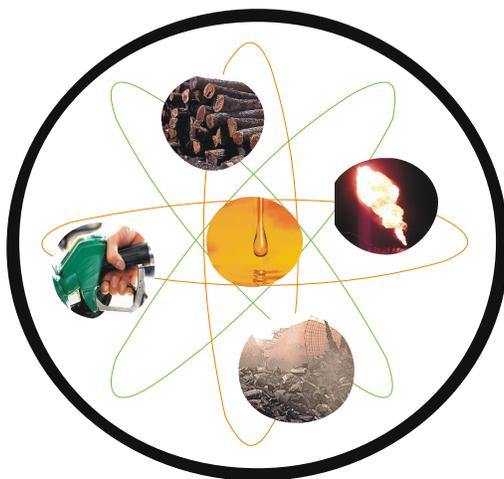


**INFORME FINAL DEL CONVENIO MARCO 392 DE 2009  
“ACTA DE EJECUCION 2”**

**“CARACTERIZACIÓN DE COMBUSTIBLES EN PLANTAS MAYORISTAS PARA  
VERIFICAR SU CALIDAD”**



Por:

Carmen Elena Zapata Sánchez. , Msc.  
Investigador Principal  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

Para

**ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ**  
Convenio Marco No. 392 de 2009, Acta de ejecución 2.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN**  
**Facultad de Minas**  
Medellín, Diciembre de 2010



## CONTENIDO

1. OBJETIVOS	7
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	9
3. MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO	11
3.1 GENERALIDADES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.	11
3.2 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	13
3.3 MARCO NORMATIVO	15
3.3.1 NORMATIVO NACIONAL	15
3.3.2 MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL	16
4. MUESTREO	25
5. RESULTADOS	35
6. ANALISIS DE RESULTADOS	63
7. CONCLUSIONES	81
8. RECOMENDACIONES	83

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CONTENIDO DE AZUFRE EN COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (RES 1180 DE 2006)-----	5
TABLA 2. NIVELES MÁXIMOS DE LOS PRINCIPALES AGENTES TÓXICOS EN COMBUSTIBLES DE ACUERDO AL CAA-----	17
TABLA 3. LÍMITES MÁXIMOS DE AZUFRE (%P) PARA LOS PAÍSES DE LA COMUNIDAD EUROPEA DE ACUERDO AL EC-CEM. -----	18
TABLA 4. DIRECTIVAS REFERENCIAS-----	20
TABLA 5. ADOPCIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN DE DIESEL DE BAJO AZUFRE-----	23
TABLA 6. ESPECIFICACIONES RESULTADOS PROMEDIO -----	23
TABLA 7. MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS-----	25
TABLA 8. NTC 1380 – CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLE GASOLINA.-----	35
TABLA 9. NIVELES DE AZUFRE PERMITIDOS – PACTO DE CUMPLIMIENTO DE CALIDAD DEL AIRE. -----	36
TABLA 10. NTC 1438 – CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLE DIESEL. -----	37
TABLA 11. RESULTADOS CONTENIDO DE GOMAS EN GASOLINAS. -----	38
TABLA 12. RESULTADOS CONTENIDO DE BENCENO EN GASOLINAS.-----	42
TABLA 13. RESULTADOS CONTENIDO DE AROMÁTICOS EN GASOLINAS. -----	47
TABLA 14. RESULTADOS CONTENIDO DE AZUFRE EN GASOLINAS. -----	52
TABLA 15. RESULTADOS CONTENIDO DE AZUFRE EN DIESEL. -----	56
TABLA 16. RESULTADOS CONTENIDO DE AZUFRE EN DIESEL – CUMPLIMIENTO DEL PACTO DE CALIDAD DEL AIRE. -----	59
TABLA 17. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN EL 2008, µG/M3 REF. -----	68
TABLA 18. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN EL 2009, µG/M3 REF. -----	68
TABLA 19. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN EL 2010, HASTA JULIO 31, µG/M3 REF.-----	69
TABLA 20. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN EL 2010, SEPTIEMBRE 15 A OCTUBRE 18, µG/M3 A CONDICIONES DE REFERENCIA (1).-----	70
TABLA 21. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN EL 2010, NOVIEMBRE 1 A NOVIEMBRE 18, µG/M3 A CONDICIONES DE REFERENCIA (1).-----	71
TABLA 22. RESUMEN CONCENTRACIONES DIARIAS PM2.5 EN 2009, µG/M3 REF. MÓVIL SMAM. -----	79
TABLA 23. RESOLUCIÓN “ESPECIFICACIONES DE CALIDAD – GASOLINA CORRIENTE”-----	83
TABLA 24. RESOLUCIÓN “ESPECIFICACIONES DE CALIDAD – GASOLINA EXTRA”. -----	85
TABLA 25. RESOLUCIÓN “ESPECIFICACIONES DE CALIDAD – DIESEL EXTRA”.-----	87
TABLA 26. RESOLUCIÓN “ESPECIFICACIONES DE CALIDAD – DIESEL CORRIENTE”.-----	89

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	32
FIGURA 2. MUESTREO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN MAYORISTAS	33
FIGURA 3. RESULTADO MÁXIMO DE CONTENIDO DE GOMAS EN GASOLINAS	63
FIGURA 4. CONTENIDO DE BENCENO EN GASOLINAS	64
FIGURA 5. CONTENIDO DE AROMÁTICOS EN GASOLINAS	64
FIGURA 6. CONTENIDO DE AROMÁTICOS EN GASOLINAS	65
FIGURA 7. CONTENIDO DE AZUFRE EN GASOLINAS	66
FIGURA 8. CONTENIDO DE AZUFRE EN DIESEL	67
FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 EN EL 2008 Y EL 2009	72
FIGURA 10. PROMEDIOS ANUALES DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 EN EL 2008 Y EL 2009.	73
FIGURA 11. COMPARATIVO PROMEDIOS DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 2008 – 2009.	73
FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 EN EL 2010, HASTA JULIO 31.	74
FIGURA 13. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PM2.5 EN EL 2010, HASTA JULIO 31.	74
FIGURA 14. NÚMERO DE EXCEDENCIAS DIARIAS DE CONCENTRACIONES DE PM2.5 EN 2008 Y 2009.	76
FIGURA 15. NÚMERO DE EXCEDENCIAS DIARIAS DE PM2.5 EN EL 2010, HASTA JULIO 31.	77
FIGURA 16. CONCENTRACIÓN MENSUAL PM2.5 2008 - 2010	80



## INTRODUCCIÓN

Este documento corresponde al informe final del **CONVENIO MARCO No. 392 DE 2009** celebrado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín cuyo objeto fue la “Caracterización de combustibles en plantas mayoristas y sitios de distribución, para verificar su calidad”.

En este informe se presenta los puntos de muestreo de combustibles líquidos (gasolina corriente, gasolina extra y diesel) en los mayoristas y algunos resultados parciales.

Los resultados se comparan con las normas técnicas colombianas y la resolución 1180 de 2006 presenta los compromisos en la reducción de azufre en combustibles para el país.

**Tabla 1. Contenido de Azufre en Combustibles Líquidos (Res 1180 de 2006)**

Contenido de azufre, ppm				
Producto	Actual	01-jul-07	01-jul-08	31-dic-10
ACPM	4500	4000	3000	500
ACEM Bogotá	1200	1000	1000	500
Gasolina	1000	1000	1000	300

También se relacionan con los criterios para la calidad de la gasolina con las normas ASTM vigentes, aunque estas últimas contengan a veces un rango de estándares mas exigente, tal es el caso del contenido de Gomas que registra un valor máximo de 5 en la resolución 1180 de 2006, pero que en las últimas disposiciones de ECOPETROL presenta un rango máximo de 4.

- (1) Índice Antidetonante:  $IAD = (RON+MON)/2$
- (2) Método alterno: Infrarrojo
- (3) **ICV =  $P+1,13(A)$** ; en donde:
  - P = presión de vapor en kiloPascales (kPa)
  - A = % volumen evaporado a 70°C
- (4) El paquete de aditivos deberá cumplir como mínimo las funciones de detergente dispersante-controlador de formación de depósitos en el sistema de admisión de combustibles de los motores, incluyendo acción de limpieza como mínimo hasta los asientos de las válvulas de admisión, estabilizador del combustible e inhibidor de oxidación. El Ministerio de Minas y Energía determinará la dosis y calidad de los aditivos, al igual que el método de prueba, de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 81055 de septiembre 20 de 1999 o la que lo modifique o sustituya.
- (5) RVP, Máx.: Presión de Vapor Reid, a 37,8 °C..”

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVOS

Aunar esfuerzos entre el Área y la Universidad Nacional para evaluar la calidad en plantas mayoristas y verificar el cumplimiento del Pacto de Combustibles por parte de ECOPETROL Suscrito mediante convenio interadministrativo No.10 de 2008 de los combustibles usados (gasolina extra, corriente, diesel) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la calidad y características de la gasolina y el diesel en plantas mayoristas y estaciones de servicio, en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Realizar el respectivo cuadro comparativo con la normatividad Colombiana actual de calidad de combustibles y con el cumplimiento del convenio Pacto por la Calidad del Aire No.10 de 2008.
- Establecer las herramientas técnicas necesarias para la interpretación de los resultados de laboratorio tendientes a caracterizar y evaluar la calidad de los diferentes combustibles.
- Dar Lineamientos claros a la Entidad para gestionar el incumplimiento de la normativa.
- Socializar los resultados de la primera y segunda acta de ejecución.
- Realizar un análisis comparativo de los resultados que se han obtenido en todos los proyectos que se han realizado sobre calidad de combustibles.



## 2. METODOLOGÍA EMPLEADA

- Inicialmente realizar una revisión, análisis y definición del mercado de combustibles a partir de información general acerca de los sitios de distribución Mayoristas relacionados con los combustibles, en el área metropolitana. Información suministrada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la recolectada en estudios anteriores.
- Aplicar el protocolo de muestreo y cadena de custodia de las muestras desarrolladas en el estudio anterior e implementar modificaciones si se requiere.
- Caracterizar los combustibles líquidos utilizados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Caracterizar la calidad de la gasolina y diesel utilizados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Para gasolina corriente y extra se analizarán: gomas, azufre expresado en ppm y contenido de benceno y aromáticos totales expresados en %volumen. En el caso del diesel las pruebas de calidad se relacionan con contenidos de azufre expresado en ppm en los mayoristas y ECOPETROL. Para que exista comparabilidad de los datos se deben garantizar la utilización de los mismos métodos analíticos, por lo tanto la Universidad deberá garantizar este aspecto.
- Interactuar con el grupo de hidrocarburos del Municipio de Medellín y caracterizar la calidad de los combustibles en aquellos sitios propuestos por este grupo. Esto se hará de común acuerdo con el interventor del proyecto y sin que las caracterizaciones representen un desequilibrio económico del proyecto
- Comparar los resultados de las pruebas de laboratorio con la legislación y hacer el respectivo análisis.
- Revisar la información suministrada por ECOPETROL al Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre la calidad de los combustibles, compararla y analizarla con los resultados obtenidos en el presente estudio y los estudios anteriores.
- Proponer las medidas a tomar por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el caso de presentarse incumplimiento en la normatividad.
- Realizar un análisis comparativo y compilación de todos los resultados que se han obtenido año a año de la caracterización de los combustibles en el Valle de Aburrá.
- Realizar la socialización de los resultados del Acta 1 y del Acta 2 del Convenio Marco 392 del 2009.
- Se establecerán 4 visitas por mes a las empresas Mayoristas “Organización Terpel S.A., Texaco, Exxon Mobil y Zeuss Petroleum” junto con la empresa ECOPETROL S.A. y alguna estación de servicio que sea sugerida por el AMVA.

- En cada visita a las empresas, se recolectaran 3 muestras por mes en cada una (135 muestras en 9 meses) distribuyendo las muestreos de acuerdo al siguiente tipo de muestra:
  - ✓ Gasolina corriente: muestra de gasolina corriente que se le ha agregado marcador y aditivo.
  - ✓ Gasolina extra: muestra de gasolina extra que se le ha agregado marcador y aditivo.
  - ✓ Gasolina corriente sin aditivar: muestra de gasolina corriente que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.
  - ✓ Gasolina extra sin aditivar: muestra de gasolina extra que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.
  - ✓ Gasolina corriente sin marcador: muestra de gasolina corriente que no se le ha agregado marcador ni aditivos.
  - ✓ Gasolina extra sin marcador: muestra de gasolina extra que no se le ha agregado marcador ni aditivos.
  - ✓ Diesel: muestra de diesel que se le ha agregado marcador y aditivo.
  - ✓ Diesel sin aditivar: muestra de diesel que no se le ha agregado aditivo pero se ha agregado marcador.
  - ✓ Diesel sin marcador: muestra de diesel que no se le ha agregado marcador ni aditivos.
  
- Se deja un equivalente de 15 muestras para recolectarlas en estaciones de servicio las cuales sean sugeridas por el AMVA.

### 3. MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO

#### 3.1 GENERALIDADES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.

A continuación se presenta una breve descripción de las principales características, fuentes de emisión y efectos en la salud del dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el ozono, los BTX (benceno, tolueno y xilenos) y las partículas sedimentables, contaminantes evaluados con técnicas de monitoreo pasivo en el presente estudio.

##### **Dióxido de azufre**

El dióxido de azufre es un gas incoloro, de olor acre, soluble en agua, reactivo e irritante para el sistema respiratorio y puede conducir, con una exposición de larga duración, al incremento de enfermedades de las vías respiratorias como la bronquitis. En períodos cortos de exposición puede producir cambios en la función pulmonar en asmáticos (OMS, 2004).

El dióxido de azufre proviene en gran parte de la combustión de combustibles fósiles sobre todo del carbón sulfurado y en menor parte de los gases de escape de los vehículos que funcionan con diesel. La quema de leña es otra fuente antropogénica de éste contaminante. Los volcanes son una fuente natural del dióxido de azufre.

El dióxido de azufre es una sustancia que contribuye en la formación de la lluvia ácida. La oxidación del  $\text{SO}_2$  genera  $\text{SO}_3$  que rápidamente experimenta la hidratación para formar ácido sulfúrico. El monitoreo a largo plazo con métodos pasivos permite hacer un seguimiento de la contaminación en sistemas ecológicos sensibles.

En ciudades de países en desarrollo, las concentraciones medias anuales de dióxido de azufre en el aire ambiental pueden variar de niveles muy bajos a  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las concentraciones pico medidas como promedios de diez minutos pueden ser mayores de  $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en condiciones de poca dispersión atmosférica como las inversiones o cuando determinadas condiciones atmosféricas llevan las emisiones al nivel del suelo. El  $\text{SO}_2$  también puede alcanzar altas concentraciones en algunos ambientes interiores a través del uso de combustibles que contienen azufre, como el carbón usado para la calefacción y la cocina (OMS, 2004).

Es de anotar, que este gas reacciona rápidamente en la atmósfera convirtiéndose en ácido sulfúrico o en sulfatos, por los que los medidores de calidad de aire dan valores muy bajos o no detectables.

## Dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno es un gas tóxico, relativamente insoluble en agua. Éste gas puede inhalarse en grandes cantidades y penetrar a las vías respiratorias inferiores del pulmón, lo que puede generar respuestas biológicas. Al igual que el  $\text{SO}_2$ , los individuos que padecen de asma son más susceptibles de desarrollar una respuesta de constricción bronquial. Se ha comprobado que el dióxido de nitrógeno es unas cuatro veces más tóxico que el monóxido de nitrógeno; presenta toxicidad cruzada con el ozono y de ahí su importancia toxicológica al formar nitratos de peracilo (Capó Martí, 2002).

Su origen puede ser natural, ya que se forma en las tempestades y erupciones volcánicas. Las fuentes antropogénicas son el tráfico motorizado, principalmente por la combustión en motores diesel, así como los fuegos domésticos y procesos industriales de combustión.

El dióxido de nitrógeno juega un papel importante como precursor en la formación de ozono y oxidantes, que son también tóxicos en especial para las plantas. El  $\text{NO}_2$  es un contaminante tanto primario como secundario. Los vehículos automotores emiten  $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ . En la atmósfera, el  $\text{NO}$  se oxida y se transforma a dióxido lentamente en reacción con el oxígeno, pero rápidamente en reacción con el  $\text{O}_3$ . Esto explica las bajas concentraciones de  $\text{O}_3$  que generalmente se observan cerca de las fuentes de óxido de nitrógeno.

Las concentraciones ambientales de  $\text{NO}_2$  en el aire son variables. Las concentraciones naturales de fondo en el aire ambiental pueden ubicarse en el rango de menos de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a más de  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las concentraciones anuales medias en el aire ambiental urbano pueden variar entre 20 y  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con concentraciones máximas de 75 a  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por hora. Las concentraciones de  $\text{NO}_2$  en interiores pueden alcanzar concentraciones promedio de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante varios días, con concentraciones máximas de  $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por hora en los casos en que hay dispositivos de calefacción de gas con poca ventilación (OMS, 2004).

## Ozono

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno en condiciones normales, es un gas relativamente insoluble en agua, de color azulado y de olor picante. Es un gas tóxico irritante para los ojos y las vías respiratorias y que tiene un efecto fitotóxico importante. En contraste con el  $\text{SO}_2$  y el  $\text{NO}_2$ , hay muy poca diferencia en la respuesta de la función pulmonar entre los asmáticos y los individuos sanos. No obstante, todavía no se ha llegado a comprender la gran variabilidad de las respuestas individuales (OMS, 2004).

Es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera a partir de la reacción de los óxidos de nitrógeno con la luz solar y por oxidación de los hidrocarburos. Puede ser originado por descargas eléctricas, radiaciones X, radiaciones UVA, arcos voltaicos (Capó Martí, 2002).

Es un constituyente normal del aire, cuya concentración aumenta con la altura, puesto que en las capas altas de la atmósfera es formado más intensamente por la acción de los rayos ultravioleta sobre el oxígeno. Cerca del suelo, su concentración es muy variable, pero podemos señalar que en ambientes limpios varía entre 40 y 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en ambientes muy contaminados puede tomar dos caminos: o desaparecer por reaccionar con los hidrocarburos o alcanza proporciones peligrosas formando la niebla oxidante, con concentraciones que llega hasta 1.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Capó Martí, 2002).

### **Compuestos orgánicos volátiles (benceno, tolueno, xilenos)**

Los hidrocarburos juegan un papel importante en los procesos fotoquímicos en la atmósfera y contribuyen en la formación de ozono. Los BTX, son compuestos aromáticos que son adicionados a la gasolina para aumentar su octanaje y son generados por la combustión de dicho combustible. Los compuestos aromáticos presentan propiedades tóxicas y anestésicas.

El benceno es un componente que tiene un significado toxicológico para el hombre por sus efectos cancerígenos, puede generar efectos en la salud como leucemia en trabajadores expuestos. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (OMS, 2004).

El tolueno, agente utilizado a menudo como disolvente, es un elemento volátil que tiene efectos en el sistema nervioso central de trabajadores y es causante de malos olores. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (OMS, 2004).

Los xilenos, en particular el m-xileno, es un elemento activo fotoquímicamente en la formación de ozono, se ha comprobado los efectos en el sistema nervioso central en humanos voluntarios, neurotoxicidad en ratas y malos olores. Concentración ambiental promedio entre 1 a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (OMS, 2004).

