

# Determinación del comportamiento de los componentes contaminantes en el sistema de alimentación Diesel

## *Determination of the behavior of the polluting components in the system of Diesel feeding*

Dr.C. Jorge Basté González

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), CUJAE, Facultad de Ing. Mecánica, Marianao, La Habana, Cuba.

**RESUMEN.** En el presente artículo se presenta un estudio sobre los elementos contaminantes que provocan los motores Diesel, los factores que inciden en los índices elevados de contaminación y la importancia del filtrado del combustible

**Palabras clave:** motor Diesel, incremento de potencia, viscosidad, filtrado del combustible.

**ABSTRACT.** In this paper is shown an study about the different substances that exhaust the motors Diesel, the factors that increase the different levels of atmospheric contamination and the influence of the filters in the engine.

**Keywords:** Diesel motor, increment of power, viscosity, filtrates of the fuel.

### INTRODUCCIÓN

En la búsqueda constante por parte del hombre de nuevos medios de locomoción que sustituyeran a los medios de tracción animal, que le ayudaron a desplazarse durante siglos, un primer salto fue la invención en 1789 de un carruaje de vapor por el estadounidense Oliver Evans y en 1803 construyó el primer vehículo autopropulsado que circuló por las carreteras estadounidenses. Luego en Europa se generalizaron vehículos a vapor para circular por carreteras sobre todo en Gran Bretaña que tuvieron éxito hasta que el peaje para estos vehículos se incrementó con respecto a los de tracción animal y las restricciones de los ferrocarriles impidiendo el desarrollo de vehículos autopropulsados de carretera. Esto hizo que el desarrollo del motor de combustión interna tuviera lugar en otros países como Francia, Alemania y Estados Unidos .

No es hasta 1860 que un mecánico francés, Lenoir, construyó un motor de gas (máquina de fuego), la cuál funcionaba con gas de alumbrado sin compresión, produciendo una potencia de hasta 12 caballos de fuerza, con un rendimiento entre 4 y 5% (efectivo).

Es Beau de Rochas quien en 1862 por primera vez propuso un motor con precompresión de la mezcla. La construcción racional del mismo fue realizada por Otto y Langen en 1867,

consiguiéndose con este un progreso importante en el ciclo de trabajo. En él se realizaba el ciclo de trabajo en 4 tiempos, lográndose rendimientos de hasta 10-12% (efectivo).

Con la construcción del motor Diesel en 1899 se logra una reducción en el consumo de combustible, llegándose a obtener un rendimiento efectivo de hasta un 40% (Reyes, 1985; Choy, 1985).

Comenzó entonces una carrera vertiginosa que no se ha detenido hasta nuestros días en la competencia entre los equipos que emplean estos combustibles, en los últimos años se ha vuelto intensa. En la actualidad con el incremento de la potencia en los equipos de motor diesel y la economía de consumo alcanzada se ha logrado que ganen cada día más y mejores prestaciones a nivel mundial.

El combustible empleado en estos vehículos es el gasoil, el proceso básico al que se somete el petróleo crudo en una refinería consiste en separarlo en sus principales componentes por medio de la destilación fraccionada. El gasoil ligero es la fracción que hierve entre 200 °C y 300 °C, Su densidad incide de forma significativa en la energía calorífica disponible en el interior del motor en la unidad de volumen de combustible consumido y en el proceso de pulverización (STAFFO, 1971). El valor calórico incide en la potencia desarrollada, la viscosi-

dad influye en el trabajo del motor y en su desgaste futuro, lo que implica que tiene que estar en el rango. Las propiedades más importantes del combustible diesel son la viscosidad y la inflamabilidad. (Bonet, 2009; Bonet, 2010).

En Cuba, ante las carencias de abundantes fuentes de combustibles de origen fósil, es necesaria la toma de medidas cada vez más estrictas, relacionadas con el uso eficiente de los portadores energéticos (MITRANS, 2004). Razón por la cual todo estudio relacionado con los equipos que los emplean, se torna de vital importancia. Además el análisis del impacto ambiental que pueda tener se convierte en otro motivo de primordial atención. Por lo que como resultado no pueden existir incidencias negativas en estos dos sentidos.

### Caracterización del combustible diesel y sus principales contaminantes

Algunos de los contaminantes encontrados en los combustibles de hoy incluyen:

**Agua** - Es una gran preocupación, pues es la forma de contaminación más común. El agua puede introducirse en el diesel durante la carga, cuando el aire caliente, cargado de humedad se condensa en las paredes del tanque de combustible o debido a malas prácticas de limpieza. Los efectos del agua en el diesel pueden ser serios. El agua puede causar que se destruya un inyector, o reducir la lubricidad del combustible lo cual causa amarres en las partes de poca tolerancia tales como el pistón.

