



Estudio sobre viabilidad del empleo de combustible
diesel ecológico en las unidades de la Armada
Nacional

Ein Fredy Serrato Suarez

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

2010

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



TRABAJO DE FUERZA

**ESTUDIO SOBRE VIABILIDAD DEL EMPLEO DE COMBUSTIBLE DIESEL
ECOLÓGICO EN LAS UNIDADES DE LA ARMADA NACIONAL**

CC. EIN FREDY SERRATO SUAREZ

CC. EIN RICARDO BERNAL SÁNCHEZ

Curso CEM-10-1

Bogotá DC.

27 de Septiembre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Los Autores expresan sus agradecimientos:

A la Dra. Mireya Giraldo, por toda su paciencia, consejos y correcciones.

A la DIRECCIÓN DE INGENIERÍA NAVAL DE LA ARMADA NACIONAL (DINA) y en general a la ARMADA NACIONAL, por todo el apoyo recibido y por la información suministrada.

A LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. JUSTIFICACIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. MARCO TEÓRICO	14
4. NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE.	26
4.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	26
4.1.1 Convenio MARPOL 73/78 Anexo VI	26
4.1.2 El Protocolo de Kyoto (1997)	26
4.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL COLOMBIANA	27
4.2.1 Ley 9 de 1979	27
4.2.2 Decreto 02 de 1982	29
4.2.3 Ley 99 de 1993	29
4.2.4 Decreto 948 de 1995	29
4.2.5 Resolución 898 de 1995	32
4.2.6 Resolución 005 de 1996	32
5. MATERIAL Y MÉTODOS	33
5.1 Metodología Empleada	33
5.2 Recolección de Información	33
5.3 Procesamiento y Análisis de Resultados	34
6. DIAGNÓSTICO	36
6.1 Aplicabilidad en los motores diesel de las Unidades de la	36

	Armada Nacional	
6.2	Viabilidad Económica de la propuesta	42
6.3	Análisis Costo-Beneficio	46
7.	PROPUESTA	48
7.1	Ficha técnica combustible propuesto	48
7.2	Implementación	52
8.	CONCLUSIONES	54
9.	RECOMENDACIONES	56
	BIBLIOGRAFÍA	58
	GLOSARIO	59
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 REQUISITOS DE CALIDAD DEL COMBUSTIBLE DIESEL (ACPM).	32
Tabla No 2 LISTADO DE UNIDADES ARMADA NACIONAL POR FUERZAS.	37
Tabla No.3 CONCEPTO TÉCNICO SHELL DE COLOMBIA.	41
Tabla No.4 PRECIOS COMBUSTIBLE SUMINISTRADO A LA ARMADA NACIONAL ENERO/2010.	43
Tabla No.5 PRECIOS DIESEL MARINO DE ACUERDO A LUGAR DE ENTREGA.	44
Tabla No.6 ESTRUCTURA DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS VIGENTES A PARTIR DEL 01 DE JULIO DE 2010	45
Tabla No.7 FICHA TÉCNICA DIESEL MARINO	
Tabla No.8 FICHA TÉCNICA DIESEL CORRIENTE	
Tabla No.9 FICHA TECNICA	

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura No.1	CONSUMO DE ENERGÍA GLOBAL POR TIPO DE COMBUSTIBLE (2006)	15
Figura No 2	SERIE HISTÓRICA Y PROYECTADA DE LA EMISIÓN ANUAL DE CO ₂ A LA ATMÓSFERA COMO RESULTADO DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES POR REGIONES.	16
Figura No. 3	EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES MARINOS	24
Figura No.4	NIVELES DE AZUFRE EN COMBUSTIBLES DIESEL EN TODO EL MUNDO (2009)	25

RESUMEN

El motor Diesel es la fuente de energía más eficiente del momento, se utiliza en gran parte de los sectores del transporte de mercancías y de personas. Además, se utiliza en las industrias para generar electricidad. Sin embargo, esta ventaja paga un alto precio, la contaminación. Debido a esto, es necesario crear las condiciones para que el impacto medioambiental sea el mínimo posible.

Dentro de las Unidades a flote con que cuenta la Armada Nacional para desarrollar su misión, se utilizan los motores diesel como elemento primordial para lograr su propulsión y abastecer de energía eléctrica a los sistemas vitales del buque. Pero como se dijo anteriormente estos equipos no son ajenos al fenómeno de la contaminación ambiental.

