciones que se inició en los países industrializados fue, en primera instancia, reducir el contenido de plomo en las gasolinas, al determinarse que la principal fuente de emisión de óxidos de plomo a la atmósfera la constituyen los vehículos con motor que usan la gasolina con plomo. (Rosas Jaramillo & Rodríguez Martínez).

En el Figura 12. Contenido de plomo en la gasolina de algunos países de la región; podemos ver que el contenido de plomo en la gasolina de Colombia es uno de los más altos de la región, a pesar de que en un informe de la Cepal del 2008 se aseguraba que para el 2001 este metal fue eliminado de las gasolinas del país.

Figura 13. Contenido de azufre en la gasolina de algunos países de la región



Fuente: Elaborado por el autor con datos recogidos en las diferentes empresas de petróleos de los diferentes países objeto de estudio 2013

Dentro de la problemática de la calidad del aire que se puede atribuir a las emisiones de escape de los vehículos automotores, está el nivel de azufre en las gasolinas, éste es un componente natural del petróleo, el cual afecta los dispositivos anticontaminantes del que disponen los automóviles con tecnología de punta, concretamente sobre la eficiencia del convertidor catalítico, el sensor de oxígeno y la computadora a bordo.

El grafico 13. Muestra el contenido de azufre en la gasolina para los países objeto de estudio, Colombia tiene un 300 ppm, superado sólo por México y Bolivia.

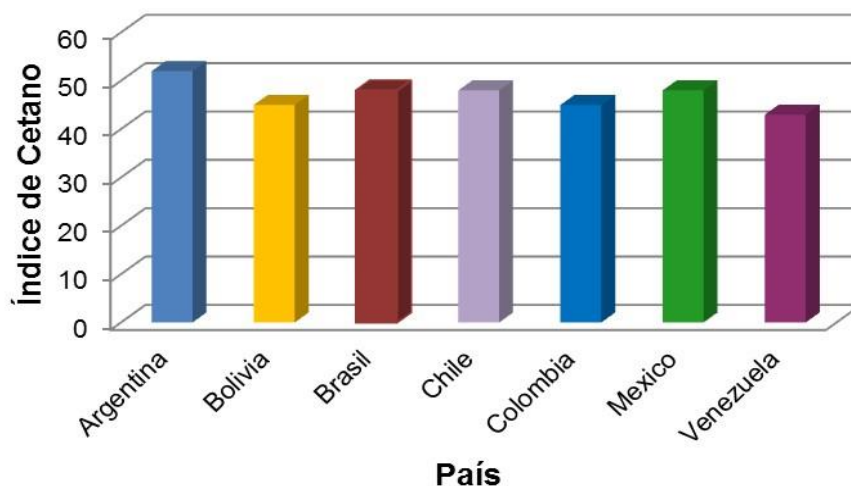
La experiencia internacional indica que la reducción de azufre en la gasolina de entre 200 y 600 ppm hasta un intervalo de 18 a 50 ppm han resultado en reducción de emisiones que llegan hasta el 55% en el caso del HC y CO e incluso de un 77% NOx, dependiendo de la tecnología vehicular y las condiciones de manejo (Blumberg & Heal, 2003)

Calidad del diésel en algunos países de la región

Dentro de los parámetros de calidad para el combustible diésel más comunes son: la densidad, el azufre, el agua, aromáticos, índice de cetanos entre otros. Para nuestro caso haremos el análisis de las variables de Azufre e índice de cetano.

El número de Cetano en el diésel determina la calidad de ignición de este combustible, es la facilidad de su inflamación al entrar en contacto con el aire caliente, esta propiedad se evalúa por el intervalo mínimo posible entre el instante en que comienza a inyectarse el combustible y el instante en que se inflama, este intervalo denominado “Retardo de la Inflamación”, depende no solamente de las condiciones de funcionamiento, también, en gran medida, de las propiedades fisicoquímicas del combustible. Los combustibles con un número de cetano bajo padecerán de ignición tardía, y pueden causar dificultades de arranque y golpeteo del motor, lo que puede ocasionar el daño del motor. La emisión de humo blanco y los olores durante el encendido en clima frío son indicadores de combustible con número de cetano bajo.

Figura 14. Índice de cetano en el diésel de algunos países de la región

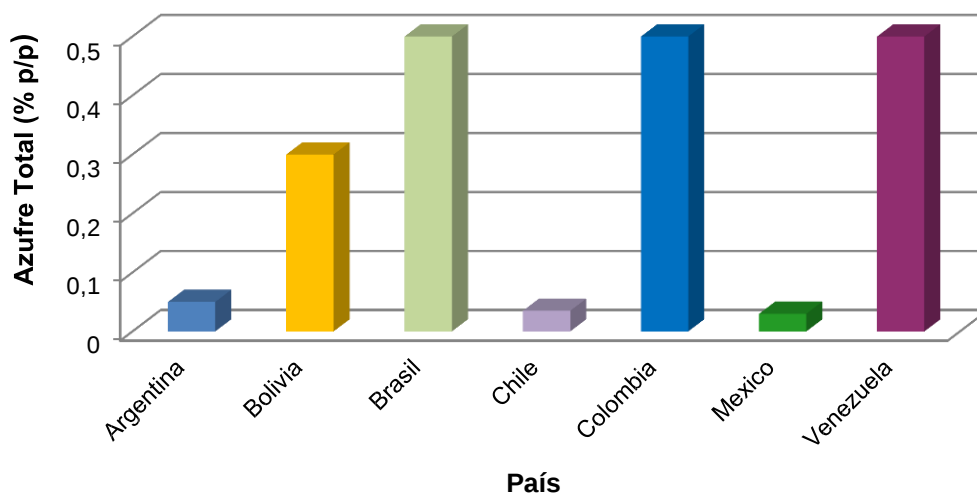


Fuente: Elaborado por el autor con datos recogidos en las diferentes empresas de petróleos de los diferentes países objeto de estudio 2013

En el Figura 14. Índice de cetano en el diésel de algunos países de la región; se muestra que el índice de cetano del diésel en los países material de estudio en esta investigación es muy similar, alrededor de 45 cetanos, a pesar de esto Colombia es uno de los más bajos con Bolivia y Venezuela, mientras que Brasil, Chile y México tienen un índice mayor; Argentina cuenta con el índice más alto de todos, con 52. Se considera que un combustible tiene un número de cetano bajo, cuando este valor está entre 38 a 42 y se considera alto sobre 50.

El contenido de azufre en los combustibles es una de las fuentes principales de emisión de material particulado porque al quemarse se transforma en partículas de sulfato; este material particulado se introduce en el tracto respiratorio y se deposita en los alveolos pulmonares, lo cual causa múltiples infecciones respiratorias que pueden llegar a producir cáncer. En el grafico 20 podemos observar que Colombia es uno de los países que más emite azufre a la atmosfera, con 5000 ppm, lo cual afecta la calidad del aire de país; mientras que países como Argentina, Chile tienen 500 y México tiene 300 ppm

Figura 15. Contenido de azufre en el diésel de algunos países de la región



Fuente: Elaborado por el autor con datos recogidos en las diferentes empresas de petróleos de los diferentes países objeto de estudio 2013

El contenido de azufre en el combustible afecta a los motores diésel de dos formas, la primera tiene que ver con la contaminación ambiental por emisión de SOx de los gases producidos en la combustión, la otra es directamente con los componentes del motor, cuando el combustible con azufre se consume en la cámara de combustión se forma óxidos de azufre que reacciona con el vapor de agua, formando ácido sulfúrico, estos vapores se condensan y atacan químicamente las superficies de metal como válvulas, pistones, camisas de cilindro entre otros. Algunos daños medioambientales provocados por el azufre en la combustión son la lluvia ácida o el calentamiento global, pero la salud humana también se resiente: su inhalación induce el aumento de los problemas respiratorios y cardiovasculares.

Hábitos de consumo de los usuarios en Medellín

A pesar de ser la gasolina un bien inelástico; es decir, que la reacción de los consumidores ante un cambio en el precio es pequeña. En Medellín estas modificaciones en los precios de los combustibles y sus incrementos paulatinos han hecho que los usuarios modifiquen sus hábitos de consumo lentamente, esto lo pudo evidenciar el autor en un estudio de mercado hecho con anterioridad en el 2007. En el cual se quería establecer el grado de influencia que la variable precio había tenido sobre la modificación, de los hábitos de consumo en los combustibles fósiles tradicionales a partir la liberación de precios de los combustibles 1998 hasta el 2007 en la ciudad de Medellín. En el anexo 2 se muestra la ficha técnica de esta investigación.

La investigación contó con dos etapas, una cualitativa y otra cuantitativa; las dos metodologías fueron de tipo exploratorio, dado que sólo se indagó por los cambios de hábitos de consumo de combustibles luego de la liberación de precios, teniendo en cuenta el marco de referencia. El propósito era clarificar y dar a conocer los factores que causaron la modificación en los hábitos de consumo de combustibles luego de la liberación de precio de los combustibles en Medellín; la investigación es de naturaleza descriptiva ya que pretendía mostrar el impacto de la liberación de precios en los hábitos de consumo del usuario final. El criterio exploratorio se dio en la medida que se fueron buscando las cualidades que en ese momento veían quienes consumían combustibles fósiles tradicionales al momento de comprarlas, es decir, cuáles eran las condiciones que afectaban los hábitos de consumo.

A continuación, mencionaremos las conclusiones más relevantes de la investigación anterior:

- El incremento de los precios de los combustibles generó la disminución del consumo en galones, dado que los consumidores seguían solicitando el mismo monto en pesos, con lo cual adquirían menos galones de combustibles por ese valor.
- El valor del precio de galón de combustible es importante para la decisión de compra del consumidor, en especial para los usuarios de servicio público o transporte pesado, debido a que el ahorro hecho en este rubro se ve reflejado en sus ganancias, puesto que sus tarifas de cobro no varían, mientras que los precios de los combustibles se incrementan mes a mes; para los vehículos particulares no es tan determinante.
- Se observó una disminución en el consumo de gasolina corriente del 10%, mientras que se incrementó el consumo del diésel en un 3%, lo cual se debe al desmonte paulatino del subsidio de la gasolina corriente, con la diferencia que este último tenía en esta época un precio inferior. La nueva tecnología en los vehículos también influyó en

dicho fenómeno, dado que los vehículos inyección requieren de gasolina extra para su buen funcionamiento.

➤ El 84% de los consumidores aducían no haber utilizado combustibles ilícitos, mientras que el 16% lo habían hecho, esto resultados están en línea con lo que el gobierno de la época consideraba que eran sus pérdidas por combustibles ilícitos, la gran mayoría de personas que utilizaban estos combustibles eran los conductores de taxis, buses y camiones, que de alguna forma buscaban mitigar las alzas en los combustibles y por ende la pérdida de poder adquisitivo y su calidad de vida.

➤ Podemos decir que los cambios de hábitos se debieron discriminar a partir de tipos de vehículos que conducían, para lo cual se debió dividir en taxis, buses y camiones, porque son personas que devengaban su sustento de ellos y veían amenazados sus ingresos con el incremento en el precio de los combustibles; los que conducían un carro particular, se puede considerar como un lujo, para ellos era importante el precio de los combustibles pero no era dramático.

➤ La liberación de precios de los combustibles afectó los hábitos de consumo de los combustibles, dado que se optó por sustitutos, como mezcla de corriente con extra, en lugar de la gasolina extra únicamente y el diésel como sustituto de la gasolina corriente (en el 2005 era más económico que la corriente). También entraron al mercado actores como el gas o los combustibles ilícitos. Otra de las opciones que se evidenciaron fue utilizar menos el vehículo particular y más el transporte público o tanquear menos y de esta forma disminuir el rubro de los combustibles.

Conclusiones

La estructura de precios de los combustibles en los diferentes países es básicamente la misma, donde se tienen cuatro grandes ítems: Precio en refinería, Impuestos, Margen de comercialización, Precio final del consumidor. En Colombia el precio de los combustibles está atado al precio de barril de petróleo que está determinado en dólares, esto se debe al costo de oportunidad, que no es otra cosa que el precio que obtendría el país si exportara el combustible. A esto se le debe adicionar el ingreso al productor y el porcentaje de impuesto que se deben pagar tanto para la gasolina corriente y al diésel.

El precio de los combustibles de algunos países que deben importar el crudo es más barato que en Colombia que es un país productor; en los últimos 13 años el precio de la gasolina corriente ha aumentado el 21% efectivo anual; en 1999 costaba alrededor de \$2280 y en 2013 costaba alrededor de \$8200, es decir ha subido un 373%; mientras que el combustible diésel ha subido un 500%, pasó de \$ 1500 en 1999 a \$8112 en 2012, siendo un incremento del 38% efectivo anual; este incremento se debe a la cantidad de tributos directos que se le han venido agregando al precio del galón de gasolina y el diésel para generar ingresos al Estado colombiano, capturando recursos de dos formas: por impuesto directos y por ganancia que le gira Ecopetrol al gobierno cada año.

La estructura de precios en Colombia cuenta con dos paramentos que hacen que sea una de las más costosas de la región; los cuales son primero el ingreso al productor que es de un 52% que está amarrado a la tasa de cambio y al precio internacional del petróleo, que son dos variables macro económicas, sin tener en cuenta que para cualquier bien el precio debería estar determinado por el costo de producción; la segunda variable tiene que ver con los impuestos que son en promedio un 30%, distribuidos de la siguiente manera; el IVA que es un impuesto de carácter nacional; el impuesto global, el cual es nacional y por último la sobretasa, el cual es un impuesto específico y en cascada de carácter nacional y regional; estos son utilizados para subsidiar a la nación y a las regiones.

Al hacer la relación de galones por salario mínimo, los colombianos han perdido poder adquisitivo, pasando de 104 galones en 1999 a 76 galones en el 2013; esto quiere decir que se ha disminuido en un 36% la capacidad galones de gasolina corriente en el país y para el diésel se pasó de 158 galones en 1999 a 76 galones en el 2012, disminuyendo el poder adquisitivo en un 100% para el diésel; esto se debe a la fórmula que se está utilizando actualmente para determinar el precio de los combustibles en Colombia.