### **3.2 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS**

El petróleo (del griego petrus: piedra y oleum: aceite) es una mezcla compleja de numerosos hidrocarburos líquidos y sólidos, que pueden alcanzar hasta 50 átomos de carbono por molécula. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Su importancia en la época moderna es inevitable basta considerar que es la principal fuente de combustible para todo tipo de transporte. Pero además, muchas otras industrias dependen en buena parte del petróleo: caucho, plásticos, insecticidas, pavimentos, medicinas, pinturas, abonos, solventes y muchos otros materiales son posibles gracias a la industria petroquímica. (Enciclopedia Encarta, 2003)

Además, con el paso del tiempo se incrementa la población, se aumenta la demanda y hay proliferación de fábricas que requieren para su producción el consumo de materias primas y combustibles. Esta ha sido una de las causas que ha llevado al agotamiento de las reservas que hasta el momento se habían descubierto; tal situación ha inducido a buscar nuevas fuentes de abastecimiento para ser utilizado en reemplazo de combustibles costosos. (Enciclopedia Encarta, 2009)

Origen y estado natural: La teoría mas aceptada en la actualidad acerca del origen del petróleo indica que este proviene de la descomposición de la materia animal y vegetal de origen marino y gracias a la acción de microorganismos anaeróbicos. Este proceso ocurrido en épocas sumamente remotas, quizá tanto como quinientos millones de años. (Enciclopedia Encarta, 2009)

El petróleo se encuentra en acumulaciones en el subsuelo, en terrenos sedimentarios de origen marino, aprisionado entre capas impermeables y embebido en capas porosas (principalmente de areniscas), junto con gases y aguas salinas. (Enciclopedia Encarta, 2009)

Por lo general estas acumulaciones se forman en las partes convexas de los pliegues, que se denominan anticlinales, las partes cóncavas se conocen como sinclinales.

Composición del crudo: La composición del petróleo crudo varía ampliamente según su fuente, pero en todos los casos sus principales componentes son los hidrocarburos saturados.

Se presentan también altas proporciones de hidrocarburos aromáticos e igualmente pequeñas cantidades de compuestos oxigenados y sulfurados. (Enciclopedia Encarta, 2009)

Destilación primaria del petróleo: El petróleo crudo no tiene casi ninguna aplicación por lo cual, después de las operaciones de exploración y explotación, se somete a procesos de destilación y de refinación para obtener fracciones o productos de mayor utilidad. Todas estas operaciones se realizan en las denominadas refinerías. (Enciclopedia Encarta, 2009)

La primera operación que se verifica en una refinería es una destilación fraccionada que se lleva a cabo en grandes torres y que se evapora el petróleo en varias fracciones, como gases (GLP), gasolina, queroseno, gasóleo, aceites lubricantes, cera de parafina, asfalto.

Combustión: La combustión es el acto o proceso de quemar, dando como resultado una rápida oxidación de un combustible acompañado por calor y usualmente luz. (Enciclopedia Encarta, 2009)

Teóricamente la combustión estequiométrica se realiza con una cantidad exacta de oxígeno que lleva el combustible a su más alto grado de oxidación. En la práctica esta combustión no ocurre dada la imposibilidad de mezcla y contacto físico perfecto entre las moléculas de combustible y de oxígeno. (Enciclopedia Encarta, 2009)

### 3.3 MARCO NORMATIVO

#### 3.3.1 NORMATIVO NACIONAL

A continuación se enumeran algunas de las normas legales referentes a la calidad de combustibles en Colombia.

**Ley No. 1205 DE JULIO 14 DE 2008:** "Por el cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diesel y se dictan otras disposiciones"

**Resolución 1180 DE 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** 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 de vehículos automotores.

**Decreto 423 de febrero de 2005, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.** "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"

**Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía.** "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"

**Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** "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"

**Decreto N° 1530 de 2002. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** “De conformidad con lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Minas y Energía establecerán las especificaciones 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”.

**Decreto N° 2622 DE 2000. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** “Modifícase el artículo 40 del Decreto 948 del 5 de junio de 1995, modificado por el Decreto 1697 de junio 27 de 1997”.

**Resolución 125 DEL 7 DE FEBRERO DE 1996. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** “por la cual se adiciona la resolución 898 de agosto 23 de 1995 en la que se regulan 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 de vehículos automotores”.

**Resolución 898 Agosto 23 De 1995. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.** “Por la cual se regulan 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 de vehículos automotores.”

**Resolución 0447 de 2003 (abril 14). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “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”

**Resolución 1565 de diciembre 27 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministro de Minas y Energía.** “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”.

**Resolución 898 de 1995.** La revisión de la normatividad existente acerca de la calidad de combustibles líquidos y sólidos parte principalmente de la resolución 898 de agosto de 1995 que establece criterios para diferentes combustibles líquidos como Gasolina Extra, corriente, Diesel, basada en las normas ASTM.

### 3.3.2 MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL

La calidad del aire urbano está directamente relacionada con la calidad de los combustibles utilizados. Por esta razón con frecuencia los entes reguladores del medio ambiente utilizan como estrategia para mantener o mejorar la calidad del aire, fijar por ley o resolución, las especificaciones de calidad mínima para los combustibles. Los estándares sobre calidad del aire se refieren a las concentraciones máximas de dióxido

de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), material particulado, monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos-ozono (O<sub>3</sub>). (Pinzón *et al.*, 1998)

En cualquier proceso de combustión donde el combustible utilizado contiene azufre este se transforma casi totalmente en óxidos de azufre SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>, con el primero de ellos representando entre el 95%-98% del total. El contenido de azufre en los combustibles líquidos Colombianos varía desde 2,5% en peso para el combustóleo, 1,8% en emulsiones con un tercio de agua y hasta 0,8% en el combustible diesel. En cuanto a los combustibles sólidos, el carbón contiene desde 0,7% hasta 3% o 4% en peso de azufre. (Pinzón *et al.*, 1998)

Ante la existencia y gravedad del problema de la presencia de contaminantes en los combustibles han sido creadas y modificadas algunas legislaciones que establecen los límites máximos de agentes tóxicos permitidos en los combustibles, como punto de apoyo para la solución del problema. (Pinzón *et al.*, 1998)

Históricamente las legislaciones ambientales se inician con las regulaciones sobre la calidad del agua para consumo humano y su nivel de tratamiento. Se continuó con la regulación sobre disposición de residuos sólidos y peligrosos y sobre el nivel de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. La regulación sobre la emisión de gases de combustión de fuentes fijas y móviles constituye una de las últimas fronteras a nivel mundial y ha sido concebida con el propósito de forzar el desarrollo de procesos y nuevas tecnologías que sean capaces de cumplir los límites de emisión adoptados los cuales son progresivamente más estrictos. (Pinzón *et al.*, 1998)

Las modificaciones al Acta del Aire Limpio (CAA) aprobadas en 1990 por el Congreso Norteamericano y los límites máximos de contaminantes permitidos en los combustibles que fueron propuestos por el Consejo de Ministros del Ambiente de la Comunidad Europea (EC-CEM) hacen prever una drástica reducción de las cantidades máximas de estos contaminantes en gasolina, diesel y combustibles en general, en un corto plazo. (Pinzón *et al.*, 1998)

Los cambios en las especificaciones de contaminantes en combustibles de acuerdo al CAA, tal y como lo acordó la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) norteamericana, se encuentran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Niveles máximos de los principales agentes tóxicos en combustibles de acuerdo al CAA**

TOXICO	AÑO		
	1990	1995-1997	A partir de marzo de 1997
Benceno (%v)	1,59	1,0	1,0
Aromáticos (%v)	32	28	25
Azufre (%p)	0,034	0,034	0,024
Metales	-	No metales pesados	No metales pesados

En Europa la principal preocupación ha estado relacionada con las cantidades de azufre presentes en los combustibles y el EC-CEM propuso nuevos límites para este contaminante, los cuales se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Límites máximos de azufre (%p) para los países de la Comunidad Europea de acuerdo al EC-CEM.**

TIPO DE COMBUSTIBLE	1972	1996	2000
	Gasolina	0,1	0,05
Diesel	0,3	0,05	0,01
Combustibles domésticos	0,3	0,2	-
Combustibles Pesados	4	1	0,25

La concentración de SO<sub>2</sub> en los gases de escape depende del contenido total de azufre en el combustible. La norma oficial sobre la concentración máxima de azufre permitida en combustibles ha sido modificada gradualmente, de tal manera que los combustibles de última generación contienen menos de 0.05% de azufre en el caso del Diesel en Canadá, EUA y México, mientras que niveles alrededor de 30-70 ppm son permitidos en la gasolina de California, EUA. (E.D Gamas *et al.*, 1998)

**La Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 1998 relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo y por la que se modifica la Directiva 93/12/CEE del Consejo.**

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/internal\\_market/single\\_market\\_for\\_goods/motor\\_vehicles/interactions\\_industry\\_policies/l28077\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/l28077_es.htm)

La presente Directiva tiene por objeto dar respuesta al compromiso asumido en la Directiva 94/12/CE, por la que se había previsto la adopción ulterior de unos valores que supusieran una reducción sustancial de las emisiones contaminantes de los vehículos de motor.

**Tipos de vehículos que abarca la Directiva**

La Directiva establece las especificaciones ambientales aplicables a los combustibles destinados a ser utilizados en vehículos por carretera y máquinas móviles no de carretera (incluidos los buques de navegación interior cuando no están en el mar), los tractores agrícolas y forestales, y las embarcaciones de recreo.

**Normas relativas a la gasolina**

Las normas relativas a la gasolina aparecen detalladas en el anexo I de la Directiva **98/70/CE**. La comercialización de la gasolina con plomo queda prohibida desde el año

2000. Hasta 2013, los proveedores deberán comercializar la gasolina con un contenido máximo de oxígeno del 2,7% y un contenido máximo de etanol del 5%.

Pueden aplicarse **excepciones** para las regiones ultraperiféricas, a saber la introducción de gasolina con un contenido máximo de azufre de 10 mg/kg. Los Estados miembros también podrán comercializar la gasolina cuya presión de vapor máxima pueda alcanzar los 70 kPa en período estival. No obstante, la Comisión debe evaluar la pertinencia y la duración de la excepción.

### **Normas relativas al combustible diésel**

Las normas relativas a los combustibles diésel aparecen detalladas en el anexo II de la Directiva **98/70/CE**.

Los gasóleos destinados a las máquinas móviles no de carretera deben tener un contenido de azufre que no supere los 1000 mg/kg. A partir del 1 de enero de 2011, este contenido no deberá superar los 10 mg/kg.

No obstante, existen **excepciones** para las regiones ultraperiféricas, así como para los Estados miembros con inviernos rigurosos. En el caso de estos últimos, el punto máximo de destilación del 65% a 250 °C para los combustibles diésel y los gasóleos podrá ser sustituido por un punto máximo de destilación del 10% a 180 °C.

### **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero**

Los Estados miembros designarán a los suministradores encargados de controlar y notificar las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles y de la energía suministrados durante el ciclo de vida por unidad suministrada.

A partir del 1 de enero de 2011, los suministradores deberán presentar a la entidad de control designada un informe anual sobre la intensidad de las emisiones de gas de efecto invernadero de los combustibles y la energía suministrados en cada Estado miembro.

Los suministradores están obligados a reducir progresivamente las emisiones de gases de efecto invernadero producidas durante el ciclo de vida del combustible en un 10% de aquí al 21 de diciembre de 2020 a más tardar. Durante este período, la presente Directiva prevé objetivos intermedios.

### **Biocombustibles: criterios de sostenibilidad**

Los biocombustibles considerados no deben proceder de las siguientes materias primas: bosques primarios y otras superficies boscosas primarias; zonas afectadas; prados dotados de una rica biodiversidad; materias primas que presenten una importante reserva de carbono.

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero resultante del uso de biocombustibles debe alcanzar el 35%. A partir del 1 de enero de 2017, la reducción deberá alcanzar el 50%, y el 60% a partir de 2018.

Los Estados miembros deberán cumplir los criterios de sostenibilidad de los biocombustibles, sometiendo así a los agentes económicos a un cierto número de obligaciones.

**Tabla 4. Directivas Referencias**

Acto	Entrada en vigor	en Plazo de transposición en los Estados miembros	en los	Diario Oficial
Directiva 98/70/CE	28.12.1998	1.7.1999		DO L 350 de 28.12.1998
Acto(s) modificativo(s)	Entrada en vigor	en Plazo de transposición en los Estados miembros	en los	Diario Oficial
Directiva 2000/71/CE	4.12.2000	1.1.2001		DO L 287 de 14.11.2000
Directiva 2003/17/CE	22.3.2003	30.6.2003		DO L 76 de 22.3.2003
Reglamento (CE) n° 1882/2003	20.11.2003	-		DO L 284 de 31.10.2003
Directiva 2009/30/CE	25.6.2009	31.12.2010		DO L 140 de 5.6.2009

Las modificaciones y correcciones sucesivas a la Directiva 98/70/CE se han integrado en el texto de base.

## ACTOS CONEXOS

**Informe de la Comisión del 1 de diciembre de 2008: Calidad de la gasolina y del gasóleo utilizados para el transporte por carretera en la Unión Europea: Quinto informe anual (año 2006) [COM(2008) 799 final – no publicado en el Diario Oficial].**

Las especificaciones relativas a la gasolina y gasóleo definidas en la Directiva 98/70/CE en general se respetaron en 2006. Se detectaron muy pocos casos de superación. La Comisión subraya que la proporción de combustibles con un contenido de azufre inferior a 10 ppm y a 50 ppm aumentó considerablemente entre 2001 y 2006, y que la mayoría de los Estados miembros comercializan desde entonces combustibles sin azufre. No obstante, señala problemas relacionados con la ausencia de etiquetado de los combustibles que respete este criterio. Explica que este aspecto constituye un obstáculo para la generalización de vehículos que utilizan este tipo de combustible, que tendría sin embargo un efecto beneficioso para el medio ambiente en términos de reducción de las emisiones de contaminantes y de gases de efecto invernadero. La Comisión lamenta, además, que la mayoría de los Estados miembros no hayan proporcionado información precisa sobre la disponibilidad geográfica de los combustibles sin azufre.

**Informe de la Comisión de 17 de octubre de 2007: Calidad de la gasolina y del gasóleo utilizados para el transporte por carretera en la Unión Europea: Cuarto informe anual (año 2005) [COM(2007) 617 final – No publicado en el Diario Oficial].**

Todos los Estados miembros, excepto Francia, presentaron su informe nacional correspondiente a 2005. Ese año se observaron, una vez más, pocos casos de superación de los valores límite. No obstante, el contenido de azufre del gasóleo resultó problemático en 2005, en particular en los países que se adhirieron a la UE en 2004, debido a la entrada en vigor del nuevo límite restrictivo de menos de 50 ppm a partir del 1 de enero de 2005. Por otro lado, el informe subraya un aumento de la proporción de combustibles con un contenido de azufre inferior a 10 ppm y a 50 ppm entre 2001 y 2005 en los Estados miembros de la UE antes de la ampliación de 2004. La Comisión destaca este año, de nuevo, el problema de la disparidad de los sistemas nacionales de control de la calidad de los combustibles.

**Informe de la Comisión, de 28 de abril de 2006, «Calidad de la gasolina y del gasóleo utilizados para el transporte por carretera en la Unión Europea: tercer informe anual (año 2004)» [COM(2006) 186 final – Diario Oficial C 151 de 29.6.2006].**

Al igual que el año anterior, se constataron muy pocos casos de incumplimiento y la Comisión no recibió informaciones que indicaran repercusiones negativas sobre las emisiones de los vehículos o el funcionamiento de los motores. La situación evolucionó poco entre 2003 y 2004 en cuanto a la proporción de combustibles con un contenido de azufre de < 10 ppm y de < 50 ppm, y la ampliación de la UE provocó una ligera reducción en el porcentaje correspondiente respecto al suministro de combustible global. No obstante, la ausencia de calidades definidas para los combustibles sin azufre o con bajo contenido de azufre limita las posibilidades ofrecidas a la clientela de elegir estos combustibles, circunstancia que obstaculiza la introducción de vehículos que los utilizan. Aún persiste el problema de disparidad de los sistemas nacionales de control de la calidad de los combustibles.

**Informe de la Comisión, de 2 de marzo de 2005, «Calidad de la gasolina y del gasóleo utilizados para el transporte por carretera en la Unión Europea: segundo informe anual (ejercicio de 2003)» [COM(2005) 69 final – No publicado en el Diario Oficial].**

El control de la calidad de los combustibles en 2003 demuestra que, en general, se cumplen las especificaciones para la gasolina y el gasóleo previstas en la Directiva 98/70/CE. Se observaron muy pocos casos de incumplimiento y la Comisión no tuvo conocimiento de que éstos hayan tenido repercusiones negativas sobre las emisiones de los vehículos o el funcionamiento de los motores. La proporción de combustibles con un contenido de azufre de < 10 ppm y de < 50 ppm aumentó sensiblemente de 2001 a 2003. Dada la gran disparidad de los sistemas nacionales de control de la calidad de los combustibles, se hace necesaria una armonización para obtener resultados transparentes y comparables.

**Informe de la Comisión de 27 de abril de 2004: Calidad de la gasolina y del gasóleo utilizados para el transporte por carretera en la Unión Europea: primer informe anual (Ejercicios de 2001 y 2002) [COM(2004) 310 final– Diario Oficial C 122 de 30.4.2004].**

Este primer informe destaca que durante el período 2001-2002, se cometieron pocas infracciones en los Estados miembros con respecto a las disposiciones en materia de gasolina y gasóleo. Los Estados miembros que aún no lo hayan hecho deberán adoptar medidas tendentes a garantizar el cumplimiento de estas disposiciones. La proporción de combustibles con un contenido en azufre de < 50 ppm aumentó considerablemente durante este período, mientras que la de los combustibles con un contenido en azufre de < 10 ppm se mantuvo casi constante. Por otra parte, algunos Estados miembros todavía no han introducido en su territorio combustibles pobres en azufre (< 50 ppm) o sin azufre (< 10 ppm) comercializados por separado. El informe subraya que los sistemas nacionales de control de la calidad de los combustibles difieren considerablemente y que la obtención de resultados transparentes y comparables necesita una mayor armonización.

**Recomendación de la Comisión, de 12 de enero de 2005, sobre lo que constituye, a los fines de la Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo, la disponibilidad de gasolina sin plomo y de gasóleo con un contenido máximo de azufre atendiendo a una distribución geográfica adecuadamente equilibrada [Diario Oficial L 15 de 19.1.2005].**

La Comisión proporciona orientaciones para ayudar a los Estados miembros a garantizar la disponibilidad geográfica de combustible sin azufre, basándose, en particular, en la proporción de estaciones de servicio con combustible sin azufre por región o en la distancia media entre estaciones de servicio con combustible sin azufre.

**EL DIESEL MEXICANO (<http://www.ref.pemex.com/octanaje/24DIESEL.htm>)**

El diesel producido en las refinerías de Pemex, cumple con estándares de calidad nacional e internacional (Tabla 5) y con lo exigido por los motores del parque vehicular de las compañías automotrices que operan en nuestro país y el de los vehículos de procedencia y fabricación extranjera. El mercado nacional demanda actualmente cerca de 250 mbpd de diesel.

Desde 1986, el diesel que se vende en México ha venido reduciendo gradualmente los niveles de azufre, hasta llegar a un contenido máximo de 0.5 por ciento para el diesel desulfurado y para pasar a 0.05 por ciento en el Pemex Diesel, éste último con un contenido de aromáticos del 30 por ciento y con un índice de cetano desde 52 hasta 55, superando las especificaciones de este combustible producido en otros países. (Tabla 6).