Para lograr ejecutar las operaciones y en general la misión de la Armada de forma eficiente, es necesario también hacerlo manteniendo el cumplimiento de normas y disposiciones que regulan el medio ambiente y haciéndolo igualmente sostenible en el tiempo.

Es así como se procedió a desarrollar un análisis individual de las marcas más representativas en motores diesel utilizados por la Armada Nacional y determinar las posibilidades técnicas soportadas en conceptos técnicos de los fabricantes, sobre el cambio del combustible empleado en su operación por uno que presentara un bajo impacto al medio ambiente a través de sus emisiones atmosféricas.

Es así como se estableció que un bajo nivel de azufre era un factor determinante en la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera y se escogió el combustible que por sus características y disponibilidad en el mercado reunía dichos requisitos.

Una vez seleccionado el combustible adecuado se procedió a definir las posibilidades económicas y plantear la relación costo-beneficio para la Armada Nacional, siendo esta muy favorable por cuanto afecta positivamente los costos de adquisición del combustible y el mantenimiento de la maquinaria, además de que tiene una excelente disponibilidad de distribución a las principales bases logísticas de la Armada Nacional.

Finalmente, se emitieron unas conclusiones y recomendaciones que sin lugar a dudas dejan planteada una buena oportunidad de mejoramiento en el funcionamiento de la maquinaria naval y a la vez catapultaría a la Armada Nacional como líder en temas de preservación del medio ambiente y altos estándares de operación basados en un desarrollo sostenible de la institución.

PALABRAS CLAVE:

Emisiones atmosféricas, nivel de Azufre, Motores diesel, contaminantes.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es determinar la viabilidad para la implementación de diesel ecológico en las Unidades de la Armada Nacional, lo cual, en términos generales, debe conducir a la institución a cumplir con los estándares nacionales e internacionales de emisiones de contaminantes a la atmósfera, por efecto de la actividad que desarrollan los buques de guerra en los escenarios marítimos de la jurisdicción colombiana.

En el Capítulo I se efectuará un recuento de los antecedentes de la contaminación del aire en el mundo, así como los orígenes, componentes y efectos de los contaminantes atmosféricos en la vida humana.

En el Capítulo II se hace una síntesis de la normatividad legal vigente, tanto internacional como nacional, sobre la protección del medio ambiente y el control de emisiones atmosféricas.

En el Capítulo III y IV se hace un diagnóstico sobre la situación actual de los motores empleados por las Unidades de la Armada Nacional de Colombia y sus posibilidades técnicas y económicas de utilizar el combustible ecológico sin afectar su rendimiento y a la vez, contribuir a la preservación del medio ambiente en especial la atmósfera como elemento vital para la vida humana.

Finalmente, se emiten unas conclusiones y recomendaciones para reafirmar la necesidad de iniciar un proceso de reacondicionamiento y adopción del nuevo combustible propuesto, por ser conveniente para la Armada Nacional en términos de cumplimiento de las normas ambientales y de costos económicos de su implementación.

1. JUSTIFICACIÓN

La principal causa de la contaminación del aire es la combustión, la cual es esencial en la vida moderna e inevitable para el hombre. Cuando ocurre la combustión perfecta o teórica, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, dióxido de azufre y vapor de agua. Sin embargo, las impurezas del combustible, una incorrecta relación entre la mezcla combustible-aire, o temperaturas de combustión muy altas o muy bajas, son causas de la formación de productos secundarios tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados que constituyen todos contaminantes del aire.¹

Por lo tanto, se necesita establecer una legislación más rigurosa en materia ambiental y programas, a fin de conservar la atmósfera, para que siga cumpliendo su función biológica más esencial, como elemento clave para la respiración de los seres humanos y animales.

La Armada Nacional, como institución militar y entidad estatal, debe cumplir con todos los estándares de calidad, en especial en lo que se refiere a preservación del medio ambiente, logrando ser un organismo modelo y ejemplo en todo a lo que esto concierne. Por lo tanto, es pertinente adelantar los estudios necesarios para la implementación de combustibles ecológicos que ayuden a preservar el medio ambiente, logren un control de emisiones de partículas a un nivel permisible y a su vez, mantengan el nivel de eficiencia en la operación de la maquinaria, indispensable para el funcionamiento de sus unidades a flote.