El incremento de los precios de los combustibles en Colombia afecta a toda la población puesto que el 80% de la gasolina regular en Colombia la paga el transporte público de pasajero y de carga. De acuerdo a un estudio del Banco de la Republica del 2008, por cada 10% que se aumenta el precio de los combustibles, la inflación y el IPC aumentan en un 0.85%; estos incrementos lo pagan todos los colombianos, sin importar si consumen o no combustibles.

La efectividad del incremento de los precios de los combustibles para influenciar el consumo de éste ha sido subestimada, pues se cree que el transporte es una necesidad y que el aumento de precios de éstos no afectan el consumo; esto es verdad a corto plazo pero no a largo plazo, puesto que los consumidores hacen múltiples adaptaciones que ha llevado al consumidor final a cambiar sus hábitos de consumo como migrar a combustibles alternativos como el gas, utilizar

combustibles de procedencia no lícita, modificar los tiempos y monto del tanqueo; estos cambios se dan especialmente con los usuarios que ven afectados sus ingresos por las fluctuaciones de los precios, como son los conductores de servicio público y transporte pesado. A diferencia de estos los conductores de vehículos particulares han optado por racionalizar el uso del carro, cambiar a tecnología con menores consumos de gasolina y a migrar al transporte masivo.

Es preocupante para la economía del país que, al mirar la calidad del combustible en Colombia, comparada con la de los combustibles de los países materia de investigación, se evidencia que la calidad de la gasolina y el diésel en el país, es una de las más pobres. En la gasolina corriente, el octanaje es uno de los más bajos de la región y el nivel de azufre y plomo es uno de los más altos; para el combustible diésel el índice de cetano se encuentra en el promedio de la región, pero la cantidad de azufre sí está más alto. Al cruzar las variables de calidad que venimos utilizando encontramos que Colombia, a pesar de ser un país exportador, el precio que los ciudadanos pagan por la gasolina corriente y el diésel es alto, dada su baja calidad. Es el consumidor final quien debe subsidiar a la empresa productora Ecopetrol, al país y a las regiones con los impuestos; siendo esto un detonante para el empobrecimiento continuo y acelerado del consumidor.

La calidad de los combustibles comercializados en el país no es la mejor de la región, afecta el medio ambiente y la salud de los ciudadanos. Para solucionar este problema se deben modernizar las refinarias del país, lo que contribuiría a la calidad de los combustibles y a la eficiencia en el momento de refinar los barriles de petróleo crudo.

Los consumidores deben exigir una disminución en los precios de la gasolina y el diésel tomando como base el costo de producción y /o con los precios actuales, demandar una mayor calidad en los combustibles lo cual contribuirá con la salud y el medio ambiente en nuestro país. De continuar con la estructura actual de precios, se deben realizar incrementos con soportes técnicos transparentes, con base en una fórmula diáfana que se ciña a los cambios reales de las variables que intervienen en ella; puesto que las políticas actuales enriquecen las arcas de Ecopetrol y del gobierno, disminuyen el poder adquisitivo de los usuarios e incrementan el IPC y la inflación del país, afectando a la población colombiana en general. Es importante también que los colombianos exijan mejorar la calidad de los combustibles en la misma proporción en que se incrementan los precios, puesto que ésta afecta la calidad del aire y la salud en general de la población.

REFERENCIAS

Altomonte , H., & Rogat, J. (2004). *Política de precios de combustibles en América del Sur y México: Implicaciones económicas y ambientales*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Banco Mundial. (2012). *Precio de la gasolina para el usuario (US\$ por litro)*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2013, de Sitio Web Banco mundial:
[http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.SGAS.CD?order=w
 bapi_data_value_2012%20wbapi_data_value%20wbapi_data_valuelast&sort=asc](http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.SGAS.CD?order=w&bapi_data_value_2012%20wbapi_data_value%20wbapi_data_valuelast&sort=asc)
- Banco Mundial. (2012). *Precio del diésel para el usuario (US\$ por litro)*.
 Recuperado el 6 de Noviembre de 2013, de sitio web Banco Mundial:
<http://datos.bancomundial.org/indicador/EP.PMP.DESL.CD>
- Blumberg, H., & Heal, J. M. (2003). "Transfusion and immune sytem: a paradigm shift in progress". *Transfusion*, 879 -883.
- Camara Boliviana de Hidrocarburos. (2012). *Estructura de precios Cámara Boliviana de Hidrocarburos*. Recuperado el 8 de junio de 2013, de Sirio web Cámara Boliviana de Hidrocarburos.
- Castillo Barroso, J. (s.f.). *¿ Que es el octanaje?* Recuperado el 9 de 10 de 2013, de Sitio web de Pemex:
<http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>
- Centro de prensa. (Septiembre de 2013). Recuperado el 10 de Enero de 2014, de Organizacion Mundial de la Salud:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
- Cepal. (2002). *Anexo metodologico, Manual No 34*. Santiago de Chile: Cepal.
- Cervera, R. C. (2010). *Metodos y tecnicas de investigacion en ralaciones internacionales*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Diaz Ortiz, S. E. (22 de Septiembre de 2010). *Debate precio de los combustibles: Sesion plena del Senado de la Republica*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de Sitio web senado de la republica: http://www.youtube.com/watch?v=XTOvhf_dd5M
- Ecopetrol. (1997 y siguientes). *Esdisticas de ventasnacionales*. Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de Sitio web de Ecopetrol:
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=35299&catID= 36>
- Ecopetrol. (2012). *Presentacion de precios*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2013, de Sitio Web de Ecopetrol:
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=38482&catID=36>
- Empresa Nacional del Petróleo ENAP. (2010). *Precios de combustibles: Empresa Nacional del Petróleo ENAP*. Recuperado el 8 de Junio de 2013, de Sitio web de Empresa Nacional del Petróleo ENAP: www.enap.cl

- fiscal, B. d. (2004). *Impacto fiscal de la política de desmonte de los subsidios a los combustibles*. Bogota: CONFIS.
- Gaviria, H., & Garavito, A. (2004). Mercado Actual de la Gasolina y del ACPM en Colombia e inflacion. *Borradores de Economia*, 8-11.
- Gomez, J. J., Samaniego, J. L., & Antonissen, M. (2008). *Consideraciones ambientales en torno a los biocombustibles liquidos*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Lopez, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. M. (2012). La economia petrolera en colombia(Parte 1), Marco legal - contractual y principales eslabones de la cadenade produccion (1920-2010). *Borradores de economia* , 102.
- Ministerio de Minas y Energía. (2011). *Precios: Ministerio de Minas y Energía*. Recuperado el 2013 de Junio de 2013, de Sitio web de Ministerio de Minas y Energía: www.mme.gov.br
- Pérez Uribe, L. M. (2007). El impacto de la liberación de precios de los combustibles en el cambio de hábitos de consumo en la ciudad de Medellín.
- Petróleos de Venezuela, S.A. PDVSA. (2012). *Precios Petróleos de Venezuela, S.A. PDVSA*. Recuperado el 8 de Junio de 2013, de Sito web de Petróleos de Venezuela, S.A. PDVSA: www.pdvsa.com
- Petróleos mexicanos. (2012). *Precio de los combustibles PEMEX*. Recuperado el 8 de Junio de 2013, de Sitio web de PEMEX: <http://www.pemex.com/>
- Rincón, H. (2010). "Precios de la gasolinas e inflacion". *Borradores de Economia*, 2.
- Rosas Jaramillo, J. A., & Rodrigez Martinez, N. (s.f.). *Algunas razones para la eliminación del empleo de la gasolina con plomo*. Recuperado el 12 de 03 de 2014, de Premex: <http://www.ref.pemex.com/octanaje/elim16.htm>
- Secretaria de Energía y Minas de Argentina. (2013). *Precios: Secretaria de Energía y Minas de argentina*. Recuperado el 8 de junio de 2013, de Sitio web de Secretaria de Energía y Minas de argentina: www.energia.miv.gov.ar
- Trabajo, O. I. (2012). *Estadísticas y base de datos de OIL*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2013, de sitio web de la Organización del Trabajo: <http://www.ilo.org/public/spanish/support/lib/resource/subject/salar y.htm>
- Verini, N. (2010). "Trazadores: el West Texas Intermediate pierde terreno como crudo de referencia". *Petrotecnica*, 84-96.

ANEXO 1 EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PRECIO DE LA GASOLINA Y EL ACPM EN COLOMBIA

1976-1982:

La estructura de precios estaba compuesta por: (1) el precio en refinería; (2) dos impuestos (impuesto vial e impuesto a las ventas); y (3) el costo por transporte, manejo, trasiego y despacho. A partir de los componentes anteriores se fijaba un precio en planta de abasto y el precio al público en surtidor. Esta estructura de precios se utilizaba para regular el precio de la gasolina motor corriente, la gasolina de motor extra, el queroseno y el ACPM de todo el país. Los precios entre regiones diferían debido a los diferentes costos de transporte en los que se incurría en el traslado del combustible.

1983-1987:

En este periodo, y específicamente en el año 1983, se establece simultáneamente un subsidio explícito a la gasolina motor corriente y extra y un impuesto al consumo, que se liquidaban sobre el precio por galón de venta al público. Ambos se implementaron con la Ley 14 de 1983 (Capítulo IV y VII) y se incorporan dentro de la estructura de los precios de venta al público. El subsidio era a favor de los departamentos y del Distrito Especial de Bogotá y lo giraba directamente ECOPETROL a las respectivas tesorerías. Con la Ley 14 también se reguló el margen de los distribuidores mayoristas.

1988-1990:

A partir del año 1988 la regulación del precio de los combustibles se implementa de manera más desagregada y específica. La estructura del precio se formuló así: **Precio en refinería**

- + Impuesto Fondo Vial
- + Impuesto sobre las ventas
- + Subsidio a la gasolina (corriente y extra) para los departamentos y Bogotá
- = **Precio en refinería con impuesto y subsidio**
- + Transporte, manejo, trasiego y despacho

+

Tolerancia = **Costo**

en planta

+ Impuesto al consumo

= **Costo en planta con impuesto al consumo**

+ Margen distribuidor mayorista

= **Precio venta en planta de abasto**

+ Margen distribuidor minorista

+ Margen por evaporación y manejo

+ Transporte entre planta de abasto y estación de servicio

= **Precio de venta al público en surtidor**

1990-1998:

En el año 1990 se formuló la siguiente estructura: **Precio en refinería**

+ Impuesto Fondo Vial

+ Impuesto sobre las ventas

+ Subsidio a la gasolina para los departamentos y Bogotá

+ Transporte, manejo, trasiego, tolerancia y despacho

+ Margen construcción nuevo almacenamiento

= **Costo en planta de abasto de ECOPETROL**

+ Impuesto al consumo para los departamentos y Bogotá

= **Costo en planta de abasto con impuesto al consumo**

+ Margen distribuidor mayorista (incluyendo evaporación)

+ Aditivación

= **Precio venta en planta de abasto mayorista**

+ Margen distribuidor minorista

+ Pérdida por evaporación, manejo, transporte (Ley 26 de 1989 y Decreto 844 de 1989)

+ Transporte entre planta de abasto y estación de servicio

= **Precio de venta al público en surtidor**

En lo referente al costo de transporte, se inicia un proceso de discriminación del tipo de vía de transporte con el fin de establecer diferentes costos. Además, surge la regulación sobre otro tipo de combustibles como la gasolina de aviación, el turbo-combustible, la bencina industrial, entre otros. Esta estructura se mantiene durante el período, excepto los cambios en los siguientes ítems:

- En 1991 se eliminó el ítem “margen construcción nuevo almacenamiento”.
- En 1992 desaparece el “impuesto Fondo Vial”, el cual es reemplazado por el “impuesto nacional”.
- En 1993 el “impuesto nacional” es reemplazado por el “impuesto a la gasolina y el ACPM” (Ley 6ª de 1992). Esta misma Ley creó el impuesto llamado “contribución para la descentralización”.
- En 1996 desaparece el subsidio (explícito) a la gasolina.

Las variaciones periódicas del precio de la gasolina y del ACPM hasta 1996 estaban indexadas a la inflación pasada. A partir de ese año se definió que la inflación esperada debía ser el determinante de los incrementos. Hay que anotar que, en la práctica, y como veremos más adelante, los cambios observados en los precios fueron muy diferentes del comportamiento de la inflación, estando más relacionados con los cambios en los precios internacionales, la tasa de cambio y los lineamientos por parte del gobierno de turno. La periodicidad con que se han hecho los incrementos ha variado desde incrementos anuales hasta mensuales, como se hace en la actualidad.

1999-2011:

Las resoluciones 8-2438 y 8-2439 establecieron, como se mencionó antes, que el precio de la gasolina corriente y del ACPM quedaba cada uno compuesto por cuatro componentes:

(1) el Ingreso al Productor (*IP*); (2) el Precio Máximo de Venta al Distribuidor Mayorista (*PMI*); (3) el Margen del Distribuidor Mayorista (*MD*); (4) el Precio Máximo de Venta en Planta de Abasto Mayorista (*PMA*) y el Precio de Venta al Público (*PVP*).

El *IP* para el período *t*, expresado en \$/galón, es el que resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$IP_t = \{(Pr\ FOB + FL + SE + IM) * TRM\} + A + TPC + TI ,$$

Dónde:

PrFOB: promedio aritmético de las cotizaciones del “Índice UNL87 U.S. Gulf COAST Waterborne”, de la publicación *PLATT’s* de Standard & Poor’s, publicadas durante los últimos treinta días calendario inmediatamente anteriores a la “Fecha de Cálculo”, expresadas en dólares por galón (US\$/Gal);

FL: costo de los fletes marítimos o terrestres y demás costos incurridos para transportar un galón de gasolina desde la Costa del Golfo de los Estados Unidos de América hasta el puerto de importación local, expresado en dólares por galón (US\$/Galón);

SE: costo de los seguros marítimos o terrestres y demás costos incurridos para transportar un galón de gasolina desde la Costa del Golfo de los Estados Unidos hasta el puerto de importación local, expresado en dólares por galón (US\$/Galón);

IM: valor de las inspecciones de calidad en puerto de cargue y descargue, expresado en dólares por galón (US\$/galón);

TRM: Tasa Representativa del Mercado vigente el día inmediatamente anterior a la "Fecha de Cálculo";

A: valor del pago de la tarifa arancelaria de las importaciones de gasolina expresada en pesos por galón;

2011 – actual

Corresponde al precio paridad exportación, referenciado al mercado del Golfo de los Estados Unidos de América, de cada observación diaria de la Gasolina de Motor Corriente producida en Colombia y se calculará con referencia al índice de la gasolina UNL 87 USGC y la Nafta USGC, mediante la siguiente fórmula:

$$PPEt = ((0.7 * UNL87t + 0.3 * Naftat) - FLt - CTt) * TRMt$$

Dónde:

UNL87t: Es la cotización del índice UNL 87 (Ron 92) en la U.S. Gulf Coast Waterborne de la publicación *PLATT’s* de Standard & Poor’s, expresado US\$/Gal, en el día t.