La tabla 6 ofrece una comparación de los combustibles diesel en varios países. Es notorio el bajo valor del índice de cetano del diesel americano, tal vez debido al bajo porcentaje de diesel virgen que se utiliza.

Como se puede apreciar las características del diesel mexicano, Pemex Diesel, lo sitúan como uno de los mejores del mundo.

**Tabla 5. Adopción de la Especificación de Diesel de Bajo Azufre**

PAIS	FECHA DE IMPLANTACIÓN
Suecia	Enero de 1991
Dinamarca	Julio de 1992
Finlandia	Julio de 1993
EUA (Inc. California)	Octubre de 1993
Suiza	Enero de 1994
Noruega	Enero de 1994
Canadá	Octubre de 1994
México (ZMVM)	Octubre 1993
Austria	Octubre de 1995
Taiwán	Enero de 1997
Japón	Mayo de 1997
Corea del Sur	Enero de 1998
Tailandia	Enero de 2000

**Tabla 6. Especificaciones Resultados Promedio**

	Pemex Diesel	EUA Prom.	EUA Carb.	Canadá	Alemania	Japón <sup>3</sup>
Azufre, % P Max.	0.021	0.03	0.02	0.027	0.03	0.03
1. de Cetano. min.	53	46	48.2	44	50.6	53
Viscosidad Cinemática @40°C CST	3.0	2.5		2.0	2.58	3.0
Densidad			0.83		0.820-0.860	
Aromáticos	22	37	23			

DIESEL FUEL OILS, 1998, OCT.98, NIPER-207 PPS 98/5  
WORLDWIDE 1998, WINTER DIESEL FUEL QUALITY SURVEY, PARAMINS  
1-INVIERNO



Calidad de los combustibles usados en el Área  
Metropolitana del Valle de Aburrá  
Convenio Marco 392 de 2009



#### 4. MUESTREO

Los puntos de muestreo (sitios de distribución y mayoristas) se definieron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Estudios de proyectos anteriores.
- Recomendación y sugerencias de propietarios de estaciones de servicio.
- Quejas y reclamos de usuarios en la secretaría de gobierno (área de hidrocarburos).
- Base de datos de suministrada por AMVA.

##### 4.1. Empresas muestreadas para Combustibles líquidos

Definiendo como combustible líquido a gasolina corriente o extra y diesel se muestrearon 4 mayoristas y un distribuidor (ver tabla 7 y figura 1).

Tabla 7. Muestreo de combustibles líquidos

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
MARZO	M1	TEXACO	Diesel sin aditivos	TK corrida 108750	03/03/2010
	M2	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	TK corrida 109634	03/03/2010
	M3	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	TK corrida 31234	03/03/2010
	M4	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	TK corrida T002	03/03/2010
	M5	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	TK corrida T003	03/03/2010
	M6	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	TK corrida T013	03/03/2010
	M7	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Diesel	Carrotanque	04/03/2010
	M8	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina corriente	Dispensador	04/03/2010
	M9	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina extra	Dispensador	04/03/2010
	M10	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea Tender 77	05/03/2010
	M11	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea Tender 4-7	05/03/2010
	M12	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea Tender 6-10	05/03/2010

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
ABRIL	M13	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	Carrotanque	08/03/2010
	M14	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Carrotanque	08/03/2010
	M15	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Carrotanque	08/03/2010
	M16	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Gasolina extra sin aditivos	Tanque tk 324	09/04/2010
	M17	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina corriente	Plataforma Tk 342	09/04/2010
	M18	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Diesel	Plataforma Tk 384	09/04/2010
	M19	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque tk 109634	13/04/2010
	M20	TEXACO	Diesel	Plataforma	13/04/2010
	M21	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	Tanque tk 32083	13/04/2010
	M22	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	14/04/2010
	M23	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	14/04/2010
	M24	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	14/04/2010
	M25	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Carrotanque	14/04/2010
	M26	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Carrotanque	14/04/2010
	M27	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Carrotanque	14/04/2010
	M28	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	Carrotanque	16/04/2010
	M29	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	Carrotanque	16/04/2010
	M30	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	Carrotanque	16/04/2010
MAYO	M31	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	07/05/2010
	M32	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Diesel sin aditivos	Tanque	07/05/2010
	M33	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	07/05/2010
	M34	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	07/05/2010
	M35	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	07/05/2010
	M36	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	07/05/2010
	M37	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	Plataforma	07/05/2010
	M38	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	Carrotanque	07/05/2010

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
	M39	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	07/05/2010
	M40	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Plataforma	07/05/2010
	M41	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	07/05/2010
	M42	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	07/05/2010
	M43	TEXACO	Diesel	Carrotanque	19/05/2010
	M44	TEXACO	Gasolina corriente	Carrotanque	19/05/2010
	M45	TEXACO	Gasolina extra	Carrotanque	19/05/2010
	M46	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	04/06/2010
	M47	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	04/06/2010
	M48	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	04/06/2010
	M49	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	04/06/2010
	M50	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	04/06/2010
	M51	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	04/06/2010
	M52	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	09/06/2010
	M53	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	09/06/2010
	M54	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A..	Diesel sin aditivos	Tanque	09/06/2010
	M55	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	09/06/2010
	M56	TEXACO	Diesel	Plataforma	09/06/2010
	M57	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	09/06/2010
	M58	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	Tanque	30/06/2010
	M59	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	30/06/2010
	M60	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	30/06/2010
	M61	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	19/07/2010
	M62	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	20/07/2010
	M63	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	13/07/2010
	M64	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Línea	26/07/2010
<b>JUNIO</b>					
<b>JULIO</b>					

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
JULIO (Muestras adicionales)	M65	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	Plataforma	26/07/2010
	M66	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	Plataforma	26/07/2010
	M67	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Gasolina corriente sin aditivos	TK 392	26/07/2010
	M68	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Gasolina extra sin aditivos	TK 690	26/07/2010
	M69	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Diesel sin aditivos	TK 384	26/07/2010
	M70	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	TK 109634	26/07/2010
	M71	TEXACO	Gasolina extra	Plataforma	26/07/2010
	M72	TEXACO	Diesel sin aditivos	TK 30046	26/07/2010
	M73	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	27/07/2010
	M74	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	27/07/2010
	M75	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Plataforma	27/07/2010
	M76	ESSO LA 80	Diesel	Surtidor	30/07/2010
	M77	ESTACION LA CLARET	Diesel	Surtidor	30/07/2010
	M78	ESSO No. 18 CAMPO VALDEZ	Diesel	Surtidor	30/07/2010
	M79	ESTACION ESSO LOS MANGOS	Diesel	Surtidor	30/07/2010
	M80	TEXACO No. 9 BELLO	Diesel	Surtidor	30/07/2010
	M81	ECOPETROL	Diesel sin marcador	LÍNEA	03/08/2010
	M82	ECOPETROL	Diesel sin marcador	LÍNEA	03/08/2010
	M83	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque 13	27/07/2010
	M84	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque 1	01/08/2010
M85	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	03/08/2010	
M86	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Gasolina extra sin aditivos	TK 690	30/08/2010	
M87	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Gasolina corriente sin aditivos	TK 392	30/08/2010	
M88	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A.	Diesel sin aditivos	TK 384	30/08/2010	
M89	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	LÍNEA	30/08/2010	
M90	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	LÍNEA	30/08/2010	
AGOSTO					

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
	M91	ECOPETROL	Diesel sin marcador	LÍNEA	30/08/2010
	M92	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	30/08/2010
	M93	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	30/08/2010
	M94	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	30/08/2010
	M95	TEXACO	Diesel sin aditivos	Tanque 30046	30/08/2010
	M96	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque 109634	30/08/2010
	M97	TEXACO	Gasolina extra	Plataforma	30/08/2010
	M98	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	30/08/2010
	M99	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Plataforma	30/08/2010
	M100	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	Plataforma	30/08/2010
	M101	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Plataforma	29/09/2010
	M102	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	29/09/2010
	M103	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	Plataforma	29/09/2010
	M104	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	12/09/2010
	M105	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	28/09/2010
	M106	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	28/09/2010
	M107	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	29/09/2010
	M108	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	28/09/2010
	M109	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	Plataforma	29/09/2010
	M110	TEXACO	Gasolina corriente	Plataforma	29/09/2010
	M111	TEXACO	Gasolina extra	Plataforma	29/09/2010
	M112	TEXACO	Diesel	Plataforma	29/09/2010
	M113	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	Plataforma	01/10/2010
	M114	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	Plataforma	01/10/2010
	M115	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	Plataforma	01/10/2010
<b>SEPTIEMBRE</b>					

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
OCTUBRE	M116	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	Plataforma	27/10/2010
	M117	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	Plataforma	27/10/2010
	M118	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	Plataforma	27/10/2010
	M119	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	27/10/2010
	M120	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	27/10/2010
	M121	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	27/10/2010
	M122	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	27/10/2010
	M123	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	Plataforma	27/10/2010
	M124	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	27/10/2010
	M125	TEXACO	Gasolina corriente	Plataforma	27/10/2010
	M126	TEXACO	Gasolina extra	Plataforma	27/10/2010
	M127	TEXACO	Diesel	Plataforma	27/10/2010
	M128	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	Plataforma	27/10/2010
	M129	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	Plataforma	27/10/2010
	M130	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	Plataforma	27/10/2010
	M131	ECOPETROL	Diesel sin marcador	Línea	19/11/2010
	M132	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	14/11/2010
	M133	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	17/11/2010
M134	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	09/11/2010	
M135	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	Línea	09/11/2010	
M136	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	Línea	13/11/2010	
M137	TEXACO	Diesel sin aditivos	Tanque	23/11/2010	
M138	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	23/11/2010	
NOVIEMBRE					

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	PUNTO DE TOMA	FECHA
	M139	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	23/11/2010
	M140	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	Tanque	23/11/2010
	M141	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	23/11/2010
	M142	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	23/11/2010
	M143	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	Tanque	30/11/2010
	M144	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	30/11/2010
	M145	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	Tanque	30/11/2010
	M146	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	30/11/2010
	M147	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	Tanque	30/11/2010
	M148	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	Plataforma	30/11/2010
	M149	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	Plataforma	30/11/2010
	M150	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	Tanque	30/11/2010

Figura 1. Muestreo de combustibles líquidos

## MUESTREO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS MARZO-NOVIEMBRE 2010

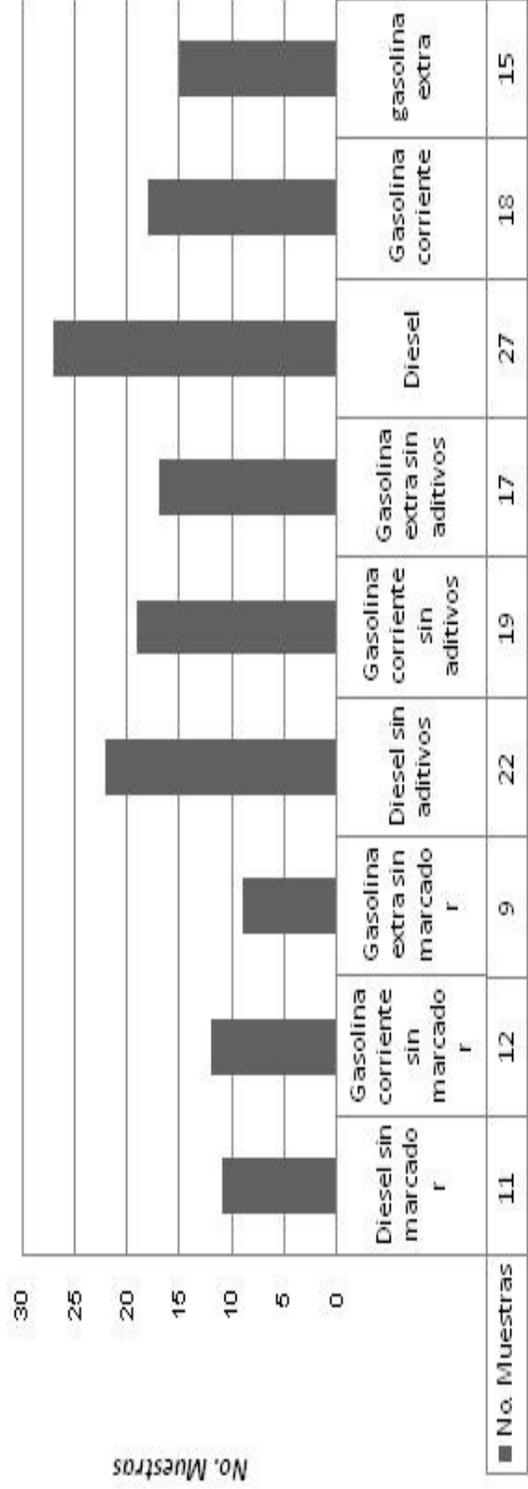
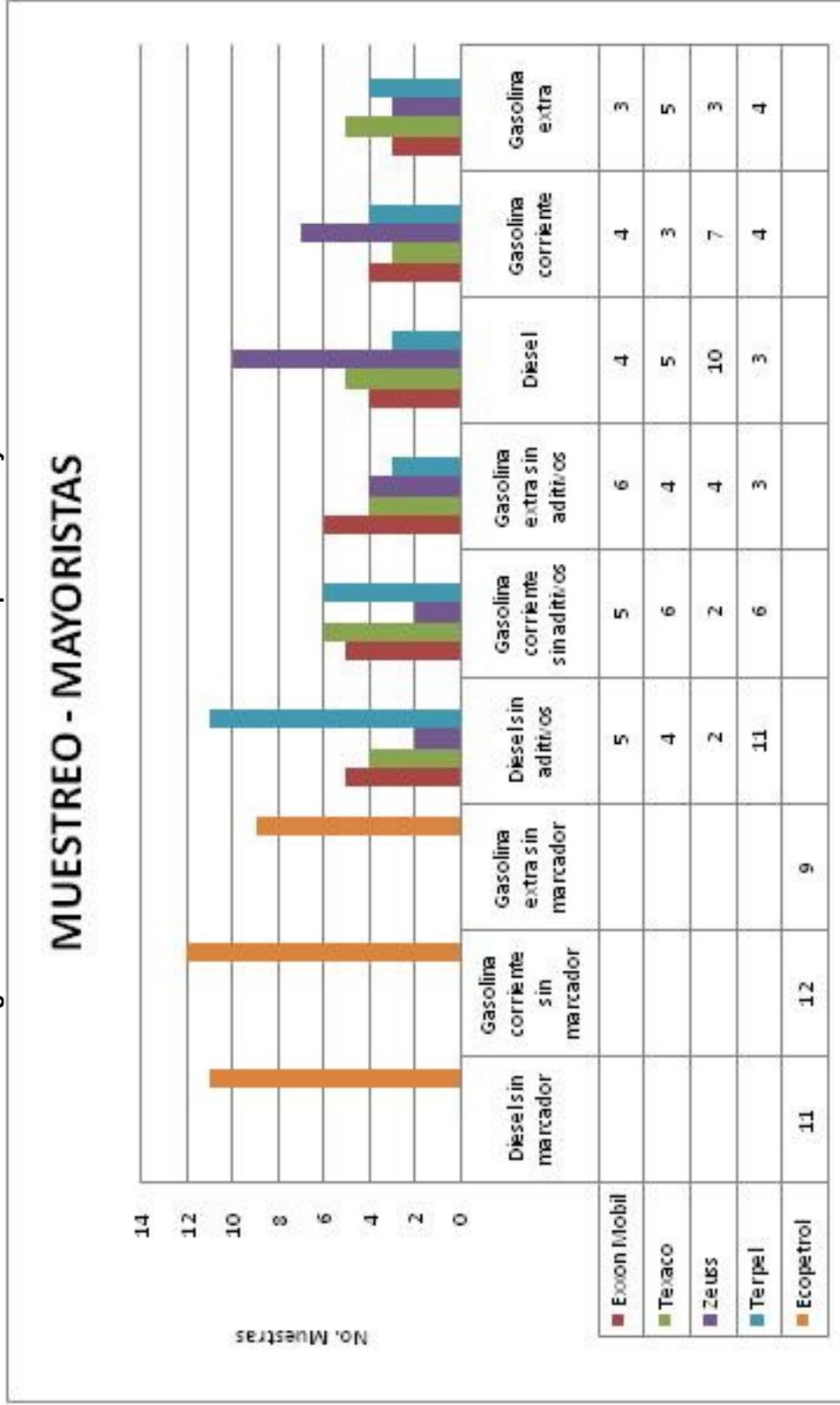


Figura 2. Muestreo de combustibles líquidos en Mayoristas





## 5. RESULTADOS

### 5.1. NORMATIVIDAD APLICABLE

#### 5.1.1. Gasolina Corriente y extra

En la tabla 8, se presenta los niveles de azufre permitidos en Colombia teniendo en cuenta la normatividad técnica colombiana NTC 1380. La tabla 9 muestra los niveles de azufre permitidos de acuerdo con el pacto de cumplimiento de calidad del aire.

Tabla 8. NTC 1380 – Control de calidad de combustible gasolina.

N°	Característica	Unidades	Límites de control	Clasificación		Métodos de análisis
				Corriente	Extra	
1	Índice antidetonante	adimensional	mínimo	81	87	ASTM D 2700 y ASTM D 2699 <sup>(4)</sup>
2	Presión de Vapor Reid (RVP) a 37,8 °C	kPa (psia)	máximo	55 (8,0) <sup>(5)</sup>	55 (8,0) <sup>(3)</sup>	ASTM D 323 ó ASTM D 5191
3	Índice de cierre de vapor (ICV)	kPa	máximo	98	98	<sup>(1)</sup>
4	Corrosión al cobre, 3h a 50 °C	Clasificación	máximo	1	1	ASTM D 130
5	Contenido de azufre, como S	g/100 g	máximo	0,1	0,1	ASTM D 4294 ó ASTM D 2622
6	Contenido de benceno	ml/100 ml	máximo	1,0	2,0	ASTM D 5580 ó ASTM D 3608 ó Método PIANO
7	Contenido de aromáticos	ml/100 ml	máximo	28	35	ASTM D 5580 ó ASTM D 1319 ó Método PIANO
8	Contenido de plomo	g/L	máximo	0,013	0,013	ASTM D 3237 ó ASTM D 5059
9	Estabilidad a la oxidación	minutos	mínimo	240	240	ASTM D 525
10	Destilación: 10 % volumen evaporado 50 % volumen evaporado 90 % volumen evaporado Punto final de ebullición	°C °C °C °C	máximo mínimo máximo máximo	70 77 121 190 225	70 77 121 190 225	ASTM D 86
11	Gomas totales	mg/100 ml	máximo	5	5	ASTM D 381
12	Contenido de aditivos (2)	g/100 mg	-	-	-	

NOTA 1 El índice de Cierre de Vapor se calcula utilizando la siguiente formula:  $ICV = P + 1,13x A$   
en donde  
A = porcentaje volumen evaporado a 70 °C;  
P = presión de vapor en kilopascales (kPa).

NOTA 2 Todas las gasolinas motor deben contener aditivos detergentes – dispersantes controladores de formación de depósitos en los sistemas de admisión de combustible del motor, en dosis y calidad reglamentadas por el Ministerio de Minas y Energía mediante Resolución N° 8-1055 de septiembre de 1999, o la que la modifique o sustituya.

NOTA 3 Este valor se empezará a exigir a partir del 01 de Julio de 2005, antes de esa fecha el valor podrá oscilar entre 55 kPa (8,0 psia) y 58 kPa (8,5 psia).