El combustible que actualmente se emplea con más frecuencia en las unidades de la Armada Nacional, es el A.C.P.M. o diesel, el cual es un producto derivado del petróleo y posee buenas características físico-químicas para producir una

¹ Características de los contaminantes. En Nuevo León Unido, 05 septiembre 2009 [En línea]. Disponible en http://www.nl.gob.mx/?P=med_amb_mej_amb_sima_cont [Citado el 29 de junio de 2010].

adecuada combustión y baja emisión de contaminantes a la atmósfera. De acuerdo con las características técnicas, este combustible contiene un promedio de 500 partículas de azufre por millón (ppm). Al pasar a combustible diesel ecológico se obtendría una reducción a 50 ppm, lo cual redundará en la reducción de aproximadamente un 30%, en los factores de emisión de contaminantes como los Hidrocarburos, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, y del 62% para el material particulado.²

Se requiere hacer un estudio técnico con el fin de determinar la viabilidad del cambio del combustible que se emplea en las unidades de la Armada Nacional, soportado técnicamente por las casas fabricantes de los motores, además, es importante identificar los cambios que se requieren en los sistemas de almacenamiento de combustible y todo el sistema de transporte, distribución y filtrado del mismo, así como las capacitaciones al personal y los cambios en los procedimientos que se requiera.

Además, en caso de ser técnicamente viable, es necesario determinar los costos que tendría realizar este cambio, para presentarle al mando una herramienta técnica y concreta, que permita decidir si se cambia o no el combustible que actualmente se usa.

² Empezó distribución de diesel ecológico en Bogotá. En: Periódico El Espectador, 4 Febrero 2010. [En línea]. Disponible en: www.elespectador.com/articulo185841-empezo-distribucion-de-diesel-ecologico-bogota. [Citado el 27 de junio de 2010].

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el fin de llevar a cabo sus diferentes misiones, la Armada Nacional ha usado varios tipos de combustibles en sus unidades a flote, esto sin importar los daños que estos pueden causar al ambiente.

Ya sea por el monopolio de este segmento del mercado por parte del Gobierno Nacional o la falta de modernización de las plantas durante el proceso de refinación, los combustibles disponibles en el mercado nacional no habían sufrido grandes cambios hasta el año 2001, cuando se empezó a comercializar alcohol carburante y biogasolina en Colombia.

Sin embargo, los últimos adelantos en investigación y las inversiones realizadas en este campo, han permitido el surgimiento de un nuevo combustible diesel ecológico en el país, que según la empresa Ecopetrol cumple con todas las normas y protocolos que se requieren en la tarea de preservar el medio ambiente, la atmósfera y el aire que respiran las personas, estando al nivel de los mejores del mundo.

Este trabajo investigativo pretende establecer la viabilidad técnica y económica, en lo que respecta al cambio de combustible ecológico, para ser usado en las diferentes unidades de la Armada Nacional.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es viable la implementación de combustible diesel ecológico en las Unidades de la Armada Nacional?

2.2 OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad del empleo de combustible diesel ecológico en las unidades de la Armada Nacional.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.3.1 Analizar los antecedentes e importancia del empleo de combustible diesel ecológico.

2.3.2 Determinar las especificaciones técnicas adecuadas para la implementación del sistema en la Armada Nacional.

2.3.3 Establecer la relación costo beneficio de la implementación del sistema diesel ecológico.

2.3.4 Definir una propuesta de implementación del sistema diesel ecológico.

3. MARCO TEÓRICO

El ser humano apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Aunque, al parecer, los humanos hicieron su aparición en África, no tardaron en dispersarse por todo el mundo. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria, con la primera revolución agrícola. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, y la domesticación y pastoreo de animales herbívoros llevó al sobrepastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas originó también la destrucción de la vegetación natural para hacer hueco a las cosechas y la demanda de leña condujo a la denudación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados plagas o depredadores³.

El continuo avance de la ciencia y el descubrimiento de nuevas tecnologías por el hombre ha provocado que también aparezcan problemas cada vez más relevantes y diversos. “El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra.”⁴

Conforme aumentaba la población mundial, la demanda de recursos energéticos también aumentó, produciendo un impacto directo en el medio ambiente, afectando de paso la calidad de vida del hombre y el desarrollo sostenible de los pueblos.

³ Protocolo de Kioto, fabriciomab 28 de junio de 2009 [En línea]. Disponible en <http://fabriciomab.blogdiario.com/i2009-06/>, [Citado el 24 de junio de 2010].

⁴ Problemas ambientales, EDUTEKA, 01 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.eduteka.org/proyectos.php/1/2328>, [Citado el 21 de junio de 2010].