Una vez en el sistema, el agua puede ser removida por filtros o dispositivos separadores de agua en línea. A largo plazo, para la prevención de problemas asociados con el agua es mejor comprar combustible de proveedores confiables capaces de entregar combustible de alta calidad. Además, los tanques de almacenamiento deben ser mantenidos llenos para evitar condensación, y si es posible, el combustible debe ser tomado de la parte superior ya que el agua es más pesada que el combustible y tiende a sedimentarse en el fondo de los tanques de almacenamiento. Los tanques pueden también ser mantenidos libres de agua con un sistema de filtración/separación fuera de línea llamado Akidneyloop@.

**Hongos y Bacterias** - Esos microorganismos viven en el agua y se alimentan de los hidrocarburos del combustible. Llamados abreviadamente Humbugs, esas activas y crecientes colonias pueden dispersarse a través del sistema de combustible y tapar rápidamente el filtro de combustible. El filtro puede llegar a tener una capa de limo sobre la superficie del medio filtrante reduciendo dramáticamente la vida de servicio del filtro. Las bacterias pueden ser de cualquier color pero usualmente son negras, verdes o cafés. Drenar el sistema reducirá la actividad microbial pero no la eliminará. La única manera de eliminar el crecimiento microbial una vez que se ha iniciado es limpiar y tratar el sistema con un biocida.

- Hongos (*Cladosporium resinae*)
- Levadura (*Candida Humicola*)
- Bacteria (*Pseudomonae*)

**Cera** - Aunque es deseable como una fuente de energía

en el combustible, es necesario su control en clima frío. Los cristales de cera se forman como resultado de la precipitación de la parafina a baja temperatura. Las temperaturas abajo del punto de enturbiamiento del combustible pueden resultar en precipitación de la cera y taponamiento del filtro. Para prevenir filtros tapados por precipitación de la cera, el punto de enturbiamiento del combustible debe ser por lo menos -12 grados Celsius (10 °F) debajo de la menor temperatura exterior.

**Alquitranes** - Son componentes del asfalto que generalmente son insolubles y comúnmente están presentes en cierto grado en todo combustible diesel. Esos alquitranes negros como la brea son duros y frágiles y están hechos de moléculas largas. El combustible con un alto porcentaje de alquitranes acortará drásticamente la vida del filtro de combustible.

**Sedimentos y otros sólidos** - A menudo llegan al tanque de combustible y causan problemas. Muchos sólidos pueden ser removidos por sedimentación o filtración. Los filtros de combustible, diseñados para aplicaciones específicas removerán esos contaminantes peligrosos antes que causen mayor desgaste y daño al sistema. Esto puede entrar en la refinería del combustible, la tubería que lo transporta, Las cisternas de entrega, los tanques del surtidor, las mangueras de transferencia, las barras de medición de volumen y el aire que reemplaza el combustible en cada tanque mientras el combustible es consumido, etc. (León, 2008). El combustible debería ser filtrado al venderlo para reducir los problemas en nuestros equipos, pero nuestros respiraderos son responsables para la contaminación sucesiva. Los bidones, embudos y las mangueras que usamos para transferir combustible de un lado a otro contribuyen al llenado o taponado rápido del filtro (Filter Council, 2010; PNUMA, 2007).

Cada vez que se compra combustible se reciben contaminantes. Si se compra cuando recién se llenó el tanque subterráneo del surtidor, toda la tierra y sedimentos están en suspensión y lo que no es filtrado por la bomba del surtidor pasará directo al tanque para tupidar el filtro o dañar los inyectores.

Muchos de los surtidores solamente usan mallas metálicas de 80 a 100 micrones ( $\mu$ ) para filtrar lo grande. Otros tienen un filtro plástico lavable de 70 $\mu$  a 80  $\mu$ . Otros que quieren cuidar más sus bombas y sus clientes utilizan un filtro más fino normalmente entre 10 $\mu$  y 30 $\mu$ . Pero algunos de estos filtros tienen válvulas de alivio de presión. En estos el filtro llega al punto donde no hace nada.

Si se compra combustible de un surtidor con un filtro de 100  $\mu$ , se llenará el mismo en poco tiempo. Si siempre se compra de un surtidor con un filtro de 10  $\mu$ , el filtro durará mucho tiempo.

## MÉTODOS

### Diagnóstico del combustible

Debido a la importancia que tiene la calidad del combustible empleado para la durabilidad del sistema de alimentación se detallará en este aspecto teniendo en cuenta las pistas comúnmente utilizadas para servir los equipos y la medición se realizará de la siguiente forma:

Se extraerá un litro de combustible diesel a los siguientes lugares.