NOTA 4. El método Infrarrojo (IR) es valido para control y verificación rápida preliminar del producto pero no para certificación de entrega del mismo

**Tabla 9. Niveles de azufre permitidos – Pacto de cumplimiento de calidad del aire.**  
**Metas para el cumplimiento del pacto por la calidad del aire**

Fecha	Contenido de Azufre Diesel (ppm)	Contenido de Azufre Gasolina (ppm)
1 Julio de 2008	3000	1000
1 Enero de 2009	2500	1000
1 Enero de 2010	500 y 50 (SITVA*)	300
1 Julio de 2010	50	300

#### 5.1.2. Diesel

La tabla 9 muestra los niveles de azufre permitidos de acuerdo con el pacto de cumplimiento de calidad del aire. En la tabla 10, se presenta los niveles de azufre permitidos en Colombia teniendo en cuenta la normatividad técnica colombiana NTC.

Tabla 10. NTC 1438 – Control de calidad de combustible diesel.

Requisitos	Unidad	Diesel extra	Diesel corriente	Método de ensayo
Contenido de azufre, máximo <sup>(1)</sup>	% masa	0,12	0,45	ASTM D2622 ó D4294, ó D1562, ó D1266
Contenido de Aromáticos, máximo	% Vol.	35	35	ASTM D5186, ó ASTM D1319 <sup>(2)</sup>
Índice de Cetano, mínimo <sup>(1)</sup>	Adimensional	45	45	ASTM D976 ó D4737
Número de Cetano, mínimo <sup>(1)</sup>	Adimensional	45	43	ASTM D613
Comosión al cobre, 3 h. a 50 °C, máximo	Clasificación	2	2	ASTM D130
Color ASTM, máximo		2,0	3,0	ASTM D1500
Residuos de carbón micro, máximo (10 % en fondos)	% masa	0,2	0,2	ASTM D4530
Gravedad API, mínimo	°API	Reportar	Reportar	ASTM D4052, D1298 ó D287
Viscosidad a 40 °C, mínimo - máximo	mm <sup>2</sup> /s	1,9 - 4,1	1,9 - 5,0	ASTM D445
<b>PROPIEDADES DE DESTILACIÓN</b>				
- Punto Inicial de Ebullición	°C	Reportar	Reportar	ASTM D86
- Temperatura del 50 % volumen recobrado, máxima	°C	-	Reportar	
- Temperatura del 90 % volumen recobrado,				
- Mínima	°C	282	-	
- Máxima		338	360	
- Punto Final de Ebullición, máximo	°C	360	390	
Contenido de Agua y Sedimento, máximo	% Vol.	0,05	0,05	ASTM D1796 ó ASTM D2709
Punto de Fluides, máximo	°C	3 <sup>(2)</sup>	3 <sup>(2)</sup>	ASTM D97 ó D5949
Temperatura de Obturación del filtro (CFPP) <sup>(3)</sup>	°C	Reportar	Reportar	ASTM D6371 EN 116
Punto de nube/ enturbiamiento <sup>(4)</sup>	°C	Reportar	Reportar	ASTM D2500 ISO 3015
Punto de Inflamación, mínimo	°C	52	52	ASTM D93
Contenido de cenizas, máximo	% masa	0,01	0,01	ASTM D482
Contenido máximo de Biodiesel <sup>(5)</sup> (Alquil ésteres de ácidos grasos)	% vol.	5	5	EN 14078
Lubricidad (máxima) <sup>(6)</sup>	µm	450	450	ASTM D6079
Estabilidad a la oxidación (máximo)	g/m <sup>3</sup>	25	25	ASTM D3274 <sup>(7)</sup>
Estabilidad Térmica (mínimo)	% de reflectancia a 90 min.	70	—	ASTM D6468
<p>(1) Aplica para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica, térmica, aditivos mejoradores de cetano ó biodiesel en cualquier proporción.</p> <p>(2) Aplica para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería ó biodiesel</p> <p>(3) Otros Métodos alternos pueden ser usados, como el método ASTM D6729. (Método Plano)</p> <p>(4) El método ASTM D 97 contempla resultados medidos de tres unidades en tres unidades.</p> <p>(5) Esta especificación estará sujeta a la reglamentación nacional vigente.</p> <p>(6) Los valores para estos parámetros deberán establecerse sustentados en estudios realizados en laboratorios acreditados y avalados por autoridad competente.</p> <p>(7) Esta especificación aplica para diesel hidrotratado de máximo 500 ppm de azufre</p> <p>(8) Este parámetro es considerado una prueba tipo. Se debe realizar cada 6 meses y sustentará por trazabilidad este ensayo lote a lote.</p>				
<p>NOTA 1 Los valores de los requisitos de la Tabla 1, deben ser informados por el Proveedor.</p> <p>NOTA 2 El poder calorífico inferior de referencia reportado por el método ASTM D3240 debe estar alrededor de 45 000 KJ/Kg.</p>				

## 5.2. RESULTADOS GASOLINA CORRIENTE Y EXTRA

A continuación se presentan los resultados del contenido de gomas, azufre y aromáticos totales para muestras de gasolinas hasta el mes de septiembre de 2010. Se hace comparación con las especificaciones de la normatividad técnica colombiana (Ver tablas 11, 12, 13 Y 14).

Tabla 11. Resultados contenido de gomas en gasolinas.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
MARZO	M2	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0	SI	
	M3	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0	SI	
	M4	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	1,5	5,0	SI	
	M5	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0	SI	
	M8	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	1,5	5,0	SI	
	M9	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	<0,5	5,0	SI	
	M10	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	<0,5	5,0	SI	
	M11	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	2,0	5,0	SI	
	M13	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	1,5	5,0	SI	
	M14	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	2,5	5,0	SI	
	<b>VALOR INFERIORES A</b>						
	M16	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	1,0	5,0	SI	
	M17	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	<0,5	5,0	SI	
	M19	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0	SI	
M21	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	1,5	5,0	SI		
M23	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0	SI		
M24	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	<0,5	5,0	SI		
M25	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,5	5,0	SI		
ABRIL				< 2,5	5,0	SI	
				1,0	5,0	SI	
				<0,5	5,0	SI	
				<0,5	5,0	SI	
				1,5	5,0	SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO		ESPECIFICACION		CUMPLE
				(mg/100ml)	Máximo			
MAYO	M29	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	1,0	5,0		SI	
	M30	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	2,0	5,0		SI	
			<b>VALOR INFERIORES A</b>		<b>&lt; 2,0</b>	<b>5,0</b>	<b>SI</b>	
	M31	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	3,0	5,0		SI	
	M33	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	4,0	5,0		SI	
	M34	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	3,5	5,0		SI	
	M36	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	3,5	5,0		SI	
	M37	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	4,0	5,0		SI	
	M38	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	2,0	5,0		SI	
	M40	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	<0,5	5,0		SI	
	M44	TEXACO	Gasolina corriente	3,0	5,0		SI	
	M45	TEXACO	Gasolina extra	2,0	5,0		SI	
			<b>VALOR INFERIORES A</b>		<b>&lt; 4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>SI</b>	
	M46	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	<0,5	5,0		SI	
	M48	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0		SI	
	M50	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0		SI	
M51	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	1,0	5,0		SI		
M52	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0		SI		
M53	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	1,5	5,0		SI		
M55	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0		SI		
M57	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0		SI		
M59	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0		SI		
M60	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0		SI		
JUNIO								

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE
JULIO	<b>VALOR INFERIORES A</b>					
	M62	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	< 1,5	5,0	SI
	M63	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,5	5,0	SI
	M65	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	2,5	5,0	SI
	M66	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	3,0	5,0	SI
	M67	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	1,5	5,0	SI
	M68	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,5	5,0	SI
	M70	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	1,0	5,0	SI
	M71	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	1,0	5,0	SI
	M74	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0	SI
M75	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	1,5	5,0	SI	
AGOSTO	<b>VALOR INFERIORES A</b>					
	M86	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	2,0	5,0	SI
	M87	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	<3,0	5,0	SI
	M89	ECOPETROL	Gasolina corriente sin aditivos	0,5	5,0	SI
	M90	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	2,5	5,0	SI
	M93	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0	SI
	M94	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	3,0	5,0	SI
	M96	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	2,5	5,0	SI
	M97	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	4,0	5,0	SI
	M99	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	2,0	5,0	SI
M100	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	1,0	5,0	SI	
<b>VALOR INFERIORES A</b>						
				<4,0	5,0	SI

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
SEPTIEMBRE	M101	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	2,5	5,0	SI	
	M103	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	1,0	5,0	SI	
	M105	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	1,5	5,0	SI	
	M106	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	1,5	5,0	SI	
	M107	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,5	5,0	SI	
	M109	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	1,0	5,0	SI	
	M110	TEXACO	Gasolina corriente	<0,5	5,0	SI	
	M111	TEXACO	Gasolina extra	2,0	5,0	SI	
	M114	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	1,0	5,0	SI	
	M115	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	1,0	5,0	SI	
	<b>VALOR INFERIORES A</b>				<b>&lt;2,5</b>	<b>5,0</b>	<b>SI</b>
	OCTUBRE	M116	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	4,0	5,0	SI
		M117	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	3,0	5,0	SI
		M120	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	3,5	5,0	SI
		M121	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0	SI
M122		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	2,0	5,0	SI	
M123		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	1,0	5,0	SI	
M125		TEXACO	Gasolina corriente	<0,5	5,0	SI	
M126		TEXACO	Gasolina extra	1,5	5,0	SI	
M129		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	2,0	5,0	SI	
M130		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	2,0	5,0	SI	
<b>VALOR INFERIORES A</b>				<b>&lt;4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>SI</b>	
M132	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0	SI		

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO		ESPECIFICACION		CUMPLE
				(mg/100ml)	Máximo	Máximo		
	M133	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	1,0	5,0	5,0	SI	SI
	M134	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	1,0	5,0	5,0	SI	SI
	M135	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	<0,5	5,0	5,0	SI	SI
	M136	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	<0,5	5,0	5,0	SI	SI
	M138	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	2,0	5,0	5,0	SI	SI
	M139	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0	5,0	SI	SI
	M141	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	1,5	5,0	5,0	SI	SI
	M142	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	<0,5	5,0	5,0	SI	SI
	M144	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	<0,5	5,0	5,0	SI	SI
	M145	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	1,5	5,0	5,0	SI	SI
	M150	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	1,0	5,0	5,0	SI	SI
<b>VALOR INFERIORES A</b>				<b>&lt;2,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

Tabla 12. Resultados contenido de benceno en gasolinas.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO		ESPECIFICACION		CUMPLE
				(ml/100ml)	Máximo	Máximo		
<b>MARZO</b>	M2	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	0,64	2,0	2,0	SI	SI
	M3	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,67	1,0	1,0	SI	SI
	M4	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	0,6	2,0	2,0	SI	SI
	M5	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,57	1,0	1,0	SI	SI
	M8	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	0,78	1,0	1,0	SI	SI
	M9	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	0,81	2,0	2,0	SI	SI

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ml/100ml)	ESPECIFICACION		CUMPLE	
					Máximo			
ABRIL	M10	ECOPELROL	Gasolina extra sin marcador	0,56	2,0		SI	
	M11	ECOPELROL	Gasolina corriente sin marcador	0,59	1,0		SI	
	M13	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	0,64	2,0		SI	
	M14	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,83	1,0		SI	
			<b>PROMEDIO</b>		<b>0,67</b>	<b>1,0</b>		<b>SI</b>
	M16	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,88	2,0		SI	
	M17	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	0,67	1,0		SI	
	M19	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,45	1,0		SI	
	M21	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	0,45	2,0		SI	
	M23	ECOPELROL	Gasolina corriente sin marcador	0,96	1,0		SI	
	M24	ECOPELROL	Gasolina extra sin marcador	0,75	2,0		SI	
	M25	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,6	1,0		SI	
	M29	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	0,68	2,0		SI	
	M30	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	0,58	1,0		SI	
		<b>PROMEDIO</b>		<b>0,67</b>	<b>1,0</b>		<b>SI</b>	
MAYO	M31	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,19	1,0		SI	
	M33	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,35	2,0		SI	
	M34	ECOPELROL	Gasolina corriente sin marcador	0,53	1,0		SI	
	M36	ECOPELROL	Gasolina extra sin marcador	0,42	2,0		SI	
	M37	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	0,33	2,0		SI	
	M38	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	0,52	1,0		SI	
	M40	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,58	1,0		SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ml/100ml)	ESPECIFICACION		CUMPLE
						Máximo	
JUNIO	M44	TEXACO	Gasolina corriente	0,36		1,0	SI
	M45	TEXACO	Gasolina extra	0,38		2,0	SI
			<b>PROMEDIO</b>	<b>0,41</b>		<b>1,0</b>	<b>SI</b>
	M46	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,53		2,0	SI
	M48	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,41		1,0	SI
	M50	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,4		1,0	SI
	M51	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	0,52		2,0	SI
	M52	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,58		2,0	SI
	M53	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,5		1,0	SI
	M55	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,44		1,0	SI
	M57	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	0,68		2,0	SI
	M59	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	0,38		2,0	SI
M60	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	0,42		1,0	SI	
		<b>PROMEDIO</b>	<b>0,49</b>		<b>1,0</b>	<b>SI</b>	
JULIO	M62	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,4		1,0	SI
	M63	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,33		2,0	SI
	M65	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	0,57		1,0	SI
	M66	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	0,32		1,0	SI
	M67	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,27		1,0	SI
	M68	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,32		2,0	SI
	M70	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,37		1,0	SI
	M71	TEXACO	Gasolina extra	0,4		2,0	SI
	M74	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	0,29		2,0	SI

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ml/100ml)	ESPECIFICACION		CUMPLE
					Máximo		
AGOSTO	M75	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,25	1,0	SI	
	M86	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,29	2,0	SI	
	M87	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,27	1,0	SI	
	M89	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,40	2,0	SI	
	M90	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,42	1,0	SI	
	M93	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,44	1,0	SI	
	M94	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	0,37	2,0	SI	
	M96	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,50	1,0	SI	
	M97	TEXACO	Gasolina extra	0,56	2,0	SI	
	M99	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,36	1,0	SI	
M100	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	0,37	1,0	SI		
<b>PROMEDIO</b>				<b>0,40</b>	<b>1,0</b>	<b>SI</b>	
SEPTIEMBRE	M101	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,31	1,0	SI	
	M103	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	0,44	2,0	SI	
	M105	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,25	1,0	SI	
	M106	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,37	2,0	SI	
	M107	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,44	1,0	SI	
	M109	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	0,32	2,0	SI	
	M110	TEXACO	Gasolina corriente	0,36	1,0	SI	
	M111	TEXACO	Gasolina extra	0,60	2,0	SI	
	M114	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	0,54	1,0	SI	
	M115	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	0,49	2,0	SI	
<b>PROMEDIO</b>				<b>0,41</b>	<b>1,0</b>	<b>SI</b>	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ml/100ml)	ESPECIFICACION		CUMPLE
						Máximo	
OCTUBRE	M116	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	0,54		1,0	SI
	M117	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	0,48		2,0	SI
	M120	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,47		2,0	SI
	M121	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,29		1,0	SI
	M122	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,30		1,0	SI
	M123	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	0,28		2,0	SI
	M125	TEXACO	Gasolina corriente	0,34		1,0	SI
	M126	TEXACO	Gasolina extra	0,37		2,0	SI
	M129	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	0,46		2,0	SI
	M130	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	0,40		1,0	SI
		<b>PROMEDIO</b>		<b>0,39</b>		<b>1,0</b>	<b>SI</b>
NOVIEMBRE	M132	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,35		1,0	SI
	M133	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,51		1,0	SI
	M134	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,53		1,0	SI
	M135	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	0,47		2,0	SI
	M136	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	0,44		1,0	SI
	M138	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	0,31		1,0	SI
	M139	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	0,38		2,0	SI
	M141	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	0,48		1,0	SI
	M142	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	0,45		2,0	SI
	M144	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	0,28		1,0	SI
M145	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	0,32		2,0	SI	
M150	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	0,37		1,0	SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ml/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE
		PROMEDIO		0,41	1,0	SI

Tabla 13. Resultados contenido de aromáticos en gasolinas.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
MARZO	M2	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	23,83	35,0	SI	
	M3	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	27,39	28,0	SI	
	M4	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	28,97	35,0	SI	
	M5	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	23,88	28,0	SI	
	M8	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	19,08	28,0	SI	
	M9	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	19,25	35,0	SI	
	M10	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	25,03	35,0	SI	
	M11	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	16,72	28,0	SI	
	M13	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	17,07	35,0	SI	
	M14	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	14,17	28,0	SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>21,54</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>
	ABRIL	M16	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	17,40	35,0	SI
		M17	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	19,05	28,0	SI
		M19	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	18,99	28,0	SI
M21		TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	22,19	35,0	SI	
M23		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	25,72	28,0	SI	
M24		ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	21,06	35,0	SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
MAYO	M25	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	18,72	28,0	SI	
	M29	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	18,32	35,0	SI	
	M30	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	17,78	28,0	SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>19,92</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>
	M31	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	17,53	28,0	SI	
	M33	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	18,47	35,0	SI	
	M34	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	19,58	28,0	SI	
	M36	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	19,12	35,0	SI	
	M37	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	17,37	35,0	SI	
	M38	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	21,56	28,0	SI	
	M40	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	19,47	28,0	SI	
	M44	TEXACO	Gasolina corriente	23,43	28,0	SI	
	M45	TEXACO	Gasolina extra	20,88	35,0	SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>19,71</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>
	JUNIO	M46	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	20,37	35,0	SI
M48		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	16,83	28,0	SI	
M50		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	19,17	28,0	SI	
M51		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	22,50	35,0	SI	
M52		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	23,63	35,0	SI	
M53		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	18,48	28,0	SI	
M55		TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	22,05	28,0	SI	
M57		TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	19,63	35,0	SI	
M59		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	19,72	35,0	SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION		CUMPLE	
					Máximo			
JULIO	M60	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	17,17	28,0		SI	
		<b>PROMEDIO</b>			<b>19,96</b>	<b>28,0</b>		<b>SI</b>
	M62	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	13,82	28,0		SI	
	M63	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	18,45	35,0		SI	
	M65	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	21,36	28,0		SI	
	M66	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	21,07	28,0		SI	
	M67	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	19,59	28,0		SI	
	M68	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	23,35	35,0		SI	
	M70	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	24,03	28,0		SI	
	M71	TEXACO	Gasolina extra	20,70	35,0		SI	
	M74	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	24,76	35,0		SI	
	M75	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	18,66	28,0		SI	
		<b>PROMEDIO</b>			<b>20,58</b>	<b>28,0</b>		<b>SI</b>
	AGOSTO	M86	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	19,26	35,0		SI
		M87	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	18,32	28,0		SI
M89		ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	16,13	35,0		SI	
M90		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	16,10	28,0		SI	
M93		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	17,18	28,0		SI	
M94		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	18,26	35,0		SI	
M96		TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	16,95	28,0		SI	
M97		TEXACO	Gasolina extra	20,07	35,0		SI	
M99		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	18,96	28,0		SI	
M100		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	22,15	35,0		SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
SEPTIEMBRE	<b>PROMEDIO</b>						
	M101	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	18,34	28,0	SI	
	M103	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	23,65	35,0	SI	
	M105	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	19,40	28,0	SI	
	M106	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	20,80	35,0	SI	
	M107	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	19,65	28,0	SI	
	M109	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	20,16	35,0	SI	
	M110	TEXACO	Gasolina corriente	21,25	28,0	SI	
	M111	TEXACO	Gasolina extra	19,54	35,0	SI	
	M114	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	17,87	28,0	SI	
	M115	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	18,05	35,0	SI	
	<b>PROMEDIO</b>						
					<b>20,03</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>
	OCTUBRE	M116	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	20,69	28,0	SI
		M117	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	18,74	35,0	SI
M120		ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	19,03	35,0	SI	
M121		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	17,86	28,0	SI	
M122		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	18,41	28,0	SI	
M123		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	18,18	35,0	SI	
M125		TEXACO	Gasolina corriente	19,49	28,0	SI	
M126		TEXACO	Gasolina extra	20,70	35,0	SI	
M129		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	20,65	35,0	SI	
M130		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	19,81	28,0	SI	
<b>PROMEDIO</b>							
				<b>19,35</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (mg/100ml)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
NOVIEMBRE	M132	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	18,68	28,0	SI	
	M133	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	21,61	28,0	SI	
	M134	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	20,97	28,0	SI	
	M135	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	19,43	35,0	SI	
	M136	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	19,12	28,0	SI	
	M138	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	18,11	28,0	SI	
	M139	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	20,21	35,0	SI	
	M141	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	20,51	28,0	SI	
	M142	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	19,90	35,0	SI	
	M144	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	18,23	28,0	SI	
	M145	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	19,18	35,0	SI	
	M150	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	19,80	28,0	SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>19,65</b>	<b>28,0</b>	<b>SI</b>