Los recursos energéticos más usados por el hombre son aquellos provenientes de los combustibles fósiles, siendo el petróleo el más significativo por su alta explotación, fácil refinamiento y uso generalizado de sus derivados. El petróleo abarca casi el 40% del consumo mundial de energía (ver figura 1.), pese a que cada vez se hacen más esfuerzos por desarrollar combustibles alternativos, que protejan el medio ambiente y sean otra opción.

Consumo de Energía Global por tipo de combustible (2006)

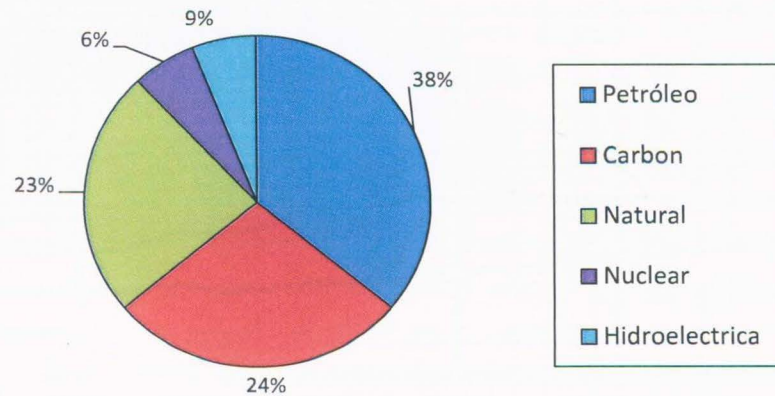


Figura No.1. Consumo de Energía Global por tipo de combustible (2006)⁵

Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. La cantidad de CO₂ atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, pero desde 1750 se ha incrementado en un 30% aproximadamente. Lo significativo de este cambio es

⁵ National Energy Board, World Primary Energy Consumption by Fuel Type, 2006, Noviembre de 2007, [En línea]. Disponible en <http://www.neb.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfmetn/nrgyrprt/nrgyftr/2007/nrgyftr2007chptr2-eng.html>, [Citado el 20 de Agosto de 2010].

que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y puede escapar menos, la temperatura global de la Tierra aumenta.⁶

En la figura No.2 se ilustra el incremento que han tenido las emisiones de CO₂ a la atmósfera como resultado de la quema de combustibles fósiles en los últimos cuarenta años y la proyección que va a tener hacia la tercera década del presente siglo, siendo discriminadas en grupo de países dependiendo su nivel de desarrollo económico.

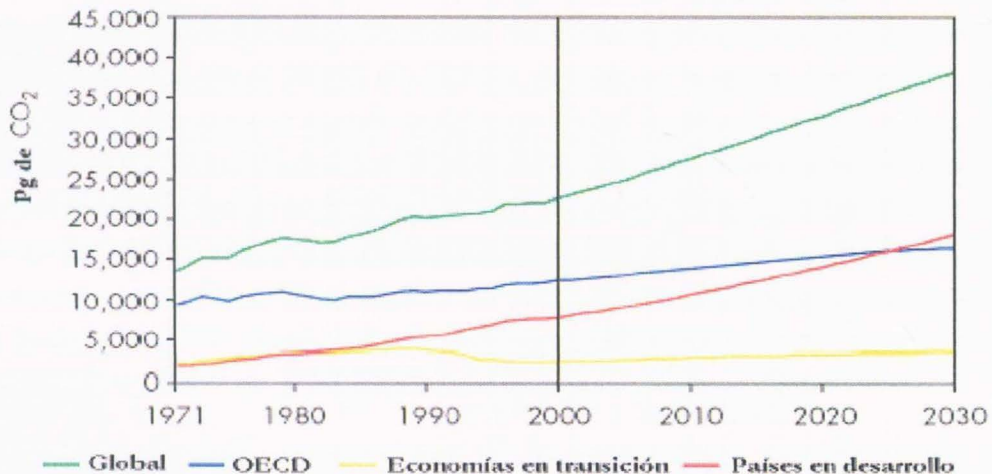


Figura 2. Serie histórica y proyectada de la emisión anual de CO₂ a la atmósfera como resultado de la quema de combustibles fósiles por regiones. Datos en Petagramos⁷ de CO₂, 10 Pg de CO₂ equivalen a 3,67 Pg de carbono. La organización para la cooperación Económica y el desarrollo (OECD) comprende la mayoría de los países desarrollados, las economías en transición son los países antes socialistas.⁸

La atmósfera protege a la tierra de los efectos nocivos de los rayos ultravioleta del sol, pero la contaminación antrópica está degradando la capa de ozono, lo cual

⁶ Medio ambiente, slideshare, 16 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.slideshare.net/nadyavila/medio-ambiente-4565638>, [Citado el 29 de junio de 2010]

⁷ Peta (P) es un prefijo del Sistema Internacional de Unidades que indica un factor de 10¹⁵, equivalente a 1 000 000 000 000 000 (Mil billones).