- Cuando llegue la pipa de suministro de CUPET, se procederá a tomar una muestra de un litro que nos servirá de patrón de comparación para determinar la contaminación.
- Una vez concluida la operación de entrega de combustible de la paila a los tanques soterrados de abastecimiento de combustible en ese instante se procederá a tomar la siguiente muestra que nos servirá para determinar su grado de contaminación. Esto debe ocurrir 45 minutos después de concluida la entrega del nuevo combustible, dejándolo reposar.
- En el momento de serviciado del tanque de combustible de un equipo, se tomará la última muestra de un litro de contenido que permitirá valorar la contaminación de este depósito que posteriormente transitará por todo el sistema de alimentación hasta el filtro.
- Al concluir la toma de muestra se llevaran al laboratorio de referencia donde se le hará los análisis pertinentes donde se observarán entre las tres muestras tomadas los puntos anteriormente señalados:

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los ensayos en el laboratorio de la Refinería “Sergio Soto” fueron los siguientes:

**TABLA 1. Resultados de los ensayos en el laboratorio de la refinería “Sergio Soto”**

Determinación	U/M	Método	Resultados obtenidos			Especificaciones DT-GC/C 0702
			1	2	3	
Densidad a 15°C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 1298	0,852	0,852	0,851	0,815-0,865
Azufre total	% m/m	ASTM 1266	0,60	0,70	0,6	0,80 máx
Corrosión al Cu, 3 h a 50°C		ASTM 130	0,80	0,80	0,8	1,00 máx
Cenizas	% m/m	ASTM 482	0	0	0	0,01 máx
Carbón Conradson	% m/m	ASTM 169	0	0	0	0,10 máx
Agua y sedimentos BsW	% v/v	ASTM 1796	0,04	0,04	0,05	0,05 máx
No de neutralización	mg KOH/g	ASTM 974	0,30	0,30	0,30	0,50 máx
Color ASTM		ASTM 1500	2,00	2,00	2,20	3,50 máx
Destilación:		ASTM D86				
INICIAL	°C		214	218	216	Det obligatoria
10% recobrado	°C		242	241	242	Reportar
50% recobrado	°C		285	285	285	235-300
90% recobrado	°C		353	351	354	360 máx
Temperatura final	°C		377	379	377	Det obligatoria
Temperatura de inflamación	°C	ASTM D 93	78	78	78	45 mín
Índice de cetano		ASTM 976	44	44	44	43 mín
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM 445	3,50	3,50	3,50	1,6-5,3

### Caracterización del polvo contenido por el aire ambiental en el territorio de Sancti Spiritus

#### Descripción de Contaminantes: Partículas (PM)

(Partículas en suspensión, PM10, PM2.5 y PM0.1)

Los procesos de combustión siempre emiten partículas sólidas o líquidas de materia incombusta. La emisión de esas partículas ha sido objeto de definiciones y mediciones diversas. En general, el término materia particulada en suspensión (SPM) se refiere a partículas de todos los tamaños presentes en la atmósfera. Constituyen una compleja mezcla de sustancias orgánicas presentes en la atmósfera tanto en estado sólido en forma de partículas como en estado líquido en forma de pequeñas gotas. Comprenden gases, humo, polvo y aerosoles. Los efectos de esas partículas en la salud dependen de su tamaño y concentración. Con fines reglamentarios y para calcular sus efectos sanitarios, las partículas se miden y clasifican mediante lo que se conoce como fracción respirable de partículas, por ejemplo, PM10 y PM2.5.

El indicador PM10 se refiere a las partículas con menos

de 10 micrones de diámetro. Éstas se conocen comúnmente como partículas gruesas y contienen polvo proveniente de los caminos y las industrias, así como partículas generadas por la combustión. Dependiendo de su tamaño, las partículas gruesas pueden alojarse en la tráquea (parte superior de la garganta) o en los bronquios (Acevedo, 2000).

El indicador PM2.5 se refiere a las partículas con menos de 2.5 micrones de diámetro. Éstas se conocen comúnmente como partículas finas y contienen aerosoles secundarios, partículas de combustión y vapores metálicos y orgánicos recondensados, así como componentes ácidos. Las partículas finas pueden llegar hasta los alvéolos pulmonares. El indicador PM0.1 se refiere a las partículas con menos de 0.1 micrones de diámetro, conocidas como partículas ultrafinas. Estas partículas, cuyo estudio se encuentra aún en fase preliminar, suelen exhalarse, pero pueden llegar al torrente sanguíneo.