Tabla 14. Resultados contenido de azufre en gasolinas.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
MARZO	M2	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	993	1000	SI	
	M3	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	982	1000	SI	
	M4	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	926	1000	SI	
	M5	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	985	1000	SI	
	M8	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	1260	1000	NO	
	M9	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	1110	1000	NO	
	M10	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	1000	1000	SI	
	M11	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	998	1000	SI	
	M13	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	803	1000	SI	
	M14	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	702	1000	SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>976</b>	<b>1000</b>	<b>SI</b>
	ABRIL	M16	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	853	1000	SI
		M17	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	915	1000	SI
		M19	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	842	1000	SI
M21		TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	789	1000	SI	
M23		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	689	1000	SI	
M24		ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	799	1000	SI	
M25		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	862	1000	SI	
M29		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	910	1000	SI	
M30		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	774	1000	SI	
<b>PROMEDIO</b>				<b>826</b>	<b>1000</b>	<b>SI</b>	
MA YO	M31	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	677	1000	SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION		CUMPLE	
					Máximo			
MAYO	M33	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	851	1000		SI	
	M34	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	941	1000		SI	
	M36	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	844	1000		SI	
	M37	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	712	1000		SI	
	M38	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	850	1000		SI	
	M40	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	901	1000		SI	
	M44	TEXACO	Gasolina corriente	770	1000		SI	
	M45	TEXACO	Gasolina extra	863	1000		SI	
	<b>PROMEDIO</b>				<b>823</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>
	JUNIO	M46	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	751	1000		SI
M48		ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	630	1000		SI	
M50		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	841	1000		SI	
M51		ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	796	1000		SI	
M52		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	820	1000		SI	
M53		EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	900	1000		SI	
M55		TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	790	1000		SI	
M57		TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	805	1000		SI	
M59		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	816	1000		SI	
M60		ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	863	1000		SI	
<b>PROMEDIO</b>				<b>801</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>	
JULIO	M62	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	770	1000		SI	
	M63	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	810	1000		SI	
	M65	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	920	1000		SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION		CUMPLE	
					Máximo			
AGOSTO	M66	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente	845	1000		SI	
	M67	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	853	1000		SI	
	M68	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	712	1000		SI	
	M70	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	790	1000		SI	
	M71	TEXACO	Gasolina extra	842	1000		SI	
	M74	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	745	1000		SI	
	M75	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	790	1000		SI	
			<b>PROMEDIO</b>		<b>808</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>
	M86	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	850	1000		SI	
	M87	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	794	1000		SI	
M89	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	884	1000		SI		
M90	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	749	1000		SI		
M93	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	810	1000		SI		
M94	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra sin aditivos	851	1000		SI		
M96	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	899	1000		SI		
M97	TEXACO	Gasolina extra	820	1000		SI		
M99	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	745	1000		SI		
M100	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	730	1000		SI		
		<b>PROMEDIO</b>		<b>813</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>	
SEPTIEMBRE	M101	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	846	1000		SI	
	M103	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	920	1000		SI	
	M105	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	872	1000		SI	
	M106	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	910	1000		SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION		CUMPLE	
					Máximo			
OCTUBRE	M107	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	790	1000		SI	
	M109	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	780	1000		SI	
	M110	TEXACO	Gasolina corriente	810	1000		SI	
	M111	TEXACO	Gasolina extra	920	1000		SI	
	M114	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	850	1000		SI	
	M115	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	861	1000		SI	
			<b>PROMEDIO</b>		<b>856</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>
	M116	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente	741	1000		SI	
	M117	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra	690	1000		SI	
	M120	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	530	1000		SI	
	M121	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	600	1000		SI	
	M122	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	720	1000		SI	
	M123	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina extra	680	1000		SI	
	M125	TEXACO	Gasolina corriente	694	1000		SI	
	M126	TEXACO	Gasolina extra	702	1000		SI	
M129	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra	680	1000		SI		
M130	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente	675	1000		SI		
		<b>PROMEDIO</b>		<b>671</b>	<b>1000</b>		<b>SI</b>	
NOVIEMBRE	M132	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	590	1000		SI	
	M133	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	640	1000		SI	
	M134	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	653	1000		SI	
	M135	ECOPETROL	Gasolina extra sin marcador	680	1000		SI	
	M136	ECOPETROL	Gasolina corriente sin marcador	530	1000		SI	

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO		ESPECIFICACION		CUMPLE
				(ppm)	Máximo	Máximo		
	M138	TEXACO	Gasolina corriente sin aditivos	643	1000	1000	SI	
	M139	TEXACO	Gasolina extra sin aditivos	714	1000	1000	SI	
	M141	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina corriente sin aditivos	710	1000	1000	SI	
	M142	ZEUSS PETROLEUM	Gasolina extra sin aditivos	660	1000	1000	SI	
	M144	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina corriente sin aditivos	545	1000	1000	SI	
	M145	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Gasolina extra sin aditivos	563	1000	1000	SI	
	M150	ORGANIZACIÓN TERPEL	Gasolina corriente sin aditivos	548	1000	1000	SI	
		<b>PROMEDIO</b>		<b>623</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>SI</b>	

### 5.2.1. RESULTADOS DIESEL

A continuación en la tabla 15 se presentan los resultados del contenido de azufre para muestras de diesel hasta el mes de noviembre de 2010. En la Tabla 16 se muestran los resultados contenido de azufre en diesel en Cumplimiento del pacto de calidad del aire.

Tabla 15. Resultados contenido de azufre en diesel.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO		ESPECIFICACION		CUMPLE
				(ppm)	Máximo	Máximo		
MARZO	M1	TEXACO	Diesel sin aditivos	632	4500	4500	SI	
	M6	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	547	4500	4500	SI	
	M7	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	440	4500	4500	SI	

M12	ECOPETROL	Diesel sin marcador	366	4500	SI
M15	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	659	4500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M18	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	556	4500	SI
M20	TEXACO	Diesel	412	4500	SI
M22	ECOPETROL	Diesel sin marcador	456	4500	SI
M26	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	551	4500	SI
M27	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	500	4500	SI
M28	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	495	4500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M32	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	418	4500	SI
M35	ECOPETROL	Diesel sin marcador	466	4500	SI
M39	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	410	4500	SI
M41	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	442	4500	SI
M42	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	487	4500	SI
M43	TEXACO	Diesel	447	4500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M47	ECOPETROL	Diesel sin marcador	467	4500	SI
M49	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	433	4500	SI
M54	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	490	4500	SI
M56	TEXACO	Diesel	394	4500	SI
M58	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	481	4500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M61	ECOPETROL	Diesel sin marcador	89	4500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
			<b>495</b>	<b>4500</b>	<b>SI</b>
			<b>445</b>	<b>4500</b>	<b>SI</b>
			<b>453</b>	<b>4500</b>	<b>SI</b>

Muestras adicionales)	JULIO	M64	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	92	4500	SI
		M69	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	82	4500	SI
		M72	TEXACO	Diesel sin aditivos	101	4500	SI
		M73	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	58	4500	SI
		<b>PROMEDIO</b>		<b>84</b>	<b>4500</b>	<b>SI</b>	
		M76	ESSO LA 80	Diesel	191	4500	SI
		M77	ESTACION LA CLARET	Diesel	430	4500	SI
		M78	ESSO No. 18 CAMPO VALDEZ	Diesel	190	4500	SI
		M79	ESTACION ESSO LOS MANGOS	Diesel	370	4500	SI
		M80	TEXACO No. 9 BELLO	Diesel	225	4500	SI
		M81	ECOPETROL	Diesel sin marcador	57	4500	SI
		M82	ECOPETROL	Diesel sin marcador	72	4500	SI
		M83	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	103	4500	SI
		M84	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	93	4500	SI
		M85	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	118	4500	SI
		M88	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	52	4500	SI
		M91	ECOPETROL	Diesel sin marcador	48	4500	SI
		M92	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	41	4500	SI
		M95	TEXACO	Diesel sin aditivos	40	4500	SI
		M98	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	55	4500	SI
		<b>PROMEDIO</b>		<b>47</b>	<b>4500</b>	<b>SI</b>	
SEPTIEMBRE		M102	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	40	4500	SI
		M104	ECOPETROL	Diesel sin marcador	39	4500	SI
		M108	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	48	4500	SI
		M112	TEXACO	Diesel	42	4500	SI

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE	
OCTUBRE	M113	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	49	4500	SI	
	<b>PROMEDIO</b>						
	M118	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	28	4500	SI	
	M119	ECOPETROL	Diesel sin marcador	43	4500	SI	
	M124	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	39	4500	SI	
	M127	TEXACO	Diesel	42	4500	SI	
	M128	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	32	4500	SI	
	<b>PROMEDIO</b>						
	M131	ECOPETROL	Diesel sin marcador	38	4500	SI	
	M137	TEXACO	Diesel sin aditivos	42	4500	SI	
	M140	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	47	4500	SI	
	NOVIEMBRE	M143	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	29	4500	SI
M146		ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	38	4500	SI	
M147		ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	36	4500	SI	
M148		ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	41	4500	SI	
M149		ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	42	4500	SI	
<b>PROMEDIO</b>							
<b>37 4500 SI</b>							

Tabla 16. Resultados contenido de azufre en diesel – Cumplimiento del pacto de calidad del aire.

MES	CODIGO	MAYORISTA	PRODUCTO	RESULTADO (ppm)	ESPECIFICACION Máximo	CUMPLE
MARZO	M1	TEXACO	Diesel sin aditivos	632	500	NO
	M6	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	547	500	NO
	M7	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	440	500	SI

M12	ECOPETROL	Diesel sin marcador	366	500	SI
M15	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	659	500	NO
<b>PROMEDIO</b>					
M18	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	556	500	NO
M20	TEXACO	Diesel	412	500	SI
M22	ECOPETROL	Diesel sin marcador	456	500	SI
M26	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	551	500	NO
M27	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	500	500	SI
M28	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	495	500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M32	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	418	500	SI
M35	ECOPETROL	Diesel sin marcador	466	500	SI
M39	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	410	500	SI
M41	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	442	500	SI
M42	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	487	500	SI
M43	TEXACO	Diesel	447	500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M47	ECOPETROL	Diesel sin marcador	467	500	SI
M49	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	433	500	SI
M54	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	490	500	SI
M56	TEXACO	Diesel	394	500	SI
M58	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	481	500	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M61	ECOPETROL	Diesel sin marcador	89	50	NO
<b>PROMEDIO</b>					
			<b>445</b>	<b>500</b>	<b>SI</b>
			467	500	SI
			433	500	SI
			490	500	SI
			394	500	SI
			481	500	SI
			<b>453</b>	<b>500</b>	<b>SI</b>
			89	50	NO

Muestras adicionales)	JULIO	M64	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	92	50	NO
		M69	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	82	50	NO
		M72	TEXACO	Diesel sin aditivos	101	50	NO
		M73	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	58	50	NO
		<b>PROMEDIO</b>			<b>84</b>	<b>50</b>	<b>SI</b>
		M76	ESSO LA 80	Diesel	191	50	SI
	M77	ESTACION LA CLARET	Diesel	430	50	NO	
	M78	ESSO No. 18 CAMPO VALDEZ	Diesel	190	50	NO	
	M79	ESTACION ESSO LOS MANGOS	Diesel	370	50	NO	
	M80	TEXACO No. 9 BELLO	Diesel	225	50	NO	
	M81	ECOPETROL	Diesel sin marcador	57	50	NO	
	M82	ECOPETROL	Diesel sin marcador	72	50	NO	
AGOSTO	M83	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	103	50	NO	
	M84	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	93	50	NO	
	M85	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	118	50	NO	
	M88	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	52	50	NO	
	M91	ECOPETROL	Diesel sin marcador	48	50	SI	
	M92	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	41	50	SI	
	M95	TEXACO	Diesel sin aditivos	40	50	SI	
	M98	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	55	50	NO	
	<b>PROMEDIO</b>			<b>47</b>	<b>50</b>	<b>SI</b>	
	SEPTIEMBRE	M102	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	40	50	SI
		M104	ECOPETROL	Diesel sin marcador	39	50	SI
		M108	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	48	50	SI
M112		TEXACO	Diesel	42	50	SI	

M113	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	49	50	SI
<b>PROMEDIO</b>					
M118	ZEUSS PETROLEUM	Diesel	28	50	SI
M119	ECOPETROL	Diesel sin marcador	43	50	SI
M124	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	39	50	SI
M127	TEXACO	Diesel	42	50	SI
M128	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel	32	50	SI
<b>PROMEDIO</b>					
			<b>37</b>	<b>50</b>	<b>SI</b>
M131	ECOPETROL	Diesel sin marcador	38	50	SI
M137	TEXACO	Diesel sin aditivos	42	50	SI
M140	ZEUSS PETROLEUM	Diesel sin aditivos	47	50	SI
M143	EXXON MOBIL DE COLOMBIA S.A	Diesel sin aditivos	29	50	SI
M146	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	38	50	SI
M147	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel sin aditivos	36	50	SI
M148	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	41	50	SI
M149	ORGANIZACIÓN TERPEL	Diesel	42	50	SI
<b>PROMEDIO</b>					
			<b>39</b>	<b>50</b>	<b>SI</b>

## 6. ANALISIS DE RESULTADOS

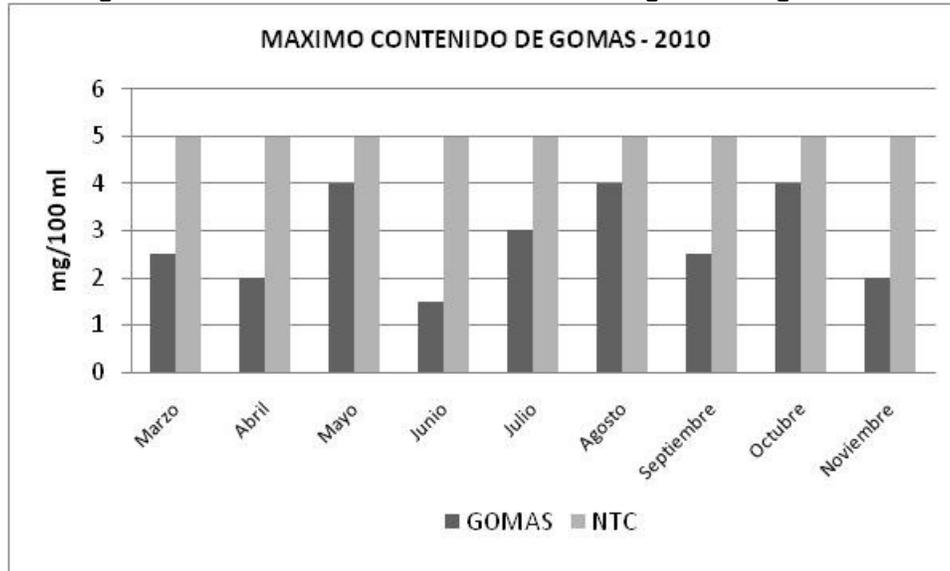
### 6.1. GASOLINAS

#### 6.1.1. Contenido de Gomas

En la tabla 11 se puede ver que el 100% de las muestras tomadas en el muestreo durante los meses marzo a noviembre de 2010 cumplen con la especificación de calidad para contenido de gomas. (Máximo 5 mg/ 100 ml).

En la figura 3 se muestra que aun el máximo valor encontrado en cada una de las muestras es inferior al menos en 1 mg/100 ml con respecto al límite de especificación.

Figura 3. Resultado Máximo de contenido de gomas en gasolinas



#### 6.1.2. Contenido de aromáticos

En las tablas 12 y 13 se puede ver que el 100% de las muestras tomadas en el muestreo durante los meses marzo a noviembre de 2010 cumplen con la especificación de calidad para contenido de aromáticos y contenido de benceno. (Aromáticos: Máximo 35 ml/ 100 ml para gasolina extra y máximo 28 ml/100 ml para gasolina corriente. Benceno: Máximo 2 ml/ 100 ml para gasolina extra y máximo 1 ml/100 ml para gasolina corriente).

En la figura 4 se puede ver que los resultados de contenido de benceno en el 100 de las muestras son menores que el máximo valor permitido por la NTC para gasolina corriente (1 ml/100ml).

En la figura 5 se puede ver que los resultados de contenido de aromáticos en un 99 % de las muestras son menores que el máximo valor permitido por la NTC para gasolina corriente (28 ml/100ml). El 1% restante (1 muestra de gasolina extra) se encuentra muy cercano anteriormente mencionado. La Figura 6. nos muestra un resumen de los resultados de todos los aromáticos, BTXs, en las gasolinas analizadas.