Naftat: Corresponde a la cotización del índice de la Nafta en la Costa del Golfo de los Estados Unidos de la publicación *PLATT’s* de Standard & Poor’s, expresado US\$/Gal, en el día t.

FLt: Son los fletes marítimos o terrestres y demás costos incurridos para exportar un galón de gasolina desde un puerto colombiano hasta la Costa del Golfo de los Estados Unidos expresado en US\$/Galón, en el día t.

$$FL\ t = [Ws\ t / (f * 42)] * (STR\ t / 100)$$

Dónde:

Wst: Corresponde a la cotización diaria del flete de referencia de la ruta HoustonPozos Colorados, publicado por el Worlwide Tanker Nominal Freight Scale

"Worldscale", expresado en dólares por tonelada métrica, en el día t.

f: Factor de conversión de Toneladas Métricas a Barriles. Para el caso de la Gasolina Motor Corriente colombiana este factor de conversión es de 8.535 a 60° API.

42: Factor de conversión de barril a galón.

STRt: Corresponde a la cotización diaria, del factor de corrección de mercado para el flete de los tanqueros limpios de 30.000 Toneladas Métricas para la ruta CARIB/USG, de la publicación PLATT's de Standard & Poor's, expresado en unidades de Worldscale (WS Assess), en el día t.

CTt: Es el costo de los fletes por poliducto o terrestres para transportar un galón de gasolina desde la Refinería hasta el puerto de exportación local, expresado en US\$/Galón, en el día t.

TRMt: Corresponde a la tasa de cambio representativa de Mercado vigente para el día t⁸ (Rincón, 2010)

⁸ Resolución 18602 del 30 de septiembre de 2011 del Ministerio de Minas y Energía.

ANEXO 2. FICHA TECNICA ESTUDIO DE MERCADO

FICHA TÉCNICA

POBLACIÓN:

ELEMENTO MUESTRAL	Personas que conduzcan vehículos en los estrato 3, 4, 5
UNIDAD MUESTRAL	Casas en los estratos 3, 4, 5
CUBRIMIENTO	Medellín
TIEMPO	Marzo de 2005

MARCO MUESTRAL:

MUESTREO POR ÁREA PROPORCIONES MUÉSTRALES

ESTRATOS	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5
BARRIO	21	16	8
MANZANA	8	5	4
CASA	4	4	4
	672	420	128
PORCENTAJE	58.8	40.2	11.2

TAMAÑO DE LA MUESTRA:

POBLACIÓN INFINITA	Infinita
NIVEL DE VARIANZA	95%
ERROR PERMISIBLE	7,50%
VARIANZA	0,25
TAMAÑO DE LA MUESTRA	172

MUESTREO:

Probabilística de aglomeración por área

ANEXO 3. ESTRUCTURA DE PRECIOS

PAISES AUTOABASTECIDOS

ARGENTINA

La Secretaria Energía es la encargada de controlar y fiscalizar el sector energético, la cual tiene como estructura legal la Ley 17.319 de 23 de junio del 1967. Una de las funciones de esta secretaria es la de determinar la estructura de precios de los combustibles en Argentina.

1. **Precio en refinería:** Este precio incluye el crudo, la refinación, la distribución y el margen del refinado que se obtuvo por medio del Instituto Argentino de Energía.
2. **Impuestos:** Una vez determinado el precio en refinería se debe sumar:
 - **Impuesto al valor agregado:** El IVA este gravamen es de un 21% y se aplica en cada una de las etapas de producción y comercialización
 - **Impuesto a los combustibles líquidos y Gaseosos (ICLG):** Establece en todo el territorio de la Nación, de manera que incida en una sola de las etapas de su circulación, un impuesto sobre la transferencia a título oneroso o gratuito de los productos de origen nacional o importado, que se indican: Nafta⁹ con o sin plomo, nafta natural y nafta virgen, solvente y aguaras, gas-oil, diésel Oil, kerosén y gas natural para uso de automóviles.
 - **Impuesto a los ingresos brutos:** Corresponde al 3.4% del precio de los combustibles en surtidos menos el IVA.
 - **Tasa del Gas Oil:** Corresponde a una tasa específica del 18.5% sobre el precio en el surtidor sin impuestos
3. **Margen de comercialización:** El margen al minorista es de aproximadamente un 10% del precio para las naftas, 7% para el gas oil.
4. **Precio final del consumidor:** Es la suma de los tres componentes precio de refinería, total de impuestos y margen comercial (Secretaría de Energía y Minas de Argentina, 2013)

BOLIVIA

⁹ Nafta sin plomo es la gasolina corriente en Colombia y el gasoil es el diésel en Colombia

La regulación del sector de los hidrocarburos está bajo la superintendencia de hidrocarburos encargada de formular, aprobar, dirigir y controlar las políticas energéticas de hidrocarburos. La estructura de precios de los combustibles está dada por:

1. **Precio de refinería:** Este precio está compuesto por el precio de referencia más el margen de refinación.
2. **Impuestos:** Una vez determinado el precio de refinería se deben adicionar los siguientes impuestos:
 - **Impuesto especial a los hidrocarburos y sus derivados:** este impuesto grava la importación y comercialización en el mercado interno de hidrocarburos y sus derivados.
 - **Impuesto a la transacción:** Corresponde a un 3% del monto de la transacción
 - **Impuesto al valor agregado (IVA):** Alcanza el 13% del precio total de las ventas y/o servicio.
3. **Margen de comercialización:** Este margen está integrado por el margen de las plantas de almacenamiento, el margen del mayorista y el margen del minorista en el caso de la gasolina corriente corresponde a un 8% y para el diésel es de un 7.7%.
4. **Precio final del consumidor:** Es la suma de los tres componentes precio de refinería, total de impuestos y margen comercial (Camara Boliviana de Hidrocarburos, 2012)

PAISES EXPORTADORE

En este caso hablaremos de los países de México y Venezuela; cabe anotar que Colombia también es exportadora y es el motivo de este estudio.

MEXICO

La secretaria de energía es la encargada de establecer las políticas energéticas del país dentro del marco constitucional.

1. **Precio en refinería:** Para determinar este precio se debe tomar la información de ventas internas del productos petrolíferos y gas natural divididos por el volumen de

ventas internas de productos petrolíferos y gas natural, cada uno de ellos llevado a pesos/litros

2. Impuestos: Una vez obtenido el precio de refinería se deben adicionar los siguientes impuestos

➤ **Impuesto al valor agregado (IVA):** Este gravamen es de un 15% y se aplica sobre la suma del precio de refinería, IEPS y el margen comercial.

➤ **Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS):** es un impuesto que por su naturaleza y su nombre lo indica, es un impuesto especial, y grava a productos que tienen mucha demanda en el mercado y que, aunque sus precios suban, la demanda no baja

3. Margen de comercialización: Una vez obtenido el precio en refinería, más los impuestos, se obtiene el precio de venta de distribuidor mayorista. Los márgenes del minorista corresponde a un porcentaje del precio final del consumidor y este porcentaje varía de acuerdo al tipo de estación de servicio

4. Precio final del consumidor: Es la suma de los tres componentes: precio de refinería, total de impuestos y margen comercial (Petróleos mexicanos, 2012)

VENEZUELA

La regulación de los precios de los productos derivados del petróleo está dada por la ley orgánica de los hidrocarburos del 2006 del Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo

1. Precio en refinería: El precio de refinería se determinó descontando el precio final al público, los impuestos de los hidrocarburos y el margen comercial

2. Impuestos: Una vez obtenido el precio de refinería se deben adicionar los impuestos general al consumo de petróleos y derivados

➤ **Impuestos general al consumo de petróleos y derivados:** Por cada litro de producto derivado de los hidrocarburos vendido en el mercado interno, entre el treinta y cincuenta por ciento (30% y 50%) del precio pagado por el consumidor final, cuya alícuota entre ambos límites será fijada anualmente en la Ley de Presupuesto

3. Margen de comercialización: Los márgenes de comercialización son regulados por el gobierno de Venezuela, incluyen: margen de comercialización de la distribuidora, costo de transporte y margen de comercialización de expendio

4. Precio final del consumidor: Es la suma de los tres componentes precio de refinería, total de impuestos y margen comercial (Petróleos de Venezuela, S.A. PDVSA, 2012)

PAISES IMPORTADORES

Estaremos hablando de Brasil y Chile.

BRASIL

El Ministerio de Minas y Energía tiene como objetivo proteger los intereses del consumidor en cuanto precio, calidad y oferta de productos. La desregularización del sector de abastecimiento de combustibles se inició con la Ley 9.478 de 1997 y culminó con la apertura total del mercado a partir de enero del 2002.

1. Precio en refinería: El precio de refinería es determinado por el Ministerio de Hacienda.

2. Impuestos: Una vez obtenido el precio de refinería se deben adicionar los siguientes impuestos, generales al consumo de petróleo y derivados

➤ **Contribución para el Programa de Integración Social (PIS)**

➤ Contribución para la Formación del Patrimonio del Servidor

Público(PASEP)

➤ Flete de Uniformización del Precio(FUP)

➤ Parcelación del Precio Específica (PPE)

➤ Circulación de Mercancías y a las Prestaciones de Servicios de Transportes interestatal e Intermunicipal de Comunicación (ICMS): que corresponde para la gasolina un 25% y para el diésel un 12%

3. Margen de comercialización: Los márgenes de distribución están liberados, sin embargo, se puede determinar que para la gasolina corriente el margen de distribución corresponde a un 3% sobre el precio final o un 10% sobre el precio de realización y reventa o un 30% sobre el precio de refinería. Para el diésel el margen de distribución corresponde a un 3% sobre el precio final o un 5% sobre el precio de realización y reventa o un 20% sobre el precio de refinería.

4. Precio final del consumidor: Es la suma del precio de refinería, suma total de impuestos y el margen de contribución nos da este precio. (Ministerio de Minas y Energía, 2011)

CHILE:

La Comisión Nacional de Energía es la organización nacional encargada de regular el sector de hidrocarburos, A partir de 1973 se dio la desregularización del sector de los combustibles en Chile y desde 1982 existe una plena libertad de precios en los combustibles y las estaciones de servicio pueden cobrar los valores que estimen convenientes.

1. Precio en refinería: La empresa nacional de petróleos (ENAP) semanalmente publica en la web los precios de los productos que entrega a los distribuidores mayoristas de Santiago.

2. Impuestos:

- **Fondos de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP):** Tiene como fin disminuir el impacto de las fluctuaciones del precio al consumidor final
- **Impuesto Específico (IE):** Grava la importación o primera venta de la gasolina automotriz o de petróleo diésel
- **Impuesto al valor agregado (IVA):** Es de un 18% y se aplica a todas las etapas de producción y comercialización

3. Margen de comercialización: Los márgenes de comercialización en Chile son libres.

4. Precio final del consumidor: Es la suma del precio de refinería, suma total de impuestos y el margen de contribución nos da este precio. (Empresa Nacional del Petróleo ENAP, 2010)



Quito – Ecuador

NORMA

NTE INEN 935

TÉCNICA
ECUATORIANA

Novena revisión

2016-02

**PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. GASOLINA.
REQUISITOS**

PETROLEUM PRODUCTS. GASOLINE. REQUIREMENTS

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO GASOLINA REQUISITOS	NTE INEN 935:2016 Novena revisión 2016-02
---	---	--

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la gasolina para motores de combustión interna de encendido por chispa.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2341, *Productos del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones*

NTE INEN 2266, *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos*

NTE INEN 2102, *Derivados del petróleo. Gasolina. Determinación de las características antidetonantes. Método research (RON)*

ASTM D86, *Standard test method for distillation of petroleum products at atmospheric pressure*

ASTM D130, *Standard test method for corrosiveness to copper from petroleum products by copper strip test*

ASTM D323, *Standard test method for vapor pressure of petroleum products (Reid Method)*

ASTM D381, *Standard test method for gum content in fuels by jet evaporation*

ASTM D525, *Standard test method for oxidation stability of gasoline (Induction period method)*

ASTM D1319, *Standard test method for hydrocarbon types in liquid petroleum products by fluorescent indicator adsorption*

ASTM D2622, *Standard test method for sulfur in petroleum products by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry*

ASTM D3237, *Standard test method for lead in gasoline by atomic absorption spectroscopy*

ASTM D3606, *Standard test method for determination of benzene and toluene in finished motor and aviation gasoline by gas chromatography*

ASTM D3831, *Standard test method for manganese in gasoline by atomic absorption spectroscopy*

ASTM D4057, *Standard practice for manual sampling of petroleum and petroleum products*

ASTM D4177, *Standard practice for automatic sampling of petroleum and petroleum products*

ASTM D4294, *Standard test method for sulfur in petroleum and petroleum products by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry*

ASTM D4815, *Standard test method for determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, tertiary-Amyl Alcohol and C₁ to C₄ alcohols in gasoline by gas chromatography*

ASTM D4953, *Standard test method for vapor pressure of gasoline and gasoline-oxygenate blends (Dry method)*

ASTM D5059, *Standard test methods for lead in gasoline by X-Ray spectroscopy*

ASTM D5185, *Standard test method for multielement determination of used and unused lubricating oils and base oils by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES)*

ASTM D5188, *Standard test method for vapor-liquid ratio temperature determination of fuels (Evacuated chamber and piston based method)*

ASTM D5191, *Standard test method for vapor pressure of petroleum products (Mini method)*

ASTM D5453, *Standard test method for determination of total sulfur in light hydrocarbons, spark ignition engine fuel, diesel engine fuel and engine oil by ultraviolet fluorescence*

ASTM D5580, *Standard test method for determination of benzene, toluene, ethylbenzene, p/mXylene, o-Xylene, C₉ and heavier aromatics, and total aromatics in finished gasoline by gas chromatography*

ASTM D5845, *Standard test method for determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, Methanol, Ethanol and tert-Butanol in gasoline by infrared spectroscopy*

ASTM D5854, *Standard practice for mixing and handling of liquid samples of petroleum and petroleum products*

ASTM D6277, *Standard test method for determination of benzene in spark-ignition engine fuels using mid infrared spectroscopy*

ASTM D6730, *Standard test method for determination of individual components in spark ignition engine fuels by 100-metre capillary (with precolumn) high-resolution gas chromatography*

ASTM D7525, *Standard test method for oxidation stability of spark ignition fuel—rapid small scale oxidation test (RSSOT)*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en NTE INEN 2341.