El humo visible está compuesto por partículas de tamaño PM10 o más grandes. Las partículas que más afectan la salud son las que se encuentran en el “rango respirable”, es

decir, las que están entre PM10 y PM0.1. El rango respirable comprende partículas que pueden llegar hasta los pulmones y depositarse allí; las partículas más pequeñas que las PM0.1 suelen exhalarse. Las partículas finas y ultrafinas (PM2.5 y PM0.1) no se pueden ver a simple vista (2.5 micrones equivalen aproximadamente a 1/30ª parte del grosor de un cabello humano). (Pnuma, 2007)

### Fuentes de materia particulada

Las partículas se forman durante el proceso de combustión de los motores. Los tractores diésel y las motocicletas con motor de dos tiempos sin tecnologías de control de emisiones tienden a liberar más partículas. Los equipos diesel también emiten un gran número de partículas finas y ultrafinas. Además, las partículas se forman a partir de la transformación de emisiones gaseosas, como los óxidos de azufre y nitrógeno y los VOC, en contaminantes secundarios.

Entre otras fuentes de partículas figuran la quema de madera, carbón, petróleo y combustibles gaseosos; la quema de residuos de carbón, residuos agrícolas y desechos sólidos municipales; las emisiones de cenizas volátiles de las centrales eléctricas; las actividades de fundición y mineras; las fábricas de asbestos; la industria metalúrgica; la industria cerámica; la industria del vidrio y la industria del cemento.

Entre las fuentes no inducidas por el ser humano figuran los

incendios forestales, las erupciones volcánicas, las tormentas de viento y de polvo, y el rocío salino.

### Efectos de las partículas en la salud humana

Las partículas finas de menos de 3 micrones de diámetro penetran por la nariz y la garganta, llegan a los pulmones y provocan problemas de respiración e irritación de los capilares pulmonares.

Las partículas ocasionan morbilidad respiratoria, deficiencia de las funciones pulmonares (de los pulmones), incluida la disminución de la función pulmonar (especialmente en los niños), y el cáncer de pulmón, con el consiguiente aumento de la mortalidad. La reducción crónica de la capacidad pulmonar (enfisema) es otro importante riesgo en la población urbana.

### CONCLUSIONES

- Se analizó la información en fuentes bibliográficas relacionada con los sistemas de alimentación diesel y se efectuó una caracterización de cada uno de estos elementos.
- Se caracterizó de forma general el combustible del territorio de Sancti Spiritus y la composición de los polvos, encontrándose el combustible de forma general dentro de los parámetros normados pero los polvos sedimentables en las estaciones críticas de monitoreo superan el valor establecido.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEVEDO, P. M.: "Influencia de los contaminantes del combustible diesel sobre la durabilidad de los elementos de precisión": *Centro Azúcar*. Año 2000: 83-90, Villa Clara, Cuba, 2000.
2. BONET, B., C.M.: *Combustible y Lubricante en el Transporte*, Ed. ISPJAE, CUJAE., La Habana, Cuba, (monografía), 2009.
3. BONET, B., C.M.: *Fiabilidad Aplicada al Transporte*, Monografía. Ed. ISPJAE. Ciudad de La Habana: 2010. Ed. ISPJAE, CUJAE., La Habana, Cuba, (monografía), 2010.
4. BOSCH, R.: *Filtros Bosch. Protección eficiente para mejor desempeño del Vehículo, [en línea], Disponible en: <http://www.bosch.com> [Consulta: abril 20 2010]*.
5. CHOY, P. R.: *Elementos de construcción y cálculo de los motores de combustión interna*. Ed. ISPJAE, CUJAE, La Habana, Cuba, 1985.
6. FILTER COUNCIL: *Contaminación del Diesel y Taponamiento del Filtro de Combustible*.
7. *Boletín de Servicio Técnico 95-IR1. [en línea] 1995, Disponible en: <http://www.filtercouncil.org> [Consulta: febrero 20 2010]*.
8. MITRANS: *Transporte Automotor. Mantenimiento Técnico Requisitos Generales*, NRMT 94, Ed. Dirección de Transporte Automotor (DTA). Ministerio del transporte (MITRANS). La Habana, Cuba, 2004.
9. LEÓN P. R.: *Estudio sobre el comportamiento de los filtros en los motores de las cuñas tractivas. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ing. Mecánico)*, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), CUJAE, Facultad de Ing. Mecánica, La Habana, Cuba, 2008.
10. PNUMA: *Manual para una flota limpia*, Ed. PNUMA, Ginebra, : 2007.
11. REYES, G. J.L., *Teoría de los Motores de Combustión Interna*, 407pp., Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1985.
12. STAFFO: *Manual de Mantenimiento de los Motores Diesel*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 197185.

Recibido: 25 de enero 2012.

Aprobado: 24 de julio de 2013.

Jorge Basté González, Profesor Titular, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), CUJAE, Facultad de Ing. Mecánica, Marianao, La Habana, Cuba. Correo Electrónico: [baste@mecanica.cujae.edu.cu](mailto:baste@mecanica.cujae.edu.cu)

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.