Figura 4. Contenido de benceno en gasolinas

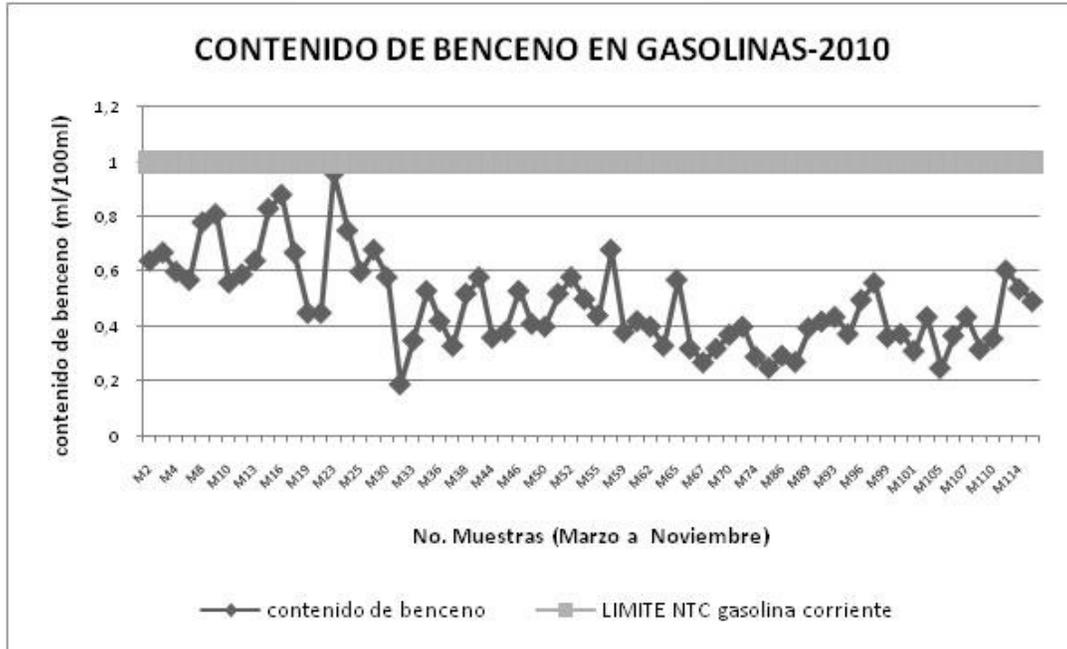


Figura 5. Contenido de aromáticos en gasolinas

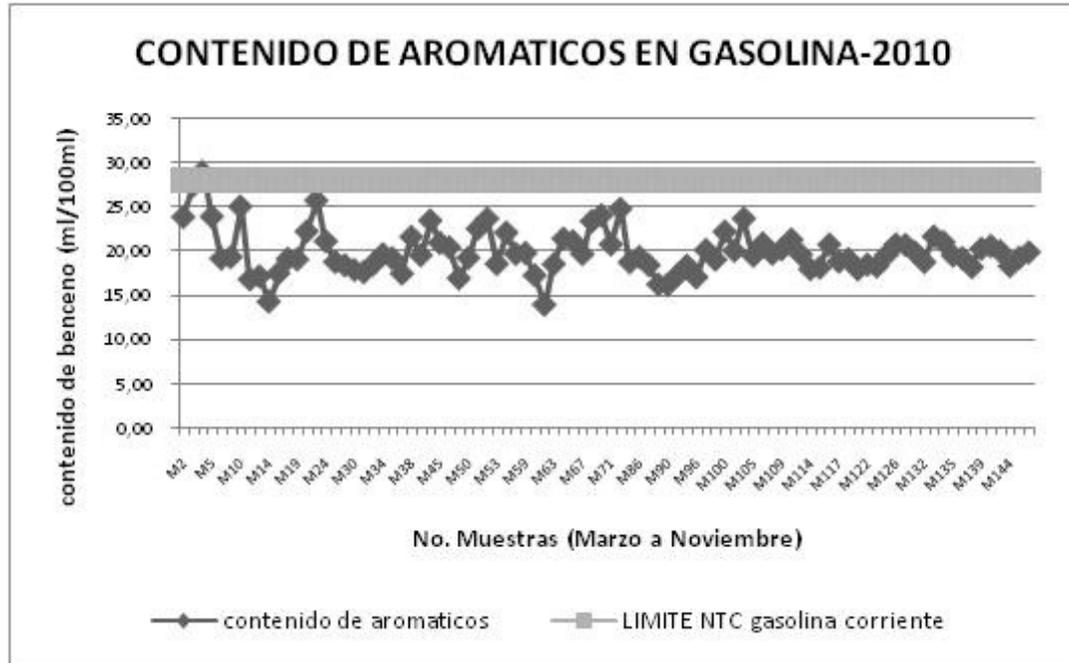
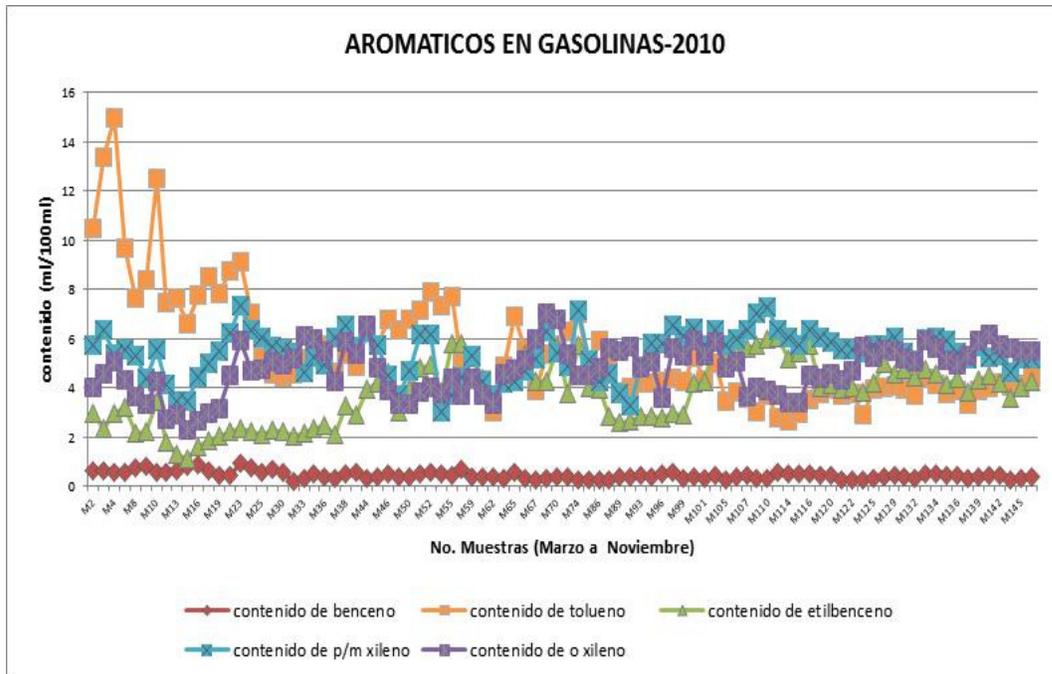


Figura 6. Contenido de aromáticos en gasolinas

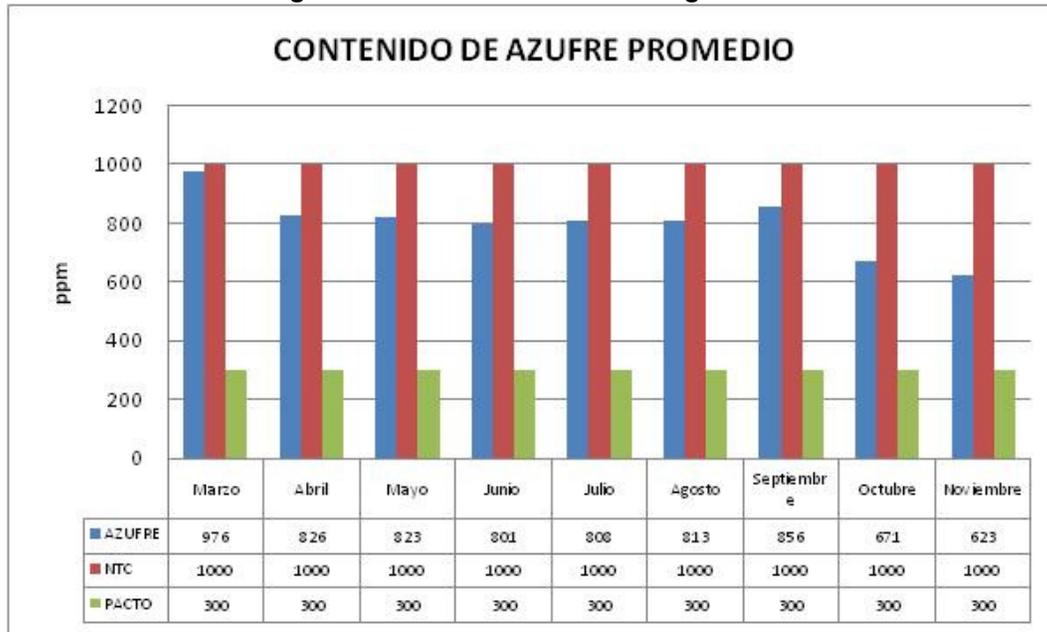


**6.1.3. Contenido de azufre**

En la figura 7 se puede ver que en promedio el 100% de las muestras tomadas en el muestreo durante los meses marzo a noviembre de 2010 cumplen con la especificación

de calidad de la NTC para contenido de azufre. (Máximo 1000 ppm). En cuanto al cumplimiento del pacto se observa que ninguna muestra cumple.

**Figura 7. Contenido de azufre en gasolinas**



## 6.2. DIESEL

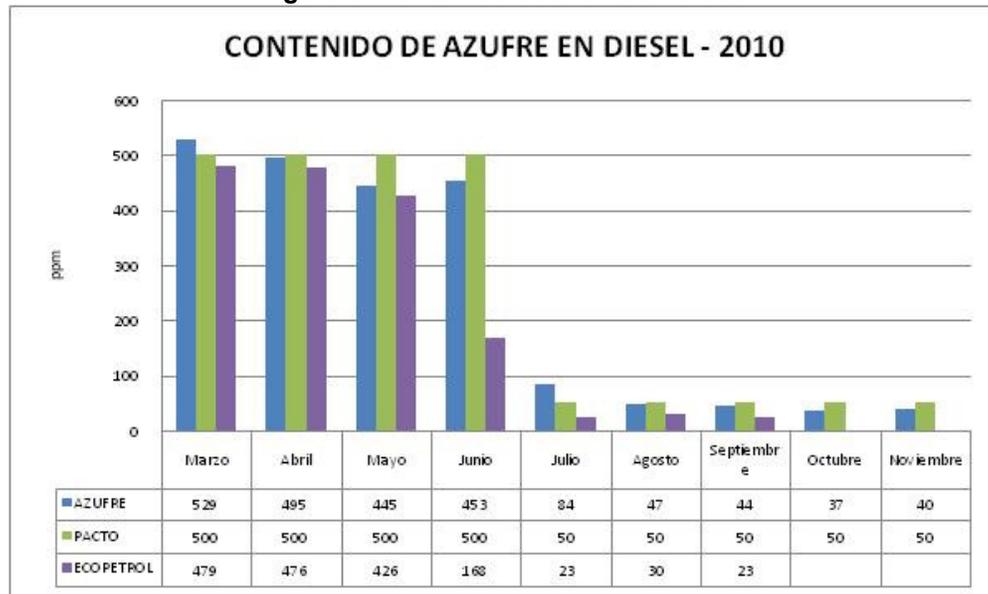
De la tabla 15 y en la figura 8 se puede ver que el 100% de las muestras tomadas en el muestreo durante los meses marzo a noviembre de 2010 cumplen con la especificación de calidad de la NTC para contenido de azufre. (Máximo 4500 ppm). En cuanto al cumplimiento del pacto se observa que en promedio desde el mes de Abril, se esta por debajo de 500 ppm. En julio se presenta una gran disminución en el contenido de azufre (en promedio 84 ppm). Aunque no se cumple los valores estimados para el mes de julio de 2010, se encuentra muy cercano al límite especificado. En comparación con los resultados de ECOPETROL y UNAL se observan diferencias principalmente cuando se han presentado cambios en los contenidos de azufre de las muestras. Lo que puede ser explicado con:

- La fecha del muestreo realizado por el Personal de ECOPETROL es diferente. UNAL realizó el muestreo a inicios de Junio pero ECOPETROL lo realizó a finales.
- Con respecto al mes de Julio se observa que se tiene una diferencia en las ppm detectadas por el equipo. Es de recordar que 1 ppm= 1 mg de Azufre/ 1 Kg. de diesel. El promedio que reporta ECOPETROL es 23 ppm y el de UNAL es 84 ppm (diferencia de 61 ppm). En forma porcentual sería ECOPETROL 0.0023% y el de UNAL es 0.0084% (diferencia de 0.0061%, en cada 100 g de diesel una diferencia de 0.0061 g) lo que puede ser explicable por la incertidumbre que se maneje en el resultado.
- Los análisis realizados por ECOPETROL en el mes de octubre presentan un promedio de 29 ppm comparado con el promedio de los análisis de UNAL que es 37, esta

diferencia esta en el rango de error del método para los resultados de ambas entidades.

En general se observa en los análisis realizados una tendencia a disminuir con las cantidades de azufre en las muestras de diesel. Incluso la apariencia de la muestra en la actualidad es diferente.

Figura 8. Contenido de azufre en diesel



**6.3 MATERIAL PARTICULADO INHALABLE (PM2.5).** En la tabla 17 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado inhalable (PM2.5) obtenidas en el año 2008. En la tabla 18 se presentan este mismo resumen para el año 2009 y en la tabla 19 el resumen de estas concentraciones en el año 2010.

**Tabla 17. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en el 2008,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ref.**

Estación	MED-AGUI	MED-UCES (1)	MED-PJIC (2)	ITA-DITA
Código	ME02	ME12	ME09	IT04
Promedio aritmético	34	23	30	30
Cantidad de muestreos (3)	220	186	90	263
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	69	43	66	62
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13	10	2	9
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	91	6	29	54
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	41.4	3.2	32.2	20.5

1. Esta estación se instaló el 22 de junio de 2008
2. Este equipo se instaló el 20 de septiembre de 2008 (MAVDT)
3. Estos muestreos incluyen los no realizados entre el 01 de enero y el 28 de marzo de 2008, o fecha de instalación de la estación o equipo.

**Tabla 18. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en el 2009,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ref.**

Estación	MED-AGUI	MED-UCES	MED-PJIC	ITA-DITA
Código	ME02	ME12	ME09	IT04
Promedio aritmético	29	25	25	30
Cantidad de muestreos	323	339	321	358
Valor máximo	59	48	59	61
Valor mínimo	11	11	2	8
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	80	17	53	70
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	24.8	5.0	16.5	19.6

MED-AGUI: Medellín, Edificio Miguel de Aguinaga  
 MED-UCES: Medellín, Universidad CES Poblado  
 MED-PJIC: Medellín, Politécnico JIC  
 ITA-DITA: Itagüí, Parque Ditaires

**Tabla 19. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en el 2010, hasta julio 31,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ref.**

Estación	MED-AGUI	MED-UCES	MED-PJIC	ITA-DITA
Código	ME02	ME12	ME09	IT04
Promedio aritmético	24	27	27	30
Cantidad de muestreos	188	175	178	208
Valor máximo	43	49	46	56
Valor mínimo	11	9	13	11
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	27	17	46
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	6.4	15.4	9.6	22.1

MED-AGUI: Medellín, Edificio Miguel de Aguinaga  
MED-UCES: Medellín, Universidad CES Poblado

MED-PJIC: Medellín, Politécnico JIC  
ITA-DITA: Itagüí, Parque Ditaires

No existen datos de material particulado respirable entre el 31 de julio y el 14 de septiembre de 2010 ya que la red de monitoria de calidad de aire se encontraba fuera de operación por falta de legalización del contrato celebrado en el marco de la licitación pública de la red.

A continuación se presentan los datos correspondientes al Contrato 471 de 2010 entre el Área Metropolitana y la Universidad Nacional de Colombia, con duración de mes y medio, el cual se prorrogó hasta el 30 de diciembre de 2010. En la tabla 16 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado inhalable (PM2.5) de septiembre y octubre de 2010.

En septiembre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones monitoreadas, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) e ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí) la más contaminada por PM2.5. En septiembre se presentaron cuatro excedencias de la norma diaria de EE UU - EPA (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en la estación MED-PJIC (Politécnico Jaime Isaza Cadavid), que equivale al 24% de los datos del mes, y una excedencia en cada una de las estaciones MED-AGUI, MED-UCES (Poblado Universidad CES) e ITA-DITA, que equivale al 10%, 1% y 4%, respectivamente, de los datos del mes.

En octubre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las cuatro estaciones, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) e ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí) la más contaminada por PM2.5. En octubre se presentaron 7, 4, 3, y 5 excedencias de la norma diaria de EE UU - EPA (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones MED-AGUI, MED-PJIC (Politécnico Jaime Isaza Cadavid), MED-UCES (Poblado Universidad CES) e ITA-DITA, respectivamente, que equivale al 47%, 15%, 10% y 16%, respectivamente, de los datos del mes.

En la tabla 20 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado inhalable (PM2.5) hasta octubre de 2010.

En noviembre de 2010, las concentraciones promedio mensual de PM2.5 oscilaron entre 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en las tres estaciones monitoreadas, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) la más contaminada por PM2.5. Hasta el 18 de noviembre se presentó una excedencia de la norma diaria de EE UU - EPA (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tanto en la estación MED-AGUI como en ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí), que equivale al 6% de los datos. En la estación MED-UCES (Poblado Universidad CES) no se presentaron excedencias, hasta el 11 de noviembre, fecha de operación de esta estación. (Tabla 21)

**Tabla 20. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en el 2010, Septiembre 15 a Octubre 18,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia (1).**

Municipio	MEDELLIN	MEDELLIN	MEDELLIN	ITAGUI
Estación	MED-AGUI	MED-PJIC	MED-UCES	ITA-DITA
Código	ME02	ME09	ME12	IT04
<b>Septiembre de 2010</b>				
Promedio aritmético	29	25	27	28
Cantidad de muestreos	10	17	19	27
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43	43	42	46
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22	15	20	16
Conc diarias mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	1	4	1	1
Conc diarias mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	10	24	5	4
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15
<b>Octubre de 2010</b>				
Promedio aritmético	31	25	27	28
Cantidad de muestreos	15	27	29	31
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	61	45	47	41
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	9	18	15
Conc diarias mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	7	4	3	5
Conc diarias mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	47	15	10	16
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15	15

(1) Se refiere a 25°C de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica (Resolución 610 de 2010)

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)

**MED-UCES:** Poblado – Universidad CES (Medellín)

**ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)

**Tabla 21. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en el 2010, Noviembre 1 a Noviembre 18,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia (1).**

Municipio	MEDELLIN	MEDELLIN	ITAGUI
Estación	MED-AGUI	MED-UCES	ITA-DITA
Código	ME02	ME12	IT04
Promedio aritmético	28	22	21
Cantidad de muestreos	18	11	18
Valor máximo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	44	31	38
Valor mínimo, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	16	11
Conc. diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Excedencias)	1	0	1
Conc. diarias mayores a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	6	0	6
Norma diaria EE UU - EPA	35	35	35
Norma anual EE UU - EPA	15	15	15

(1) Se refiere a  $25^\circ\text{C}$  de temperatura ambiente y 760 mmHg de presión atmosférica (Resolución 610 de 2010)

**MED-AGUI:** Edificio Miguel de Aguinaga (Medellín)

**MED-UCES:** Poblado – Universidad CES  
(Medellín)

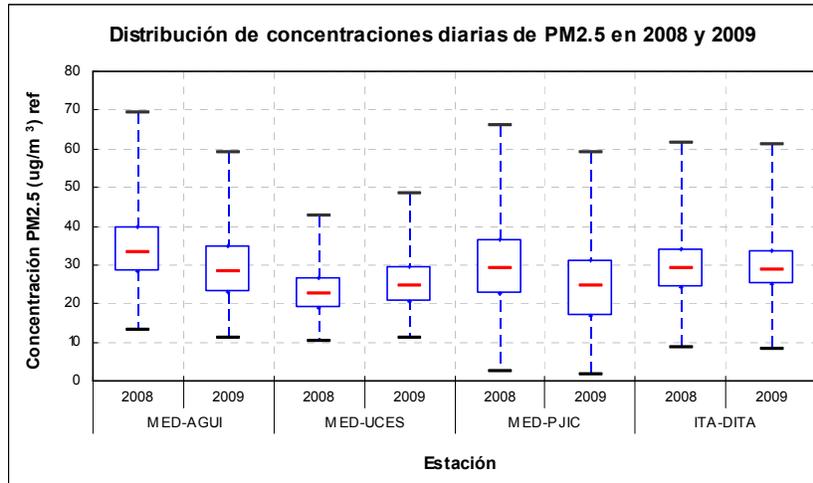
**ITA-DITA:** Parque Ditaires (Itagüí)

En el 2008, las máximas concentraciones diarias de PM2.5 oscilaron entre  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registradas en Miguel de Aguinaga, Ditaires y Politécnico, que son estaciones que tiene una gran influencia de fuentes móviles. La estación Poblado presenta las menores concentraciones diarias de PM2.5, de las cuatro estaciones, donde la máxima fue de  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Comparando estas concentraciones diarias con la norma diaria de la EPA (EE – UU),  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se supera esta norma diaria en 91, 54, 29 y 6 ocasiones en las estaciones Miguel de Aguinaga, Ditaires, Politécnico y Poblado - Universidad CES respectivamente, que equivalen al 41%, 21%, 32% y 3% de los datos respectivamente.