4. CLASIFICACIÓN

La gasolina de acuerdo con su octanaje se clasifica en tres tipos:

- a) gasolina de 87 octanos (RON),
- b) gasolina de 92 octanos (RON),
- c) gasolina de 93 octanos (RON).

5. REQUISITOS

El transporte, almacenamiento y manejo de la gasolina debe realizarse de conformidad con lo establecido en NTE INEN 2266.

La gasolina de 87 octanos, 92 octanos y 93 octanos, ensayada de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1, 2 y 3 respectivamente.

TABLA 1. Requisitos de la gasolina de 87 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

^c
% corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

TABLA 2. Requisitos de la gasolina 92 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	92,0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4,0	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	35,0	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	2,0	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	25,0	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

^c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

TABLA 3. Requisitos de la gasolina 93 octanos (RON)

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	93	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor - líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	62	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,03	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	35	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	1,3	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	25	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845

Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102. ^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje. ^c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.				

6. MUESTREO

El muestreo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en ASTM D4057, ASTM D4177 y ASTM D5854.

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

ASTM D4814:2015, *Standard specification for automotive spark-ignition engine fuel*

Motor gasoline technical; Chevron. [visto el 2015-10-14]. Disponible en
<<http://www.chevron.com/documents/pdf/MotorGasTechReview.pdf>>.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. Código ICS:
NTE INEN 935	GASOLINA. REQUISITOS 75.080;
Novena revisión	75.160.20

ORIGINAL:	REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio:	La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 12 105 de 2012-05-02 publicado en el Registro Oficial No. 706 de 2012-05-18
	Fecha de iniciación del estudio: 2015-10-14

Fechas de consulta pública: 2015-10-19 al 2015-11-04

Comité Técnico de: **Petróleo y productos derivados de petróleo**

Fecha de iniciación: 2015-10-29

Fecha de aprobación: 2015-10-29

Integrantes

del Comité:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Jorge Medina (Presidente)		FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA U.C.E.
Ing. William Peña		AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL
Ing. Milton Aulestia	HIDROCARBURÍFERO	AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL
Ing. Viviana Subía	HIDROCARBURÍFERO	AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL
Ing. Marlene Palacios	HIDROCARBURÍFERO	AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL
Ing. Fausto Soria		PRIMAX COMERCIAL
Ing. Laura Acosta		MINISTERIO DEL AMBIENTE
Ing. Ernesto Páez		EP PETROECUADOR
Ing. Edgar Padilla		EP PETROECUADOR
Ing. Diego Tapia		EP PETROECUADOR
Ing. Lorena Maldonado		INEN-DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN
Ing. Gabriela Mora Constante (Secretaria Técnica)		INEN-DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 935:2016 (Novena revisión) reemplaza a la NTE INEN 935:2012 (Octava revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria
Registro Oficial No. 696 de 2016-02-22

Por Resolución No. 16 017 de 2016-01-21

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)3 825960 al 3 825999
Dirección Ejecutiva: E-Mail: direccion@normalizacion.gob.ec
Dirección de Normalización: E-Mail: consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Guayas: E-Mail: inenguayas@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Azuay: E-Mail: inencuenca@normalizacion.gob.ec
Dirección Zonal Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@normalizacion.gob.ec
[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)



Quito – Ecuador

NORMA

NTE INEN 2204

TÉCNICA Segunda revisión **ECUATORIANA** 2017-01

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS
PRODUCED BY ROAD MOVABLE SOURCES USING GASOLINE

GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina.

Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas (vehículo automotor, vehículo prototipo).

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilizan combustibles diferentes a gasolina.

Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, vehículos motorizados clásicos, vehículos de competencia deportiva, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2203, *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan los siguientes términos y definiciones:

3.1

año modelo

Año de producción del modelo de la fuente móvil.

3.2

ciclo

Tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuente móviles equipadas con electroventilador, ciclo es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

3.3

ciclos de prueba

Secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

3.3.1**ciclo ECE + EUDC**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

**3.3.2 ciclo
FTP-75**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

3.4**dinamómetro**

Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.5**emisión de escape**

Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido, gaseoso o de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

**3.6 fuente
móvil**

Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

**3.7 marcha mínima o
ralentí**

Especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1100 r.p.m.

3.8**motor**

Fuente principal de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

**3.9 peso bruto vehicular
(PBV)**

Peso total del vehículo, definido como la suma total del peso en vacío (tara) más la carga técnicamente admisible declarada por el fabricante.

**3.10 peso de vehículo en vacío
(tara)**

Valor nominal del peso del vehículo, según lo indicado por el fabricante, incluyendo todo el equipo estándar que requiere para su funcionamiento normal (por ejemplo, extintor de fuego, herramientas, rueda de emergencia, etc.), además de refrigerante, aceites, el tanque de combustible con su capacidad a la mitad.

**3.11 peso de referencia
(PR)**

Peso del vehículo en marcha aumentado con un peso fijo de 120 kg. El peso del vehículo en marcha será el correspondiente al peso total en vacío con todos los depósitos llenos, salvo el del combustible, que estará solo a la mitad de su capacidad, un juego de herramientas y la rueda de repuesto.

3.12**prueba dinámica**

Medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en esta norma.

**3.13 temperatura normal de
operación**

Temperatura que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones, la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75 °C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

**3.14 vehículo
automotor**

Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

**3.15 vehículo
prototipo**

Vehículo de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

**3.16 categoría
M**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

3.17**categoría N**

Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancías.

3.17.1 subcategoría N1

Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.

NOTA. En lo que respecta a la relación entre el peso de referencia del vehículo y la inercia equivalente que ha de emplearse, conviene conformar las definiciones de los pesos de los vehículos de las clases I, II y III de la categoría N1 con las de la Directiva 96/44/CE.

4. REQUISITOS**4.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)**

Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la Tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200
^a Volumen ^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).				

4.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)

Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx), en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años ^a			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53
^a Vida útil 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT. Abreviaturas: PBV Peso bruto vehicular LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs) ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV) LDT Camión ligero LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV) HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)								

4.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)

Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	Ciclo de prueba
M ^a	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE + EUDC (también conocido como MVEG-A)
N1 ^b	I	PR ≤ 1 305	2,3	0,2	-	0,15	
	II	1 350 < PR ≤ 1 760	4,17	0,25	-	0,18	
	III	1 760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	
^a Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg. ^b Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.							

5. MÉTODOS DE ENSAYO

Para la determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203.

BIBLIOGRAFÍA

NTE INEN 2656, Clasificación vehicular

EURO III: Community Directive (Directive 98/96), Dir 70/220/EEC as amended by Dir 98/96/EC and 2003/96/EC, Directive 70/220/CEE

EPA Tier 1 Emission Standards for Passenger Cars and Light-Duty Trucks, FTP 75, g/mi; US: Light-duty: Emissions, disponible en: http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Lightduty:_Emissions#Regulatory_Documents, consultado el 2016-12-16.

Resolución 1111 de 2013. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Bogotá, 2013.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO:** **GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS Código ICS:**
NTE INEN 2204 AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES 13.040.50
Segunda revisión PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN
GASOLINA

ORIGINAL:	REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2002-04-17
Oficialización con el Carácter de Obligatoria	por Acuerdo Ministerial No. 02 368 de
2002-09-18	publicado en el Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30
	Fecha de iniciación del estudio: 2016-11-14

Fechas de consulta pública: Del 2016-12-01 al 2016-12-16

Comité Interno

Fecha de iniciación: 2016-12-16

Fecha de aprobación: 2016-12-16

Integrantes del Comité:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

BQF. Elena Larrea (Presidenta)

Ing. Juan Burneo

Ing. Evelyn Vasco

Ing. Luis Costta

Ing. Ximena Llano

Dr. Hugo Ayala

Ing. Eduardo Quintana

Ing. Luis Silva (Secretario Técnico)

INEN – DIRECCIÓN EJECUTIVA

INEN – DIRECCIÓN DE REGLAMENTACIÓN

INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA

INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA

INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN Y
CERTIFICACIÓN

INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN Y
CERTIFICACIÓN

INEN – DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

INEN – DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2204:2017 (Segunda revisión) reemplaza a NTE INEN 2204:2002 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 16 530 de 2016-12-30

Registro Oficial Primer Suplemento No. 919 de 2017-01-10

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre

Casilla 17-01-3999 ☐ Telfs: (593 2)3 825960 al 3 825999

Dirección Ejecutiva: direccion@normalizacion.gob.ec

Dirección de Normalización: consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec

Centro de Información: centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec

[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)

ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

NORMA NACIONAL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES GASOLINA

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de los combustibles se encuentra definida en función de un conjunto de parámetros físico-químicos y operativos que cualifican su desempeño ambiental al final del proceso de combustión.

Los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Minas y Energía deben definir los parámetros mínimos de calidad, en materia ambiental y técnica respectivamente, de los combustibles que se han de importar, producir, distribuir y consumir en todo el territorio nacional, de conformidad con lo definido en el artículo 2.2.5.1.4.5 del Decreto 1076 de 2015.

En cumplimiento de esta responsabilidad, el gobierno colombiano ha establecido las condiciones mínimas para que, desde el marco regulatorio, se controle la distribución de combustibles de la mejor calidad para Colombia, teniendo en cuenta las materias primas características del territorio nacional y propendiendo por favorecer el desarrollo del país dentro de esquemas sostenibles.

Dentro del marco regulatorio, éste debe ser reformulado continuamente de acuerdo a las métricas internacionales y a los avances tecnológicos de los procesos productivos tendientes a la minimización de los impactos ambientales generados durante la combustión, respondiendo a las preocupaciones de la comunidad internacional en torno a los temas relacionados con la calidad del aire y su influencia en el cambio climático y la salud pública.

En este sentido, el presente documento revisa los antecedentes normativos en materia de calidad de combustibles en Colombia haciendo énfasis en la gasolina y presenta la definición del problema dentro del proceso de estructuración del análisis de impacto normativo derivado del concepto técnico ambiental que sugiere la necesidad de actualizar parámetros priorizados y reglamentar parámetros adicionales debido a su incidencia en la calidad del aire.

1.1 ANTECEDENTES

Para el desarrollo de las temáticas objeto del presente documento es importante retomar la situación actual de la calidad del aire en el país, así como la evolución normativa en materia de calidad de combustibles, a continuación, se desarrollan los antecedentes para cada una de estas líneas.

□ CALIDAD DEL AIRE

En 2017 fue adoptada la Resolución 2254, la cual incorporó un ajuste progresivo de los niveles máximos permisibles de contaminantes considerando los lineamientos dados por la Organización Mundial de la Salud. Esta actualización de la norma de calidad del aire busca minimizar el riesgo sobre la salud humana que puede ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera, y por ello define también niveles más estrictos para los estados de prevención, alerta y emergencia.

En línea con estas acciones, en 2018 se adoptó el CONPES 3943 "Política para el mejoramiento de la calidad del aire", cuyo objetivo general es reducir la concentración de contaminantes en el aire que afectan la salud y el ambiente. Para el cumplimiento del objetivo general de esta política, se establecen tres objetivos específicos desarrollados a través de líneas de acción que implican la realización de actividades por parte de diferentes entidades del nivel nacional. Los objetivos específicos son: reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles, reducir las emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes fijas y mejorar las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire.

En armonía con esta política, la Ley 1955 de 2019 –Plan Nacional de Desarrollo [2018-2022]- estableció en su *“Objetivo 2. Mejorar la calidad del aire, del agua y del suelo para la prevención de los impactos en la salud pública y la reducción de las desigualdades relacionadas con el acceso a recursos”* se plantea la intervención: *“MinAmbiente actualizará los estándares de emisión de fuentes móviles hasta llegar al EURO VI, y con MinMinas reglamentará el contenido de azufre en los combustibles para reducir la contaminación atmosférica en Colombia, (...)”*.

De lo anterior, se resalta el señalamiento de las fuentes móviles como importantes actores en la problemática asociada a la calidad del aire en Colombia. Según los inventarios de emisiones que se han realizado en las grandes ciudades del país, el material particulado es emitido principalmente por la quema de combustibles fósiles en el sector transporte y en el sector industrial. Se estima que, en los centros urbanos,

aproximadamente el 80 % de las partículas PM_{2.5} son generadas por las fuentes móviles mientras que el 20 % restante lo aportan las fuentes fijas (SIAC¹⁰).

Profundizando en este aspecto, las emisiones generadas por las fuentes móviles dependen de tres aspectos principales a saber: i) tecnología de emisión del parque automotor, ii) calidad de los combustibles y iii) condiciones de mantenimiento preventivo. En el presente documento se desarrolla la problemática y alternativas disponibles en respuesta a la misma, desde el aspecto ii) calidad de los combustibles, en lo relacionado con la gasolina distribuida en el territorio nacional

□ CALIDAD DE COMBUSTIBLES - GASOLINA

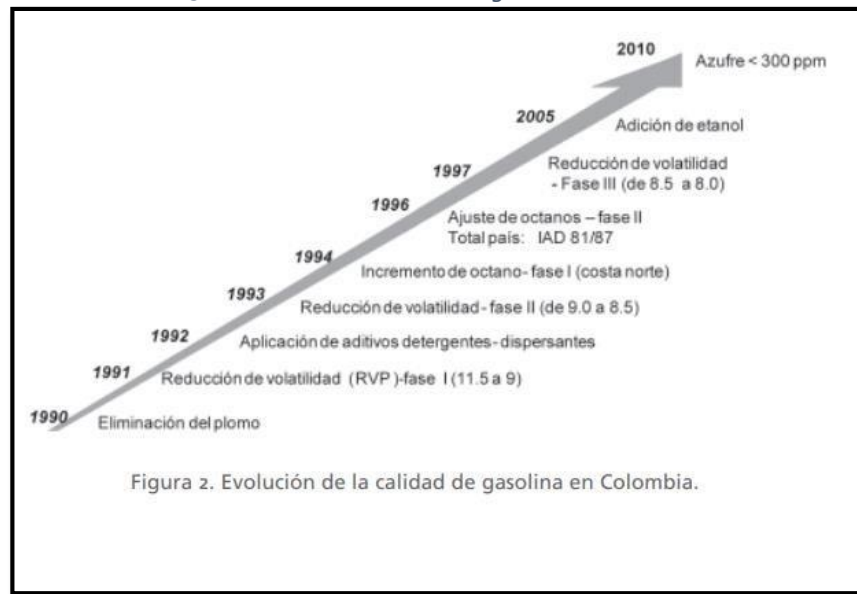
La reglamentación colombiana en materia de calidad de combustibles tiene su raíz en la Resolución 898 de 1995 “Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores”.

El artículo 1 de la citada Resolución establece -entre otros aspectos-, los requisitos de calidad de las gasolinas colombianas. A partir de esta norma, se han efectuado varias modificaciones entre las que se encuentran la Resolución 1565 de 2004 *“Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna”*.

En los últimos 30 años se ha evolucionado en la calidad de las gasolinas colombianas en distintos parámetros, tal como se ilustra en la siguiente figura.

¹⁰ Sistema de Información Ambiental de Colombia

Figura 1. Evolución calidad de gasolina en Colombia



Fuente: (Jorge Humberto Arango - Ecopetrol, 2009)

En armonía con esta evolución, el CONPES 3943 “Política para el mejoramiento de la calidad del aire”, definió líneas de acción específicas, dedicadas al plan de mejoramiento de los combustibles:

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

De esta manera, la iniciativa reglamentaria propuesta responde a las necesidades y lineamientos trazados por el Gobierno nacional en esta materia.

2. CONTEXTO GENERAL

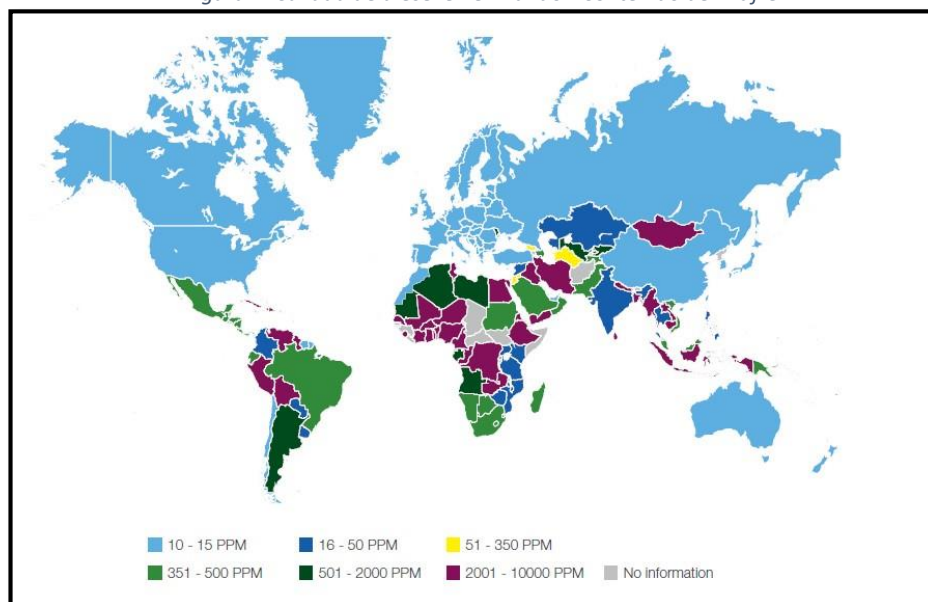
La calidad de los combustibles, se encuentra determinada tanto por la naturaleza físicoquímica de los petróleos crudos de los cuales son extraídos, como por las condiciones operativas y tecnológicas de los procesos implementados en la refinería. En el presente capítulo se realiza una descripción de estas características para la región colombiana, después de revisar el contexto internacional en la materia.

2.1 Contexto Internacional

La problemática de calidad del aire y el efecto que tienen en ella las fuentes móviles terrestres accionadas con combustibles fósiles ha sido identificada y abordada por los diferentes países del mundo desde 1980. En este sentido, las tecnologías vehiculares han sido diseñadas y progresivamente modificadas en función de su desempeño ambiental, marcando tendencias de reducción en las emisiones de contaminantes generadas durante los procesos de combustión.

Para ello, se hace necesario e indispensable, disponer de combustibles con características de calidad obtenidas mediante, cada vez más complejos procesos de refinería. Una de las características que más se ha estudiado, es el contenido de azufre, tanto para el combustible diésel como para la gasolina.

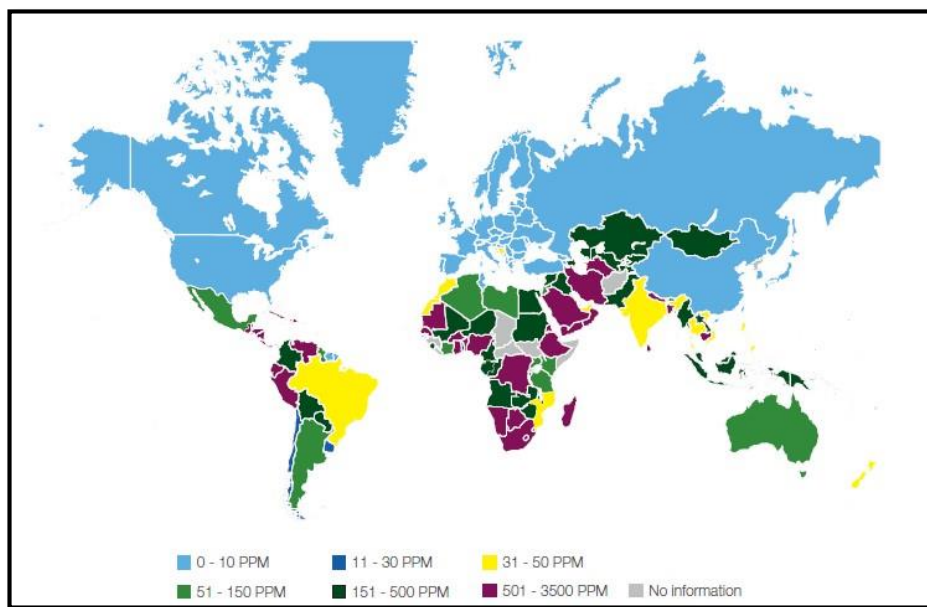
Figura 2. Calidad de diésel en el mundo– Contenido de Azufre



Fuente: (Europe, 2018)

En lo referente a la calidad del Diésel, el combustible colombiano se encuentra posicionado entre los más limpios del mundo, tal como se aprecia en la Figura 1. Sin embargo, en materia de calidad de gasolina el país presenta un resago respecto de los combustibles considerados “más limpios del mundo”. Esta situación se ilustra en la siguiente figura.

Figura 3. Calidad de Gasolina en el mundo - Contenido de Azufre



Fuente: (Europe, 2018)

La Figura 3 evidencia el avance de los países del hemisferio norte en lo relativo al contenido de azufre de las gasolinas, en contraste con la diversidad de avances parciales de países como Chile, Brasil e India y el atraso de los demás países de Suramérica y África.

En este sentido y teniendo en cuenta que Colombia auto-abastece su demanda de combustibles, el objeto del presente análisis de impacto es determinar los costos y beneficios asociados al mejoramiento de la calidad de la gasolina refinada en el país y las alternativas de implementación que de ello se derivan.

Para avanzar en este objetivo es necesario poner en contexto las características de las cuales depende el mejoramiento de la calidad de la gasolina en Colombia. El punto de partida de este análisis es la calidad de los crudos disponibles, los cuales constituyen la materia prima del proceso de refinación, siendo éste proceso la segunda característica predominante para la obtención de combustibles de alta calidad.

2.2 Característica Pesada de los Petróleos Crudos en Colombia

Existen dos características principales de los petróleos crudos, las cuales condicionan la calidad de los mismos y determinan los procesos necesarios en la refinería para la obtención y aprovechamiento de combustibles de calidad, éstas son: i) Gravedad API y ii) Contenido de azufre.

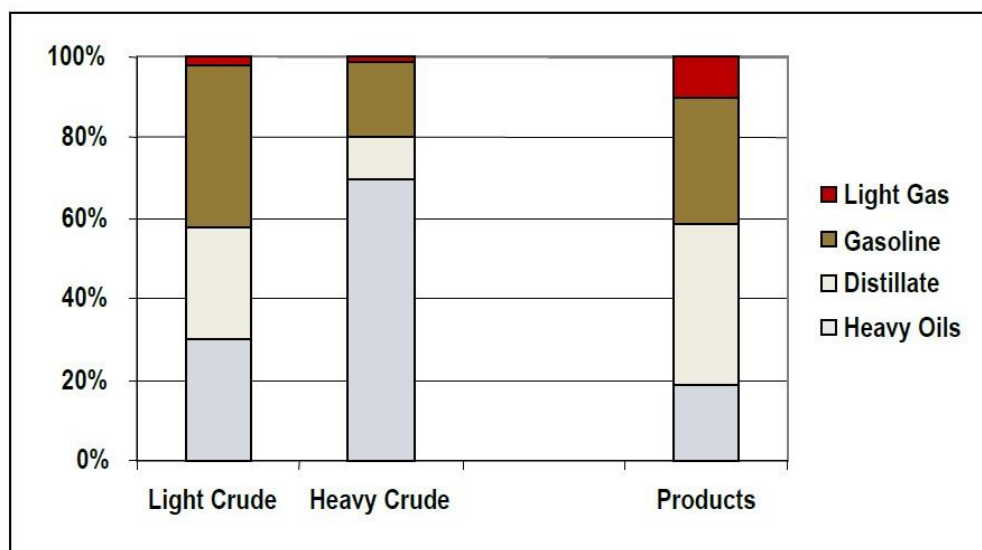
“La densidad o gravedad API de un crudo indica qué tan liviano o pesado es en su totalidad. Los crudos más livianos tienen una mayor proporción de pequeñas

moléculas, que las refinerías pueden convertir en gasolina, combustible pesado y diésel (...). Los crudos más pesados tienen proporciones más altas de moléculas grandes, que las refinerías pueden i) utilizar en combustibles industriales pesados, asfalto y otros productos pesados (cuyos mercados son menos dinámicos y, en algunos casos, se están reduciendo), o ii) procesarlas en moléculas más pequeñas que se pueden utilizar en combustibles para transporte.

En la industria de refinación, la densidad de un crudo se expresa generalmente en términos de gravedad API, un parámetro de medición de unidades en grados ($^{\circ}\text{API}$), por ejemplo, 35°API . La gravedad API varía en forma inversa a la densidad (es decir, cuánto más liviano es el material, más alta es la gravedad API). Por definición, el agua tiene una gravedad API de 10° ¹¹.

La Figura 2 muestra la calidad de un típico crudo liviano (35°API) y un típico crudo pesado (25°API), en función de su producción natural de gases livianos, componentes de la gasolina y destilados (principalmente combustible pesado y diésel), y aceites pesados. La misma figura muestra además, el perfil promedio de demanda de estas categorías de productos en los países desarrollados (*Products*).

Figura 4. Producción Natural de Crudos Livianos y Pesados



Fuente: (ICCT, 2011)

A partir de esta gráfica es posible concluir que cuanto más pesado el crudo, menor es la proporción aprovechable para destilados. Así mismo y de acuerdo con la información presentada en la Figura 5, se infiere que los petróleos crudos característicos de la región continental colombiana, son de clase “pesada”, lo cual hace

¹¹ Introducción a la Refinación de Petróleo y Producción de Gasolina y Diésel con bajo contenido de Azufre. ICCT, 2011.

Crude Oil	Country of Origin	Crude Oil Class	Properties	
			Gravity (°API)	Sulfur (wt.%)
Brent	U.K.	Light Sweet	40.0	0.5
West Texas Intermediate	U.S.A.		39.8	0.3
Arabian Extra Lt. Export	Saudi Arabia	Light Sour	38.1	1.1
Daqing	China	Medium Medium Sour	33.0	0.1
Forcados Export	Nigeria		29.5	0.2
Arabian Light Export	Saudi Arabia	Medium Sour	34.0	1.9
Kuwait Export Blend	Kuwait		30.9	2.5
Marlim Export	Brazil	Heavy Sweet	20.1	0.7
Cano Limon	Colombia		25.2	0.9
Oriente Export	Ecuador	Heavy Sour	25.0	1.4
Maya Heavy Export	Mexico		21.3	3.4

más difícil su

aprovechamiento para productos combustibles como el diésel, lo que adicionalmente conlleva mayores costos de refinería para lograr dicho aprovechamiento. Como se observa en la figura los crudos colombianos se encuentran entre los más pesados a nivel mundial.

Figura 5. Clasificación Internacional de Crudos según gravedad API

Fuente: (ICCT, 2011)

Además de la gravedad API, una condición natural que determina la calidad de un crudo, así como la complejidad del proceso refinería necesario para su aprovechamiento, es el contenido de azufre.

“Entre los hetero-elementos presentes en el petróleo crudo, el azufre es el que más afecta el proceso de refinación. Los niveles suficientemente altos de azufre en el flujo de refinación pueden: i) desactivar (“contaminar”) los catalizadores que aceleran las reacciones químicas deseadas en ciertos procesos de refinación, ii) provocar la corrosión en el equipo de refinería, y iii) generar la emisión a la atmósfera de compuestos de azufre, que no son agradables y pueden estar sujetos a estrictos controles reglamentarios”¹².