En el 2009, las máximas concentraciones diarias de PM2.5 oscilaron entre  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registradas en Miguel de Aguinaga, Ditaires y Politécnico JIC, que son estaciones que tiene una gran influencia de fuentes móviles. La estación Poblado presenta las menores concentraciones diarias de PM2.5, de las cuatro estaciones, donde la máxima fue de  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Comparando estas concentraciones diarias con la norma diaria de la EPA (EE – UU),  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que se pueden aplicar a Colombia, tal como lo define la Resolución 601 de MAVDT, en el 2009 se superó esta norma diaria en 80, 70, 53 y 17 ocasiones en las estaciones Miguel de Aguinaga, Ditaires, Politécnico JIC y Poblado - Universidad CES respectivamente, que equivalen al 24.8%, 19.6%, 16.5% y 5.0% de los datos respectivamente.

En la Figura 9 se observan la distribución de las concentraciones en el 2009, y su comparativo con el 2008. En ella se observa los comportamientos y la homogeneidad de las concentraciones entre el percentil 25 y el percentil 75 en cada una de las estaciones.

Figura 9. Distribución de concentraciones de PM2.5 en el 2008 y el 2009



La concentración promedio de PM2.5 obtenida en el 2008 y el 2009 en cada una de las estaciones supera ampliamente la norma anual de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  definida por la EPA (EE – UU). Ver Figura 10. Se aclara que en el 2009 se realizaron mediciones de todo el año, mientras que en el 2008 no se tuvo monitoreo completo, ya que las estaciones Miguel de Aguinaga y Ditaires iniciaron en abril, Poblado – CES en julio y Politécnico JIC en septiembre. En esta gráfica se puede observar que la estación Miguel de Aguinaga presentó una disminución del 15% en el 2009, con respecto al 2008, y en la estación Politécnico hubo una disminución del 18%. En la estación Poblado CES se presentó un aumento del 8% en el 2009 y la estación Ditaires permaneció constante en el 2008 y 2009. Para tener un análisis más acertado, se realizó un comparativo promedio entre el 2008 y el 2009 de acuerdo con el inicio de las mediciones en el 2008. Este comparativo se muestra en la Figura 11, donde se observan comportamientos muy similares, con una leve disminución en Ditaires.

Figura 10. Promedios anuales de concentraciones de PM2.5 en el 2008 y el 2009.

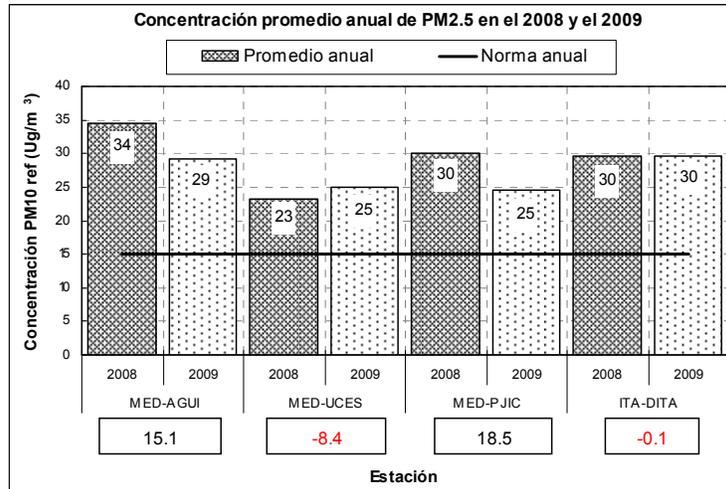
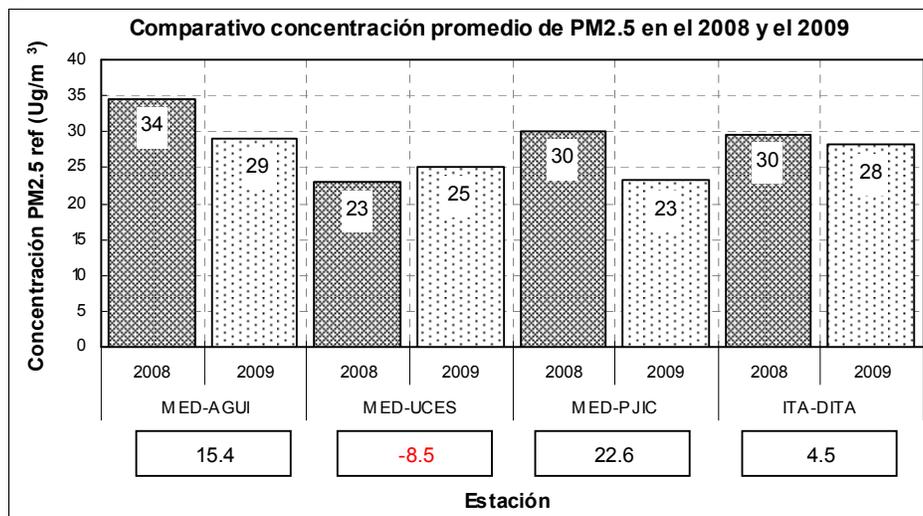


Figura 11. Comparativo promedios de concentraciones de PM2.5 2008 – 2009.



En la Figura 12 se observan la distribución de las concentraciones en el 2010, hasta julio 31. En ella se observa una vez más los comportamientos y la homogeneidad de las concentraciones entre el percentil 25 y el percentil 75 en cada una de las estaciones. Es notoria la disminución de las concentraciones de PM2.5 en Miguel de Aguinaga.

Figura 12. Distribución de concentraciones de PM2.5 en el 2010, hasta julio 31.

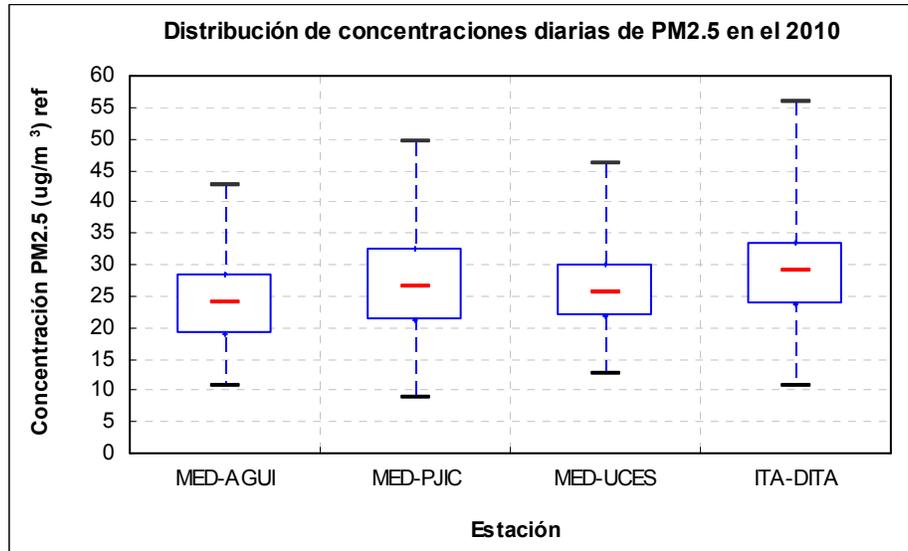
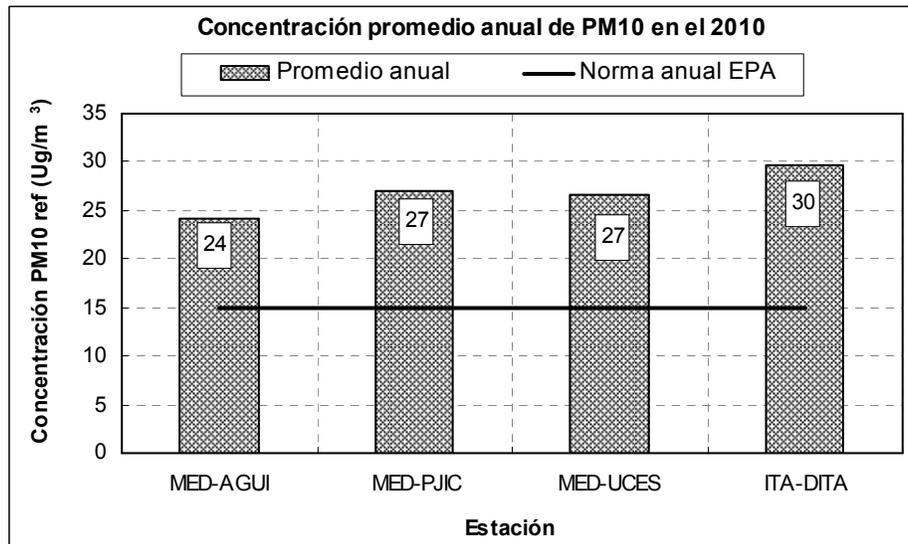


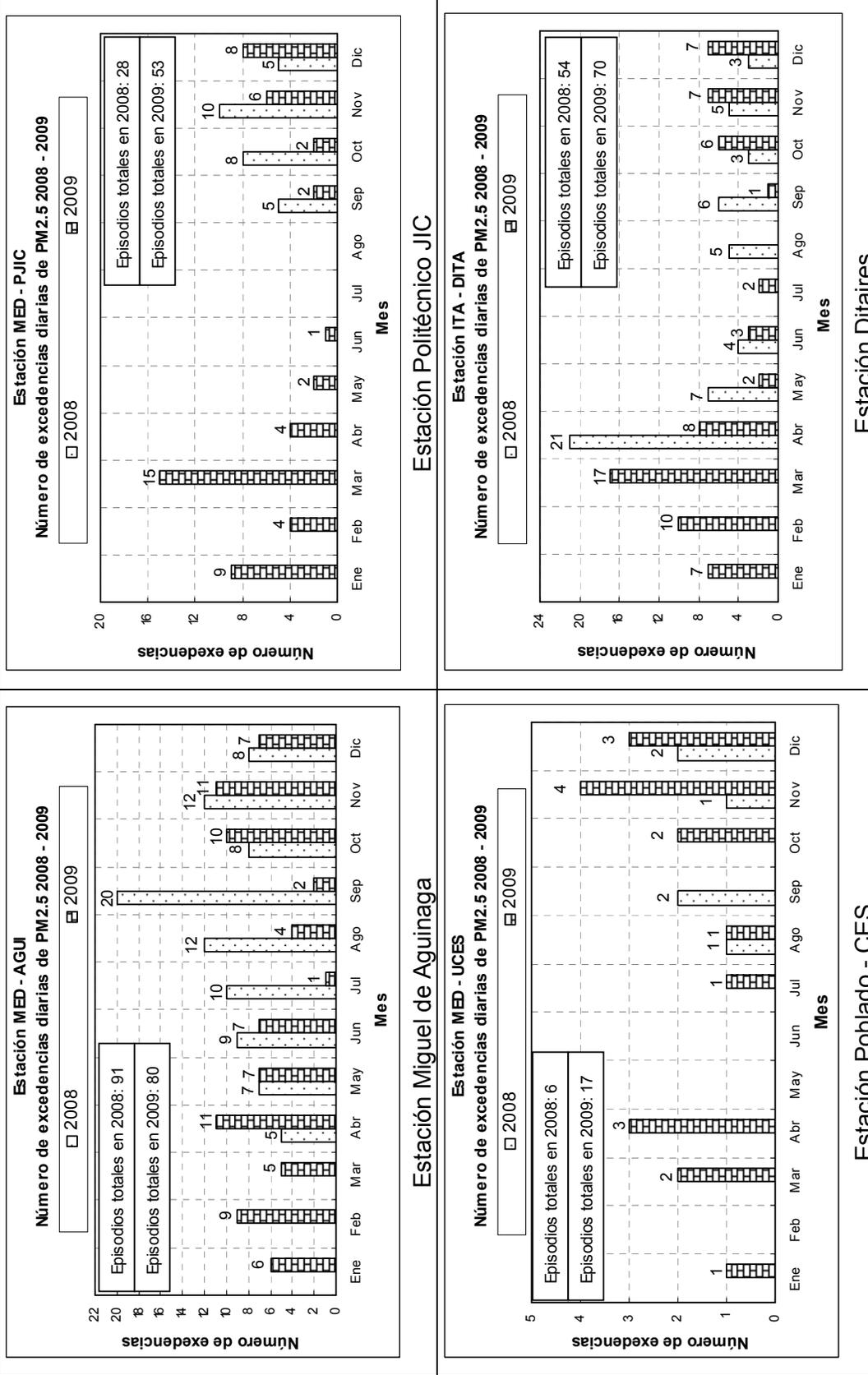
Figura 13. Concentración promedio de PM2.5 en el 2010, hasta julio 31.



La concentración promedio de PM2.5 obtenida en el 2010, hasta el 31 de julio supera ampliamente la norma anual de 15 µg/m<sup>3</sup> definida por la EPA (EE – UU) en todas las estaciones. Ver Figura 13. Se aclara que en el 2010 se tienen mediciones de siete meses. Lo más indicado es tener el promedio de los registros del año completo para comparar con la norma anual. Si comparamos las figura 11 y 13, se observa la disminución de la Concentración en Miguel de Aguinaga, mientras que Ditaires permanece muy constante.

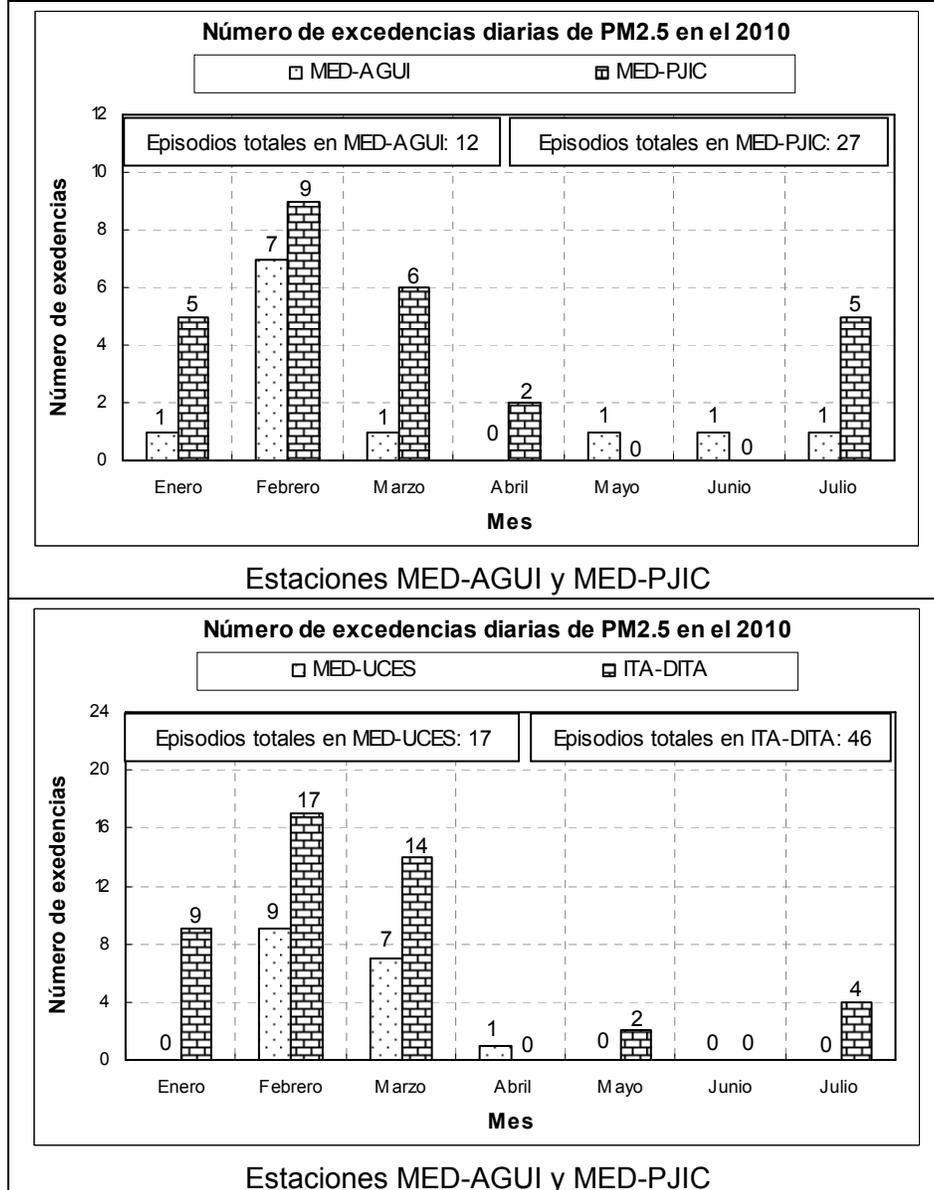
La Figura 14 muestra las excedencias mensuales de PM<sub>2.5</sub> en el 2009 en cada una de las estaciones y su comparativo con el 2008. En esta gráfica se observa que la única estación que presentó disminuciones anuales de episodios fue Miguel de Aguinaga, aclarando de nuevo que en el 2008 no se tuvo monitoreo completo, ya que las estaciones Miguel de Aguinaga y Ditaires iniciaron en abril, Poblado – CES en julio y Politécnico JIC en septiembre. Junio y julio son los meses donde se presentan las menores concentraciones (episodios).

Figura 14. Número de excedencias diarias de concentraciones de PM2.5 en 2008 y 2009.



La Figura 15 muestra las excedencias mensuales de PM2.5 en el 2010, hasta el 31 de julio. En esta gráfica se observa la disminución de las excedencias en las cuatro estaciones, pero en especial en Miguel de Aguinaga.

Figura 15. Número de excedencias diarias de PM2.5 en el 2010, hasta julio 31.



En septiembre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de PM2.5 se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaires del municipio de Itagüí con  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Se aclara que en Miguel de

Aguinaga se tienen pocos registros por la suspensión de la red de calidad del aire. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Poblado Universidad CES de Medellín, con  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de  $\text{PM}_{2.5}$  variaron entre  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentó una excedencia de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cada una de las estaciones Miguel de Aguinaga, Poblado Universidad CES y parque Ditaires del municipio de Itagüí, que equivalen respectivamente al 10%, 5% y 4% de los datos del mes.

En octubre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de  $\text{PM}_{2.5}$  se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaires del municipio de Itagüí con  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Politécnico JIC (MED-PJIC) de Medellín, con  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de  $\text{PM}_{2.5}$  variaron entre  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentaron 7, 4, 3 y 5 excedencias de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones Miguel de Aguinaga, Politécnico JIC, Poblado Universidad CES y parque Ditaires, que equivalen respectivamente al 47%, 15%, 10% y 16% de los datos del mes.