El azufre de los combustibles para vehículos automotores ocasiona la emisión de compuestos indeseables e interfiere con los sistemas de control de emisiones que están destinados a regular las emisiones contaminantes tales como, los compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y material particulado.

¹² ,³ Introducción a la Refinación de Petróleo y Producción de Gasolina y Diésel con bajo contenido de Azufre. ICCT, 2011.

En consecuencia, las refinerías deben tener la capacidad de extraer el azufre del crudo y los flujos de refinación en la medida que sea necesario para atenuar estos efectos no deseados. Cuánto más alto sea el contenido de azufre del crudo, más alto es el grado de control de azufre que se necesita y

el costo que insume este procedimiento. Así mismo, cuanto menor es el contenido de azufre, es más alto el grado de especialización necesario para su detección, reducción y remoción.

El contenido de azufre del crudo y los flujos de refinación se mide generalmente en tanto por ciento (%) en peso o en partes por millón por peso (ppmw). En la industria de la refinería, el petróleo crudo se denomina con poco azufre (bajo nivel de azufre), si su nivel de azufre es inferior al valor umbral (por ejemplo, 0,5 % (5.000 ppmw)) y sulfuroso (alto nivel de azufre), si el nivel de azufre supera el umbral más alto. La mayoría de los crudos sulfurosos registran niveles de azufre de entre 1,0 y 2,0 %, pero en algunos casos se registran niveles de azufre de > 4 %.”⁴.

Con base en la información presentada en la Figura 5 (Tipo de Crudo Colombiano: Heavy Sweet), el contenido de azufre típico de las reservas de crudo disponibles en Colombia, se encuentra entre 01.1 %wt (en el umbral “sulfuroso”).

La calidad promedio de los tipos mundiales de crudo (según gravedad API y contenido de azufre) para refinación ha ido decayendo paulatinamente. El contenido promedio de azufre ha aumentado más rápidamente y esta tendencia probablemente continuará en un futuro inmediato².

Para ilustrar esta tendencia, la Figura 6 muestra la calidad estimada del crudo, según la gravedad API y el contenido de azufre, en varias regiones del mundo para el año 2008 (presente) y 2030 (proyectado).

Figura 6. Calidad Regional de Petróleos Crudos – Proyección

Region	2008 (Actual)		2030 (Projected)	
	Gravity (°API)	Sulfur (wt%)	Gravity (°API)	Sulfur (wt%)
North America	31.2	1.21	28.7	1.66
Latin America	25.1	1.59	23.5	1.57
Europe	37.1	0.37	37.4	0.38
Commonwealth of Independent States	32.5	1.09	35.1	0.97
Asia-Pacific	35.4	0.16	35.7	0.16
Middle East	34.0	1.75	33.9	1.84
Africa	36.5	0.31	37.1	0.26
World Average	33.0	1.1	32.9	1.3

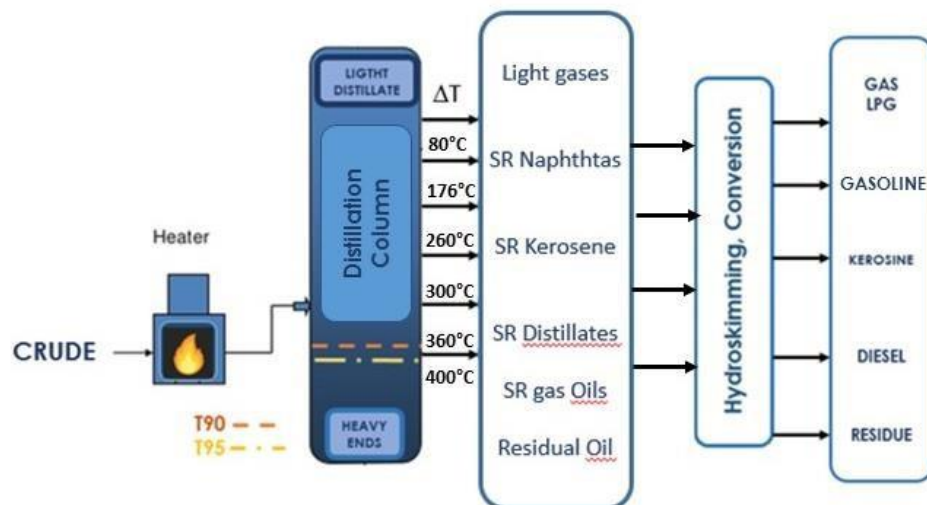
Fuente: (ICCT, 2011)

En este sentido se entiende que será cada vez más difícil realizar un aprovechamiento eficiente de los petróleos crudos a nivel mundial, por lo que se requerirá de mayores esfuerzos económicos para procesos y tecnologías de refinería que permitan obtener los productos de destilación con las condiciones de calidad deseadas.

2.3 Características del Proceso de Refinería

La figura 7 presenta un esquema del proceso general de refinería a partir del cual se obtienen los productos deseados. Mediante cambios en la temperatura de destilación se extraen derivados del crudo formando una columna de separación, a partir de la cual se obtienen productos como gas (en el extremo liviano), gasolina, keroseno y diésel (en la zona media) y residuos para asfaltos y aceites bunker (en el extremo pesado).

Figura 7. Esquema de Refinería de Petróleos Crudos – Columna de Destilación



Fuente: Elaboración propia a partir de (ICCT, 2011)

La separación de todos los derivados del crudo, se realiza gradualmente a medida que se incrementa la temperatura de destilación. De esta manera, como se ilustra en la figura 7, cuando el crudo se somete a temperaturas entre 15 °C y 80 °C se obtienen productos como gas y gas licuado de petróleo. Al incrementar la temperatura desde 176 °C hasta 260 °C, se separan del crudo sustancias como naftas y keroseno (a partir de las cuales se obtienen productos como gasolinas y combustibles náuticos); De esta manera, a medida que se avanza en el gradiente incremental de la temperatura, se separan del crudo compuestos cada vez más “pesados” en función de sus moléculas de carbono.

Hacia el final del proceso, se obtiene la fracción restante del crudo que no se ha evaporado a temperaturas entre 360°C y 500°C. Este punto de la columna de destilación se conoce como T95 y se define como la temperatura a la cual el 95% del crudo se ha evaporado. En algunos países se controla el parámetro de T90, el cual, análogamente corresponde a la temperatura de destilación para la cual el 90% del crudo se ha evaporado.

Al llegar a este punto del proceso, los compuestos remanentes son de naturaleza pesada, poco aprovechable y se destina para subproductos como asfaltos. Estos compuestos presentan como característica una alta propensión a la formación de material particulado y hollín al ser quemados.

En la actualidad, producto de los grandes avances tecnológicos de los procesos productivos, existen tecnologías de mejoramiento, transformación, tratamiento y separación aplicadas en las refinerías de manera posterior a la destilación general, las cuales permiten aprovechar en mayor medida los productos generados en todos los puntos de la columna de destilación (especialmente del extremo pesado), determinan la calidad de las diferentes categorías de productos refinados y viabilizan el control de

parámetros específicos tales como el contenido de azufre en todos los flujos de la refinería, el contenido de compuestos aromáticos, aromáticos policíclicos (PAHs) mediante el rompimiento de las cadenas de poliaromáticos y permiten convertir nafta en gasolina. Estos procesos influyen en la economía de la refinería y en el costo final de los productos derivados, cuanto más complejos los procesos y más refinados los parámetros, mayores serán los costos asociados.

En Colombia, se cuenta con dos refinerías: i) Barrancabermeja y ii) Cartagena (Reficar), las cuales cuentan con configuraciones y tecnologías de proceso diferentes, en razón a la evolución tecnológica disponible en el momento de su implementación. En el año 2010 se implementó el proceso de hidrotratamiento para la refinería de barrancabermeja, mientras que en el año 2016 se incluyó para Reficar procesos de hidrotratamiento e hidrocrackeo, los cuales proporcionan la capacidad de transformar los productos más pesados de los crudos, en destilados aprovechables controlando parámetros tales como la densidad, viscosidad, el contenido de poliaromáticos y el contenido de azufre, entre otros, los cuales influyen de manera directa en el desempeño ambiental de los combustibles en las fuentes móviles terrestres.

2.3. Parámetros relevantes en materia ambiental – calidad de Gasolina

Una vez analizado el contexto nacional e internacional en conjunto con el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible determinó la relevancia en materia ambiental de 4 parámetros de calidad de gasolina cuya descripción se presenta a continuación, incluyendo la definición, los antecedentes normativos y el contexto nacional e internacional.

▪ EFECTOS AMBIENTALES CONTENIDO DE AROMÁTICOS

Los aromáticos son moléculas que contienen por lo menos un anillo de Benceno. El contenido de aromáticos del combustible, afectará el proceso de combustión ya que puede incrementar los depósitos en el motor e incrementar las emisiones contaminantes en el tubo de escape, incluyendo CO₂.

Los aromáticos pesados y otros compuestos de alto peso molecular han sido asociados a la formación de depósitos en la cámara de combustión. Se dispone de aditivos diseñados para evitar la formación de éstos depósitos, sin embargo, se ha evidenciado que su aplicación genera incrementos en las emisiones de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (ACEA, 2013). Por ésta razón se hace necesario limitar el contenido máximo de contenido de aromáticos totales en la gasolina.

▪ EFECTOS AMBIENTALES NÚMERO DE OCTANO (RON)

El número de Octano es una medida de la habilidad de la gasolina para resistir la auto-ignición. La auto-ignición puede causar inestabilidades o golpeteos en el motor

(knocking) lo cual puede causar daños severos en los motores. Dos métodos de laboratorio son usados para medir el número de octano. Uno de ellos determina el número de Octano de Investigación o RON por sus siglas en inglés (Research Octane Number); el otro determina el número de Octano de Motor MON, por sus siglas en inglés (Motor Octane Number). RON se correlaciona con condiciones de golpeteos medios a bajas velocidades, mientras que MON se correlaciona con condiciones de golpeteos a altas temperaturas y con condiciones de aceleración parcial.

Los vehículos son diseñados y calibrados para ciertos rangos de octanaje. Cuando un consumidor usa gasolina con un octanaje más bajo del requerido, pueden presentarse golpeteos. Los motores equipados con sensores de golpeteo pueden manejar valores menores de octanaje retardando el tiempo de encendido de la chispa, pero esto puede incrementar el consumo de combustible, disminuir la capacidad de conducción, disminuir la potencia y aún causar golpeteos.

Incrementar el octanaje mínimo disponible en condiciones locales tiene el potencial de ayudar a los vehículos a mejorar significativamente la economía de combustible y en consecuencia disminuir las emisiones de CO₂. Éste mejoramiento varía en función del diseño del tren principal, el factor de carga y la estrategia de calibración entre otros factores.

▪ EFECTOS AMBIENTALES CONTENIDO DE AZUFRE

El contenido de azufre tiene influencia directa en la formación de material particulado en las emisiones del tubo de escape vehicular y posee características que afectan el correcto funcionamiento de los sistemas de control de emisiones (convertidores catalíticos), tal como se desarrolló en el numeral 2 del presente documento.

A nivel internacional, se ha definido como estándar internacional EURO 6 para vehículos a gasolina un contenido máximo de 10 ppm; En Colombia, la Resolución 898 de 1995, modificada por el Artículo Primero de la Resolución 1180 de 2006, contempla un contenido de azufre de 300 ppm, sin embargo, dentro de las metas del cuatrienio del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se encuentra alcanzar un contenido de azufre de máximo 10 ppm para el combustible diésel.

En armonía con esta meta, se estableció el cronograma de mejoramiento de la calidad de la gasolina en Colombia en lo referente al contenido de azufre, el cual se resume a continuación.

Tabla 1. Mejoramiento progresivo del contenido de azufre la gasolina en Colombia

Hasta el 30 de Diciembre de 2020	300 ppm
A partir del 31 de diciembre de 2020	100 ppm

A partir del 31 de diciembre de 2021	50 ppm
A partir del 31 de diciembre de 2030	10 ppm

Los efectos en la reducción del contenido de azufre para los contaminantes criterio se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Reducción de Contaminantes para gasolina de bajo contenido de azufre.

Table 1: Impact of Sulphur on Emissions						
Study	Vehicle Technology	Sulphur Range (ppm)		Emission Reduction, % (high to low sulphur)		
		high	low	HC	CO	NO _x
AQIRP	Tier 0	450	50	18	19	8
EPEFE	EURO 2+	382	18	9 (43*)	9 (52*)	10 (20*)
AAMA/AIAM	LEV & ULEV	600	30	32	55	48
CRC	LEV	630	30	32	46	61
JARI	1978 Regulations	197	21	55	51	77
Alliance/AIAM	LEV/ULEV	100	30	21	34	27
	LEV/ULEV	30	1	7	12	16
JCAP	DI/NO _x cat.	25	2			37

* Reduction achieved during hot EUDC (extra-urban) portion of test.

Fuente: (ACEA, 2013)

En este sentido se observa que, para todos los casos la reducción de contenido de azufre en la gasolina tiene efectos de reducción de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

▪ EFECTOS AMBIENTALES PARÁMETRO PRESIÓN DE VAPOR

La presión de vapor es la medida de la volatilidad de un combustible o el grado al cual éste se vaporiza a una temperatura dada. Para la gasolina, la presión de vapor tiene incidencia tanto en el desempeño de los vehículos automotores como en el ambiente. Primero, porque los motores a gasolina requieren que el combustible se evapore para quemarse, la gasolina debe alcanzar un valor mínimo de presión de vapor para asegurar que es lo suficientemente volátil para vaporizarse bajo condiciones de encendido frío.

Los motores también tienen un límite máximo de presión de vapor definido en función de evitar bloqueos en la línea de combustible. La mayor preocupación para la definición del valor máximo que debe tomar éste parámetro es de carácter ambiental en lo referente a las emisiones evaporativas.

Ésta característica debe ser regulada en función de la temperatura mínima a la cual se espera que opere el mercado vehicular. En este sentido, de acuerdo a la información presentada en la carta mundial de combustibles, recomienda para países con temperaturas típicas mínimas entre 5 y 15 °C, una presión de vapor máxima de 55 Kpa.

Tabla 3. Niveles de Presión de Vapor recomendados por la carta mundial de combustibles a diferentes temperaturas

ALL CATEGORIES					
Class *	A	B	C	D	E
Ambient Temp. Range, °C	> 15	5 to 15	-5 to +5	-5 to -15	< -15
Vapour Pressure, kPa	45 - 60	55 - 70	65 - 80	75 - 90	85 - 105
T10, °C, max	65	60	55	50	45
T50, °C	77 - 100	77 - 100	75 - 100	70 - 100	65 - 100
T90, °C	130 - 175	130 - 175	130 - 175	130 - 175	130 - 175
EP, °C max.	205	205	205	205	205
E70, %	20 - 45	20 - 45	25 - 47	25 - 50	25 - 50
E100, %	50 - 65	50 - 65	50 - 65	55 - 70	55 - 70
E180, % min	90	90	90	90	90
D.I., max	570	565	560	555	550

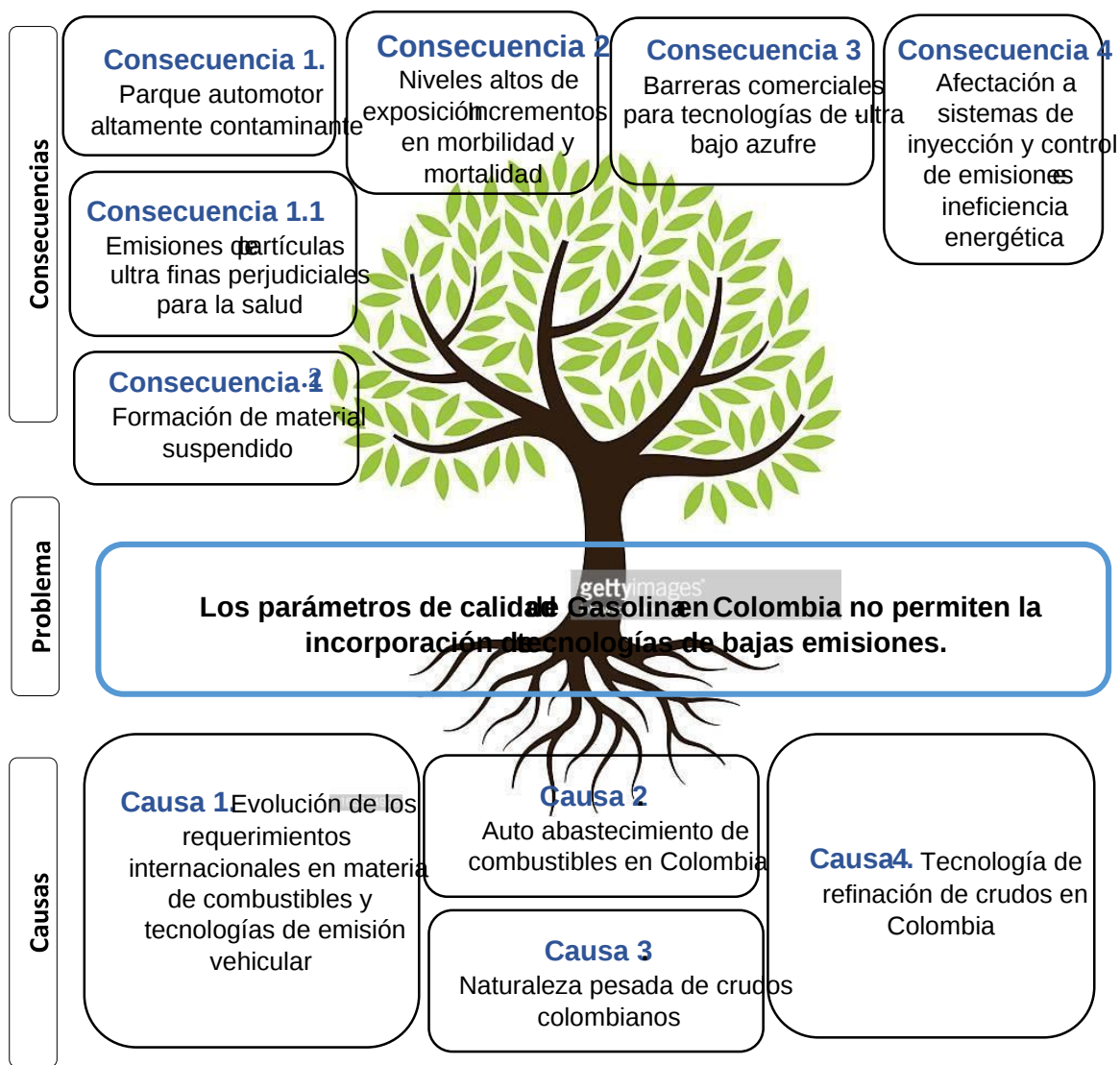
Fuente: (ACEA, 2013)

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del desarrollo del análisis de impacto normativo, se encuentra la definición y descripción del problema al que dará respuesta la iniciativa regulatoria propuesta. En este sentido, se presentan a continuación las consideraciones bajo las cuales se realizó la definición del problema.

3.1 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 8. Árbol de Problema



3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los parámetros de calidad de gasolina con los que cuenta Colombia actualmente, no permiten la incorporación de vehículos con tecnologías de bajas emisiones. A continuación, se describen las causas y consecuencias de la problemática identificada.

Problema:

Los parámetros de calidad de gasolina en Colombia no permiten la incorporación de vehículos con tecnologías de bajas emisiones.

Como se ha expuesto en el presente documento, la calidad de los combustibles disponibles definida como el conjunto de parámetros que caracterizan las condiciones físico-químicas y las capacidades operativas, determina el tipo de tecnología vehicular que es posible reglamentar en un país.

Es decir, un país que no tenga disponibles gasolinas con características como: i) 10 ppm de azufre, ii) número de octano (RON) de 89, no podrá implementar tecnologías EURO 6 toda vez que los fabricantes de las mismas establecen como condición necesaria e indispensable para el óptimo funcionamiento y cumplimiento de estándares de emisión, el suministro de un combustible con las características mínimas mencionadas.

De esta manera, se entiende que mejorar la calidad del combustible es una condición indispensable para dar paso a la renovación tecnológica vehicular necesaria para mejorar la calidad del aire en Colombia.

Causas:

1. **Evolución de los requerimientos internacionales en materia de combustibles y tecnologías de emisión vehicular.** El mejoramiento de los parámetros de calidad de combustibles en el mundo, avanza de una manera acelerada en respuesta a los avances tecnológicos en materia de combustión y emisiones vehiculares, tendientes a la protección y cuidado de la salud pública.

En Colombia, la reglamentación de calidad de gasolina mediante Resolución 898 de 1995, modificada por el Artículo Primero de la Resolución 1180 de 2006, contempla un contenido de azufre de 300 ppm el cual es suficiente para incorporación de tecnologías de emisión hasta EURO 2, pero es insuficiente para la incorporación de tecnologías capaces de reducir hasta un 94% las emisiones contaminantes, tales como EURO 4 o EURO 6, para lo cual se requiere la reglamentación de un contenido de azufre de máximo 10 ppm.

2. **Auto abastecimiento de combustibles en Colombia.** Colombia es un país con reservas continentales de petróleo crudo y se encuentra en la capacidad de extraerlo y refinarlo, por lo cual es autosuficiente para abastecer la demanda de productos como combustibles fósiles para los diferentes sistemas de transporte, terrestre, fluvial y aéreo. En consecuencia, la calidad de los parámetros de combustibles que se logra al final del proceso de refinación está condicionada directamente por las características fisicoquímicas de las reservas de crudo disponibles y las cuales se presentaron de forma resumida en las figuras 5 y 6; de otra manera, el país debería afrontar procesos de importación, asumiendo sobre costos y desaprovechando las materias primas existentes en el territorio nacional.
3. **Naturaleza Pesada de Crudos Colombianos** Las reservas continentales de crudo disponibles en Colombia, son de naturaleza pesada tal como se expuso en el contexto general, lo cual implica mayor contenido de azufre, menor

cantidad de material aprovechable para la generación de derivados tales como combustibles para uso vehicular y mayor dificultad para alcanzar niveles altos de calidad en parámetros de combustible tales como contenido de azufre, número de cetano y contenido de poliaromáticos (PAH). Así mismo, esta condición genera que los costos asociados a los procesos de refinación sean mucho más altos comparados con aquellos requeridos para refinar crudos livianos (ver figura 3); de esta manera, Colombia se sitúa dentro de los países con reservas de crudo más pesadas a nivel mundial.

4. **Tecnología de refinación de crudos en Colombia** La reglamentación de calidad de combustibles vigente no contempla parámetros de calidad que se han viabilizado gracias a los avances tecnológicos desarrollados a nivel mundial para los procesos de refinación de petróleos crudos, los cuales permiten transformar las características químicas de los compuestos obtenidos durante la etapa de separación térmica (ver figura 5).

Procesos como el hidrotratamiento e hidrocrackeo que han sido incorporados por Ecopetrol (2010 y 2016) para los procesos de refinación nacional, permiten en la actualidad controlar el nivel de contaminantes tóxicos tales como, el contenido de aromáticos, octanaje, y permite mejorar el control del contenido de azufre en los distintos puntos del proceso de refinación.

Sin embargo, para alcanzar los niveles de ultra-bajo azufre que exigen las tecnologías vehiculares de bajas emisiones, se requiere de modificaciones significativas en la infraestructura física y de procesos de las refinaciones, entre otros: cambio de catalizador, incremento de severidad, límite de azufre en dieta de crudo, cambio en el fraccionamiento, inclusión de un nuevo reactor de HNT, incremento de la severidad de HNT e incremento de H₂. Adicionalmente para alcanzar las 10 ppm en azufre y además garantizar los parámetros de RON y nivel de aromáticos, se requiere de la implementación de una nueva planta de HNT, una nueva planta de H₂, una nueva planta de azufre, nuevas plantas de Amina, Aguas agrias y una nueva planta de incremento de octano (ECOPETROL, 2019).

Pese a las mejoras ya alcanzadas en la calidad de los combustibles (diésel principalmente) por la implementación de proyecto de hidrotratamiento de diésel y gasolina en la refinación de Barrancabermeja y modernización de la Refinería de Cartagena, subsisten dificultades relacionadas con el mantenimiento de los niveles de azufre en la cadena de distribución de los combustibles desde la refinación hasta las estaciones de servicio, de la misma manera que la obsolescencia de la tecnología vehicular que no permite aprovechar la calidad del combustible producido (UPME, 2019).

Consecuencias:

- 1. Parque automotor altamente contaminante.** La composición del parque automotor colombiano en cuanto a su tecnología, se encuentra definido en función de la evolución de la reglamentación de la calidad del combustible, la cual entre los años 1995 a 2014 permitió el ingreso de tecnologías Pre-Euro y Euro 2 para el caso de los vehículos de encendido por chispa (gas natural y gasolina). Para el caso de las motocicletas, las cuales dominan la composición del parque automotor con un 59% de participación (ver Figura 9), la tecnología reglamentada apenas satisface los estándares equivalentes a EURO 2. De esta manera, es urgente propiciar el ascenso tecnológico de éste tipo de vehículos, los cuales empiezan a ser protagonistas como aportantes de material particulado en inventarios de emisiones de centros urbanos con alta densidad vehicular (AMVA 2017, SDA 2015).

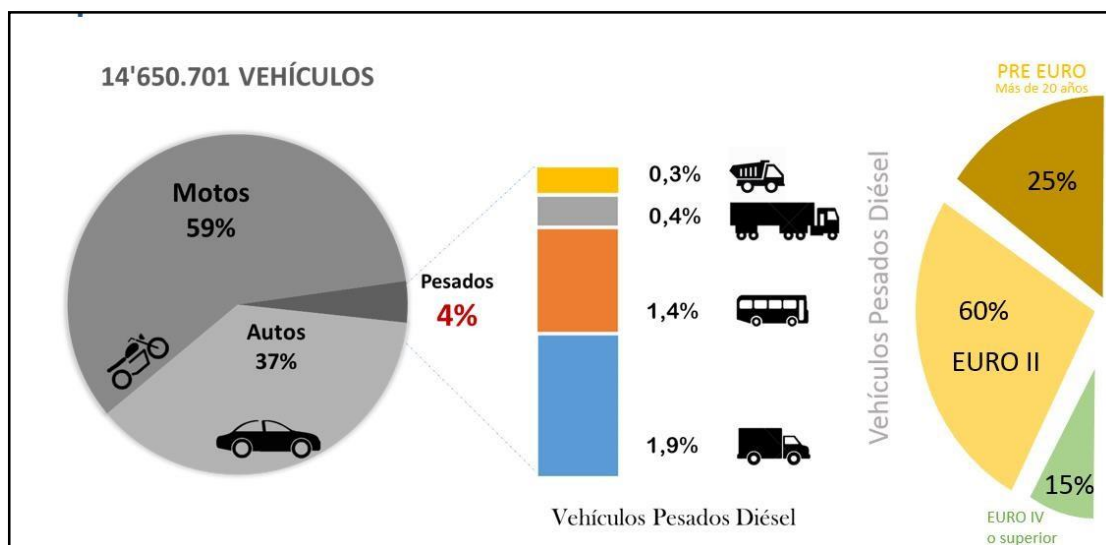


Figura 9. Composición parque automotor colombiano
Fuente: Elaboración propia a partir de Runt 2019

- 1.1. Emisiones de partículas ultra finas perjudiciales para la salud.** Los colombianos se encuentran expuestos a emisiones vehiculares provenientes de tecnologías vehiculares reglamentadas en 1998 en los países de origen (tecnologías EURO 2 y anteriores), las cuales no cuentan con sistemas de poscombustión y control de emisiones contaminantes que reduzcan de manera significativa los niveles de material particulado generados durante los procesos de combustión, que a su vez son incompletos y defectuosos a causa del deterioro por uso y condiciones de mantenimiento deficientes.

Para el caso de los vehículos de encendido por chispa (gasolina y gas natural) específicamente aquellos que poseen sistema de inyección directa (GDI) por sus siglas en inglés *Gasoline Direct Injection*, la generación de partículas ultrafinas es comparable con el equivalente de partículas ultrafinas generadas a partir de la combustión Diesel (P. Comte, 2017). De esta comparación, el mismo autor registra que, se observan resultados notables que sugieren que las emisiones de partículas generadas por los GDI, superan aquellas generadas por vehículos diésel que integran filtros de partículas (DPF).