En el 2009 se realizaron evaluaciones de PM2.5 con la estación móvil de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín (SMAM). Se recuerda que la estación móvil del AMVA no tiene este medidor. En la tabla 22 se presenta el resumen de estas concentraciones.

**Tabla 22. Resumen concentraciones diarias PM2.5 en 2009,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ref. Móvil SMAM.**

	BCAR (1)	BPOB (2)	CSAE (3)
Promedio aritmético	30	27	10
Cantidad de muestreos	45	11	26
Valor máximo	50	40	20
Valor mínimo	16	20	4
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	1	0
Concentraciones mayores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)	20.0	9.1	0.0

1. Barrio Caribe – Medellín. Del 15 abril al 29 agosto de 2009
2. Barrio El Poblado – Medellín. Del 30 agosto al 30 noviembre de 2009
3. Corregimiento de Santa Elena. Del 01 de diciembre al 31 de diciembre de 2009

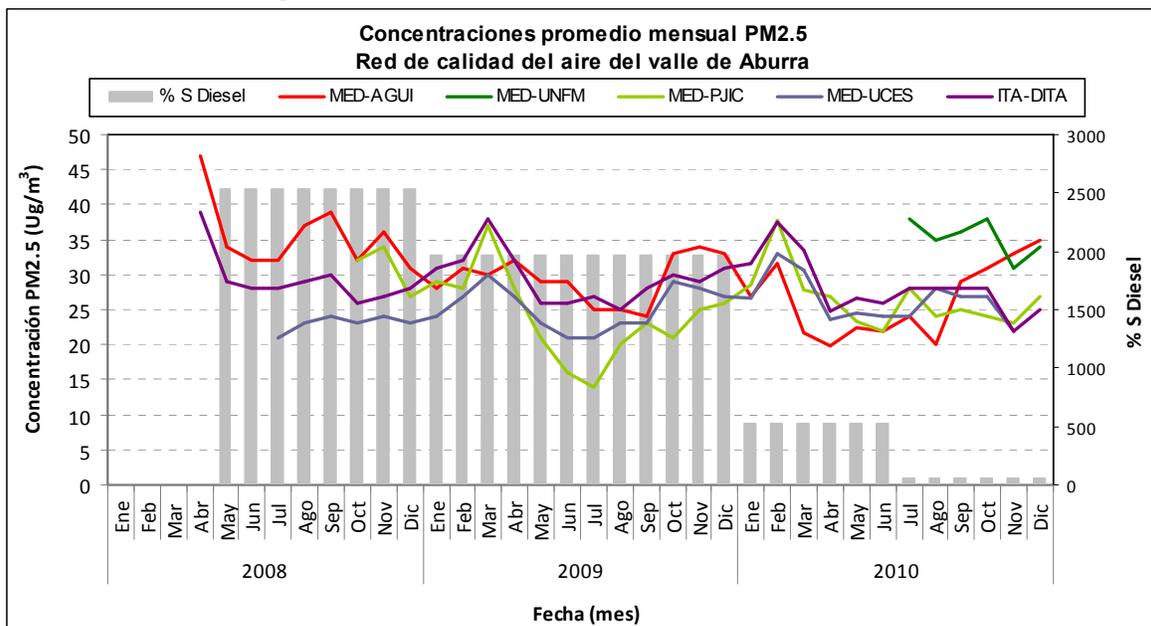
Estos registros indican que el sector del barrio Caribe es la más contaminada por PM2.5, donde el 20% de las concentraciones diarias supera la norma de 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el barrio El Poblado, Loma de Los Balsos, hay excedencias en el 9% de los datos, aunque se tienen pocos datos. Llama la atención las bajas concentraciones de PM2.5 que se presentan en el corregimiento de Santa Elena, donde las concentraciones diarias variaron entre 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en 26 muestreos diarios (no se presentaron episodios). Este sitio se puede considerar como “*concentración de fondo*” en la ciudad.

Al analizar los resultados de PM2.5, que son los que están directamente influenciados por el contenido de azufre de los combustibles, con las metas de cumplimiento del Pacto de la Calidad del aire se ve la reducción de excedencias en el material particulado inhalable (Figura 16).

Metas para el cumplimiento del pacto por la calidad del aire

Fecha	Contenido de Azufre Diesel (ppm)	Contenido de Azufre Gasolina (ppm)
1 Julio de 2008	3000	1000
1 Enero de 2009	2500	1000
1 Enero de 2010	500 y 50 (SITVA*)	300
1 Julio de 2010	50	300

Figura 16. Concentración mensual PM2.5 2008 - 2010



La Figura 16 muestra la evolución del material particulado respirable, PM2.5, a partir de mayo del 2008 y hasta diciembre del 2010. Se aprecia una tendencia a la reducción en la estación MED-PJIC, una estabilización en las estaciones CES y Ditaires y un incremento en el centro de Medellín (AGUI). Esto último, puede explicarse con los cambios climáticos, incremento de vehículos en el centro de la ciudad y disminución de la movilidad.

## 7. CONCLUSIONES

- El 100% de las muestras de gasolina cumplen con la especificación de establecida en cuanto al contenido de gomas calidad (5 mg/100 ml), incluso los resultados muestran que están por debajo de 4 mg/100ml.
- En promedio, el 100% de las muestras de gasolina cumplen con las normas de calidad establecidas para el contenido de azufre (1000 ppm). Se encuentra un 2.2% la totalidad de las muestras que se están por encima del límite especificado, pero sus valores son cercanos al límite superior. Con respecto al cumplimiento del pacto ninguna muestra cumple.
- El 100% de las muestras de gasolina cumplen con las normas establecidas para el contenido de aromáticos (28% Vol.: gasolina corriente y 35 %Vol: gasolina extra) con valores que oscilan entre el 15% Vol. y 29% Vol. Se presenta en comportamiento similar en cuanto al cumplimiento para contenido de benceno. El 100% de las muestras presentan contenidos de benceno inferiores a 1 ml/100ml.
- El 100% de las muestras de diesel cumplen con el límite de especificación de la NTC para contenido de azufre (4500 ppm). Con respecto al cumplimiento del pacto en promedio se observa que en promedio se cumple para los meses de abril, mayo y junio. Desde julio se presenta una gran disminución los niveles de azufre con valores muy cercanos a 50 ppm de acuerdo al valor estimado en el pacto.
- Los resultados obtenidos evidencian que el pacto por la calidad del aire se está efectuando ya que han disminuido el contenido de azufre en Diesel y Gasolinas con respecto al informe presentado por el Área Metropolitana en el mes de diciembre; sin embargo, las metas propuestas para el mes de enero no lograron cumplirse, especialmente para las gasolinas.
- Hay una reducción del material particulado PM2.5 apreciable a partir de mayo del 2010 con respecto al año 2009 y a los meses anteriores del 2010 en todas las estaciones de monitoria de REDMCA. Las reducciones más apreciables se dan en la estación MET-AGUI (15%).
- La reducción del contenido de azufre en el Diesel ha afectado favorablemente el material particulado respirable, PM2.5, tal como se aprecia en los resultados de septiembre a noviembre de 2010. En septiembre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de PM2.5 se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaíres del municipio de Itagüí con 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Poblado Universidad CES de Medellín, con 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de PM2.5 variaron entre 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentó una excedencia de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU (35

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cada una de las estaciones Miguel de Aguinaga, Poblado Universidad CES y parque Ditaires del municipio de Itagüí, que equivalen respectivamente al 10%, 5% y 4% de los datos del mes. En octubre de 2010, la máxima concentración promedio mensual de  $\text{PM}_{2.5}$  se presentó en la estación Miguel de Aguinaga de Medellín y parque Ditaires del municipio de Itagüí con  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. La estación que registró la menor concentración promedio mensual fue Politécnico JIC (MED-PJIC) de Medellín, con  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes, las concentraciones diarias de  $\text{PM}_{2.5}$  variaron entre  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En este mes se presentaron 7, 4, 3 y 5 excedencia de la norma de referencia diaria de EPA – EE UU ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones Miguel de Aguinaga, Politécnico JIC, Poblado Universidad CES y parque Ditaires, que equivalen respectivamente al 47%, 15%, 10% y 16% de los datos del mes. Las concentraciones promedio mensual de  $\text{PM}_{2.5}$  oscilaron entre  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las tres estaciones monitoreadas, siendo MED-AGUI (Edificio Miguel de Aguinaga) la más contaminada por  $\text{PM}_{2.5}$ . Hasta el 18 de noviembre se presentó una excedencia de la norma diaria de EE UU - EPA ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tanto en la estación MED-AGUI como en ITA-DITA (Parque Ditaires, municipio de Itagüí), que equivale al 6% de los datos. En la estación MED-UCES (Poblado Universidad CES) no se presentaron excedencias, hasta el 11 de noviembre, fecha de operación de esta estación. Se aprecia una tendencia a la reducción en la estación MED-PJIC, una estabilización en las estaciones CES y Ditaires y un incremento en el centro de Medellín (AGUI). Esto último, puede explicarse con los cambios climáticos, incremento de vehículos en el centro de la ciudad y disminución de la movilidad.

## 8. RECOMENDACIONES

- Solicitar al ente regulador de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) la actualización de las especificaciones de calidad de acuerdo a las siguientes resoluciones (fuente [www.ecopetrol.com.co](http://www.ecopetrol.com.co)):

**Tabla 23. Resolución “Especificaciones de calidad – gasolina corriente”**

Producto : Gasolina Corriente				
Grado	Regular - Índice Octano 81, Sin Plomo (Unleaded)			
Referencia	Resolución 1180 de 21 de Junio de 2006 / NTC 1380 (Norma Técnica Colombiana) / ASTM D 4814			
Actualización	19 de Mayo de 2010			
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Azufre	% masa	ASTM D-4294 ó ASTM D-2622		0,10
Corrosión al Cobre, 3 h a 50 °C	Clasificación	ASTM D-130		1 (1)
Destilación :	°C	ASTM D-86		
10% volumen evaporado				70
50% volumen evaporado			77	121
90% volumen evaporado				190
Punto Final de Ebullición				225
Estabilidad a la oxidación	minutos	ASTM D-525	240	
Contenido de Gomas	mg/100 mL	ASTM D-381		5
Índice de Cierre de Vapor, ICV	kPa	(2)		98

Gravedad API @ 15.6 °C	°API	ASTM D-4052	Reportar	
Índice antidetonante (3)	octanos	ASTM D-2699 y ASTM D-2700 ó IR ( 4 )	81	
RVP (5)	kPa (psia)	ASTM D-4953 ó ASTM D-5191 ó ASTM D-323		55 (8.0)
Plomo	g/L	ASTM D-3237 ó ASTM D-5059		0,013
Benceno	ml/100 mL	ASTM D-5580 ó ASTM D-3606 ó ASTM D-6729		1,0
Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D-5580 ó ASTM D-1319 ó Método PIANO (ASTM D-6729)		28
Aditivos dispersantes y detergentes (6)	mg/l			

(1) El valor 1 se refiere a valores 1a o 1B

(2) Calculado :  $ICV = P + 1,13A$ ; A : % Evap a 70 °C, P: RVP (kilopascales, kPa)

(3) Índice Antidetonante:  $IAD = (RON+MON)/2$

(4) Método Alterno: Infrarrojo

(5) RVP: Presión de Vapor Reid a 37.8 °C

(6) El paquete de aditivos deberá cumplir como mínimo las funciones de detergente dispersante-controlador de formación de depósitos en el sistema de admisión de combustibles de los motores, incluyendo acción de limpieza como mínimo hasta los asientos de las válvulas de admisión, estabilizador del combustible e inhibidor de oxidación. El Ministerio de Minas y Energía determinará la dosis y calidad de los aditivos, al igual que el método de prueba, de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 81055 de septiembre 20 de 1999 o la que lo modifique o sustituya.

**Tabla 24. Resolución “Especificaciones de calidad – gasolina extra”.**

Producto: Gasolina Extra (1)				
Grado	Regular - Índice Octano 87, Sin Plomo (Unleaded)			
Referencia	Resolución 1180 de 21 de Junio de 2006 / NTC 1380 (Norma Técnica Colombiana) / ASTM D 4814			
Actualización	Mayo 19, 2010			
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Azufre	g /100 g	ASTM D-4294 ó ASTM D-2622		0,10
Corrosión al Cobre, 3 h a 50 °C		ASTM D 130		1 (1)
Destilación :	°C	ASTM D 86		
10% volumen evaporado				70
50% volumen evaporado			77	121
90% volumen evaporado				190
Punto Final de Ebullición				225
Estabilidad a la oxidación	minutos	ASTM D 525	240	
Contenido de Gomas	mg/100 ml	ASTM D 381		5
Índice de Cierre de Vapor, ICV	kPa	(2)		98
Índice antidetonante (3)	Adimensional	ASTM D-2699 y ASTM D-2700 ó IR ( 4 )	87	
Presión de Vapor	kPa (psia)	ASTM D-4953 ó ASTM D-5191 ó ASTM D-323		55 (8.0)

Plomo	g/L	ASTM D-3237 ó ASTM D-5059		0,013
Benceno	mL/100 mL	ASTM D-5580 ó ASTM D-3606 ó ASTM D-6729		2
Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D-5580 ó ASTM D-1319 ó Método PIANO (ASTM D-6729)		35
Aditivos dispersantes y detergentes (6)				

(1) El valor 1 se refiere a valores 1a o 1B

(2) Calculado :  $ICV = P + 1,13A$ ; A : % Evap a 70 °C, P: RVP (Kilopascales Kpa)

(3) Índice Antidetonante:  $IAD = (RON+MON)/2$

(4) Método Alterno: Infrarrojo

(5) RVP: Presión de Vapor Reid a 37.8 °C

(6) El paquete de aditivos deberá cumplir como mínimo las funciones de detergente dispersante-controlador de formación de depósitos en el sistema de admisión de combustibles de los motores, incluyendo acción de limpieza como mínimo hasta los asientos de las válvulas de admisión, estabilizador del combustible e inhibidor de oxidación. El Ministerio de Minas y Energía determinará la dosis y calidad de los aditivos, al igual que el método de prueba, de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 81055 de septiembre 20 de 1999 o la que lo modifique o sustituya.

**Tabla 25. Resolución “Especificaciones de calidad – Diesel Extra”.**

Producto: Diesel Extra (1)				
Grado	Combustible automotor e industrial			
Referencia	Resolución 18 2087 de 17 de Diciembre de 2007 / ASTM D-975 / NTC 1438 (Norma Técnica Colombiana) / Ley 1205 de 2008			
Actualización	Mayo 19, 2010			
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Agua y Sedimento	mL/100 mL	ASTM D-2709 ó ASTM D-1796		0,05
Azufre	ppm	ASTM D-2622 ó ASTM D-5453 ó ASTM D-1266 ó ASTM D-1552 ó ASTM-D 7039		50
Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D-1319 ó ASTM D-5186		35
Cenizas	g / 100 g	ASTM D 482		0,01
Color ASTM		ASTM D 1500		2,0
Corrosión al Cobre, 3 h a 50 °C	Clasificación	ASTM D 130		2 (2)
Destilación :	°C	ASTM D 86		
Punto Inicial de Ebullición			Reportar	
Temp. 50% vol. Recobrado			Reportar	
Temp. 95% vol. Recobrado			282	338
Gravedad API	° API	ASTM D-4052 ó ASTM D-1298, ASTM D-287	Reportar	
Indice de Cetano (3)		ASTM D-4737 ó ASTM D-976	45	
Numero de Cetano (4)		ASTM D 97 ó ASTM D 5949	45	
Punto de Fluidéz	°C	ASTM D 97 ó ASTM D		3

		5949		
Punto de Inflamación	°C	ASTM D 93	52	
Residuos Carbón Micro, (10 % fondos)**	g / 100 g	ASTM D 4530		0,20
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	1,9	4,1
Lubricidad ***	micrómetros	ASTM D 6079		450

(1) Diésel de ultra bajo azufre y sus mezclas con biocombustible hasta el 5% vol.

(2) El valor 2 se refiere a valores 2a, 2b o 2c

\* La norma internacional no define T95, sino T90, con los valores mencionados y tampoco define punto final de ebullición para ningún diesel. La resolución 18 2087 tiene T95 con mínimo de 282 y máximo de 360

(3) Aplica a diésel producido en destilación atmosférica y productos craqueados y a mezclas de ellos. El método ASTM D-4737 no aplica al diésel mezclado con biodiésel.

(4) Para diésel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano y/o biocombustibles.

\*\* Residuos Carbón micro, la norma ASTM D-4530 no está mencionada en la norma internacional. La norma que se utiliza internacionalmente es la ASTM D 524, con valor máximo de 0.35 % masa

\*\*\* Norma Europea: 460, norma americana 520

**Tabla 26. Resolución “Especificaciones de calidad – Diesel Corriente”.**

Producto: Diesel Corriente (1)				
Grado	Combustible automotor e industrial			
Referencia	Resolución 18 2087 de 17 de Diciembre de 2007 / ASTM D-975 / NTC 1438 (Norma Técnica Colombiana) / Ley 1205 de 2008			
Actualización	Mayo 19, 2010			
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Agua y Sedimento	mL/100 mL	ASTM D-2709 ó ASTM D-1796		0,05
Azufre	ppm	ASTM D-2622 ó ASTM D-4294 ó ASTM D-1266 ó ASTM D-5453		500
Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D-1319 ó ASTM D-5186		35
Cenizas	g / 100 g	ASTM D 482		0,01
Color ASTM		ASTM D 1500		3,0
Corrosión al Cobre, 3 h a 50 °C	Clasificación	ASTM D 130		2 (2)
Destilación :	°C	ASTM D 86		
Punto Inicial de Ebullición				Reportar
Temp. 50% vol. Recobrado				Reportar
Temp. 95% vol. Recobrado				360
Punto final de Ebullición				390
Gravedad API	° API	ASTM D-4052 ó ASTM D-1298, ASTM D-287		Reportar

Índice de Cetano (7)		ASTM D-4737 ó ASTM D-976	45	
Numero de Cetano (9)		ASTM D-613 ó ASTM D-6890	43	
Punto de Fluidez	°C	ASTM D 97 ó ASTM D 5949		3
Punto de Inflamación	°C	ASTM D 93	52	
Residuos Carbón Micro, (10 % fondos)	g / 100 g	ASTM D 4530		0,20
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 445	1,9	5,0
Lubricidad***	micrómetros	ASTM D 6079		450

(1) Diésel corriente y sus mezclas con biocombustible hasta el 5% vol.

(2) El valor 2 se refiere a valores 2a, 2b o 2c

(3) Aplica a diésel producido en destilación atmosférica y productos craqueados y a mezclas de ellos. El método ASTM D-4737 no aplica al diésel mezclado con biodiésel.

(4) Para diésel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano y/o biocombustibles.

\* Residuos Carbón micro, la norma ASTM D-4530 no está mencionada en la norma internacional. La norma que se utiliza internacionalmente es la ASTM D 524, con valor máximo de 0.35 % masa

\*\* Viscosidad: La norma internacional, el límite máximo es 4.1 mm<sup>2</sup> / s

\*\*\* Norma Europea: 460, norma americana 520

Una vez analizadas las tablas 23, 24, 25 y 26 es necesario aclarar si el Diesel que se vende en el Valle de Aburrá esta clasificado como Diesel **EXTRA** o **CORRIENTE**.

## ANEXO 1

### PAGO DE PARAFISCALES EQUIPO DE TRABAJO