1.2. Formación de Contaminantes Secundarios. Además de las emisiones de material particulado provenientes de la combustión de los automotores, se generan y acumulan principalmente en las vías y áreas circundantes, materiales de arrastre y desprendimiento de llantas y frenos que, sumados a las partículas totales suspendidas de origen natural y antrópico presentes en la atmósfera y que son arrastradas por celdas conectivas de mezcla de aires con gradientes de temperatura, se condensan en la cercanía de la superficie del suelo favoreciendo la formación de material re-suspendido. Adicionalmente, producto de la interacción de los gases de escape con las condiciones eólicas a determinadas temperaturas, se generan mezclas de compuestos químicos en la atmosfera que dan lugar a la formación de contaminantes secundarios, los cuales tienen efectos relativos y episódicos en la calidad del aire, que pueden tener afectaciones graves en salud (ozono troposférico, peroxi-acetil-nitrilo, contaminantes climáticos de vida corta CCVC –entre otros-).

2. Niveles altos de exposición - Incrementos en morbilidad y mortalidad.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, los altos niveles de exposición a la contaminación atmosférica generan costos de atención en salud que ascienden a 12,2 billones de pesos anuales en Colombia (DNP, 2018), relacionados con el tratamiento de las enfermedades y defunciones asociadas al deterioro de la calidad del aire.

3. Barreras comerciales para tecnologías de ultra-bajo azufre. Los fabricantes, importadores y comercializadores de vehículos con tecnologías de bajas emisiones, no pueden acceder al mercado colombiano ya que no se cuenta con las condiciones de calidad de combustible que viabilice la incorporación y correcta operación de este tipo de tecnologías. El contenido de azufre y parámetro de número de octano – entre otros- reglamentados en la actualidad no viabilizan la implementación de tecnologías de bajas emisiones, por ej. Euro 6.

4. Afectación a sistemas de inyección y control de emisiones. Tal como se presentó en la Tabla 2, el azufre de los combustibles para vehículos automotores ocasiona la emisión de compuestos indeseables e interfiere con los sistemas de control de emisiones que están destinados a regular las emisiones contaminantes tales como, los compuestos orgánicos volátiles,

óxidos de nitrógeno y material particulado. En este sentido, se entiende que la reducción del contenido de azufre del combustible, es una condición necesaria para garantizar el óptimo funcionamiento de los sistemas de control de emisiones diseñados por los fabricantes de vehículos a nivel mundial y los cuales garantizan reducciones de hasta el 94% del material particulado.

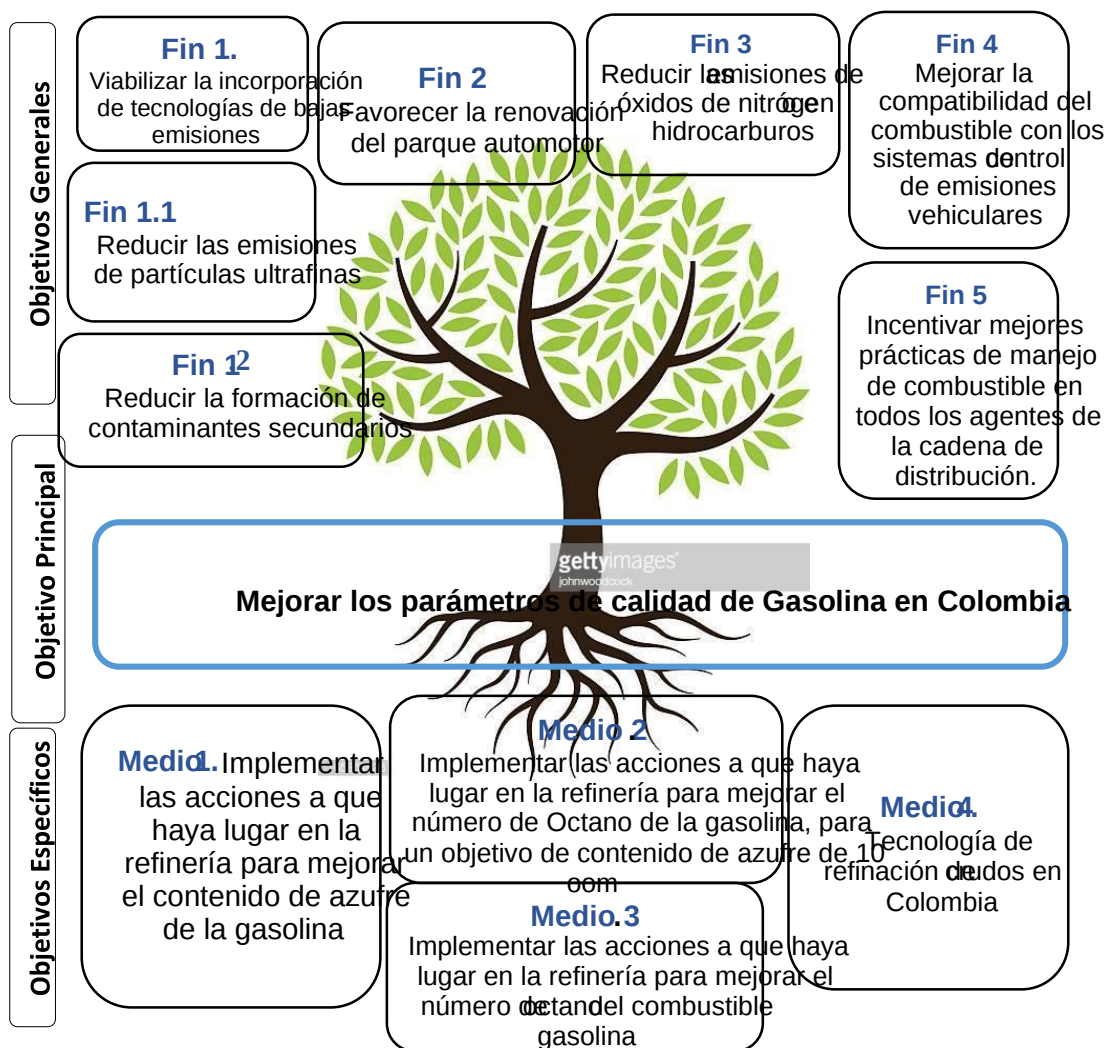
Conclusión

Se ha identificado la necesidad de implementar acciones que permitan acceder a combustibles con la calidad suficiente para viabilizar la incorporación de tecnologías vehiculares diseñadas para reducir las emisiones contaminantes generadas de los procesos de combustión, así como para impulsar el mejoramiento de la eficiencia energética y economía de combustibles. De esta manera, se podrá superar algunas de las barreras existentes en aras del mejoramiento de la calidad del aire, en lo que respecta a las emisiones generadas por las fuentes móviles terrestres en Colombia.

4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

4.1. ÁRBOL DE OBJETIVOS

Figura 10.Árbol de Problema



4.2. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS

En concordancia con la información presentada en el árbol de objetivos a continuación se describen los fines y los medios para la obtención de los mismos.

Objetivo Principal: Mejorar los parámetros de calidad gasolina en Colombia.

En concordancia con las metas establecidas en la Ley 1522 de 2019 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia Pacto por la Equidad, Colombia debe avanzar en el mejoramiento de los parámetros de calidad de combustibles para garantizar el derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano.

Con base en la problemática expuesta en el presente documento, se entiende que el mejoramiento de la calidad del combustible es una condición necesaria, aunque insuficiente, para avanzar en el mejoramiento de la calidad del aire, atendiendo a las necesidades identificadas para el sector constituido por las fuentes móviles terrestres.

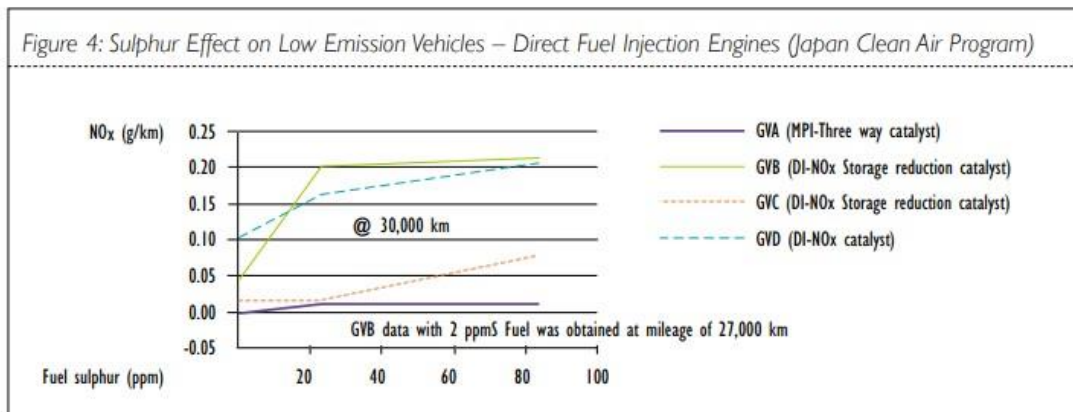
En este sentido, mejorar la calidad de la gasolina permitirá avanzar en la consecución de los fines específicos que se listan a continuación.

Fines:

1. **Viabilizar la incorporación de tecnologías vehiculares de bajas emisiones:** Mediante el mejoramiento de los parámetros de calidad del combustible diésel, hasta los niveles requeridos para la incorporación de tecnologías tales como Euro VI se habilita el ingreso al país de las tecnologías vehiculares más avanzadas disponibles en el mercado internacional.
 - 1.1 **Reducir las emisiones de partículas ultrafinas:** La reducción del contenido de azufre del combustible tiene una incidencia directa en la reducción de los niveles de contaminantes y partículas finas tal como se expuso en el desarrollo del presente documento, el ascenso tecnológico propuesto por las tecnologías de emisión EURO 6 requiere de la disponibilidad de gasolina con contenidos de azufre de máximo 10 ppm. Para ello, es necesario integrar tecnologías y procesos adicionales a la refinería nacional, las cuales requieren de importantes esfuerzos económicos y de plazos medianos de implementación y ajuste. Las alternativas de implementación derivadas serán estudiadas en el capítulo de análisis de alternativas del presente análisis de impacto normativo.
 - 1.2 **Reducir la formación de contaminantes secundarios:** Tal como se ilustra en las figuras 2 y 5 del presente documento, de la disminución del contenido de azufre de la gasolina se derivan mejoras en las emisiones de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos -entre otros contaminantes- de la mano de una mejora en la eficiencia de los sistemas de control de emisiones. De esta manera se reduce el potencial de los precursores de contaminantes secundarios formados en la atmósfera partir de reacciones químicas de los distintos compuestos presentes en los gases de escape durante el proceso de combustión.
2. **Favorecer la renovación del parque automotor:** La habilitación de la comercialización de nuevas tecnologías y en especial de aquellas de ultra bajas emisiones, favorecerá en el mediano-largo plazo la renovación del parque automotor orientando el uso de tecnologías más limpias. Para ello, el mejoramiento de la calidad de la gasolina es una condición indispensable.
3. **Reducir los niveles de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno generados durante la combustión vehicular:** Tal como se ilustró en la Tabla 2 del presente documento, estudios internacionales comprueban la reducción en las emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno generada por el uso de gasolinas con bajos contenidos de azufre en comparación con gasolinas de alto contenido de azufre.
4. **Mejorar la compatibilidad del combustible con los sistemas de control de emisiones vehiculares.** Cuanto menor es el contenido de azufre, mejor es el

desempeño y la eficiencia de los dispositivos de control de emisiones contaminantes. Esta situación se ilustra en la siguiente gráfica, para el caso de los óxidos de nitrógeno.

Figura 11. Desempeño de los sistemas de control de NOx vs contenido de azufre de las gasolinas



Fuente: (ACEA, 2013)

5. **Incentivar mejores prácticas de manejo de combustible en todos los agentes de la cadena de distribución.** De la reducción del contenido de azufre para el caso de la gasolina, se derivan retos importantes en lo referente al manejo que debe hacerse del combustible en todos los puntos de distribución y consumo. Cuanto menor es el contenido de azufre, más sensible se hace el combustible a perturbaciones tales como la humedad y los agentes orgánicos. En este sentido, el Gobierno Nacional debe avanzar en estrategias pedagógicas que permitan concientizar a la ciudadanía en general acerca de las mejores prácticas para conservar las características de calidad de las gasolinas con ultra bajo contenido de azufre.

Medios:

Los medios propuestos para alcanzar los objetivos propuestos, se definen en acciones generales a continuación

1. Implementación de tecnologías y procesos requeridos en la refinería para reducir el contenido de azufre en la gasolina colombiana en el plazo requerido para garantizar la sostenibilidad del proceso.
2. Implementación de tecnologías y procesos requeridos en la refinería para mejorar los parámetros de Octanaje RON y MON en el plazo requerido para garantizar la sostenibilidad del proceso.
3. Implementación de tecnologías y procesos requeridos en la refinería para garantizar el cumplimiento de los estándares de emisión de compuestos aromáticos recomendados en la carta mundial de combustibles.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el proceso de refinería es altamente complejo y las modificaciones estructurales necesarias para lograr las metas establecidas, toman tiempos que superan el corto plazo.

Así mismo se requiere de inversiones progresivas y significativas en tecnología de punta, a fin de garantizar los requisitos de aseguramiento de calidad y la continuidad en la prestación del servicio, sin poner en riesgo el abastecimiento de la demanda nacional.

5. BIBLIOGRAFÍA

ACEA, J. E. (2013). *World Fuel Charter* (5th ed.).

Europe, F. (2018). *Fuels Europe Statistical Report*.

ICCT. (2016). *Technical Background on India BS VI Fuel Specifications*.

Jorge Humberto Arango - Ecopetrol. (2009). *Calidad de los Combustibles en Colombia*.

P. Comte, J. C. (2017). *Current Status and New Concepts of Gasoline Vehicle Emission*, Gasomep.

UPME. (2019). *PLAN INDICATIVO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS*.