⁸ MEZA, Oscar J. ¿A dónde va caer este globo?, Medellín, 2010, p. 135

pone en peligro la vida sobre en el planeta. Los estudios han demostrado que la capa de ozono está siendo afectada por el uso indiscriminado de los compuestos clorofluorocarbonados (CFC, compuestos de flúor), los cuales se utilizan por el hombre en equipos de refrigeración, aire acondicionado y en general en aerosoles.⁹

En la actualidad, el CO², los CFC y demás gases que causan el denominado Efecto Invernadero (gases de invernadero) aumentan constantemente. La atmósfera de la Tierra está compuesta de muchos gases. Los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno.

El resto, menos de una centésima parte, son gases llamados "de invernadero"(...) Algunos de ellos son el dióxido de carbono, el metano y el dióxido de nitrógeno, se encargan de absorber la energía emitida por el Sol, impidiendo que los días sean demasiado calurosos o las noches demasiado frías; el aumento en la emisión de estos gases además provoca grandes cambios drásticos en el clima mundial (haciéndolo cada vez más impredecible), sufriendo alteraciones en las temperaturas regionales, en los regímenes de lluvia, incremento en la desertificación, alteraciones en la agricultura, y la descongelación de los casquetes polares, incrementando así el nivel del mar y causando inundaciones en las zonas costeras y continentales en todo el mundo.¹⁰

Un incremento gradual e importante de la temperatura global tendría efectos graves en los ecosistemas y en general del medio ambiente que rodea al hombre, indudablemente afectaría la vida humana y su existencia. En el siglo XX la temperatura media del planeta se incrementó 0,6 °C y los científicos estiman que la temperatura media de la Tierra subirá entre 1,4 y 5,8 °C en los próximos 100 años.¹¹

⁹ Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente, Agosto de 2008, [En línea]. Disponible en <http://www.dadma.gov.co/actualidad.php?numnoti=cp1> [Citado el 03 de Julio de 2010]

¹⁰ Medio ambiente, Efecto Invernadero, 16 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm, [Citado el 20 de Agosto de 2010]

¹¹ Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente, Agosto de 2008, [En línea]. Disponible en <http://www.dadma.gov.co/actualidad.php?numnoti=cp1> [Citado el 02 de Julio de 2010]

Otro efecto derivado de la quema de combustibles fósiles es la acidificación que se debe a la emisión de dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) por parte del sector industrializado y por los gases de exhosto de los vehículos que emplean motores de combustión interna. Estos productos interactúan con los rayos solares, la humedad y los oxidantes, generando ácido sulfúrico (H₂SO₄) y nítrico (HNO₃), que son transportados por la atmósfera y caen a la tierra, arrastrados por la lluvia en lo que se convierte en la denominada "lluvia ácida".¹²

La lluvia ácida se convierte así en un significativo problema mundial, que ha tenido efectos devastadores en algunas regiones de Europa y Estados Unidos, donde incluso ha afectado cuerpos de agua, suelos y en general ha atacado importantes ecosistemas¹³.

Aunque la combustión del diesel Marino no es un factor determinante en el daño de la capa de ozono por no generar CFC, el producto de dicha combustión forma parte de los gases que producen el efecto invernadero. Los motores empleados en las unidades de la Armada Nacional tiene en promedio 30 años de servicio, es decir, la gran mayoría no cumple con las actuales normas ambientales, ya que estas no existían al momento de su construcción y/o adquisición.

La existencia de la contaminación del aire y la necesidad de una legislación para proteger la salud y el bienestar de la población en general, no son fenómenos modernos. En Inglaterra hacia el siglo XIII se efectuaba la combustión del carbón bituminoso, el cual contaminaba la atmósfera en las áreas urbanas, en un grado tal que en 1273, el gobierno inglés promulgo una ley a fin de reducir la contaminación del aire. De igual forma a lo largo de la historia las naciones y

¹² Contraloría General de la República, Diplomado en Control Fiscal Ambiental, módulo 1. Básicos ambientales y conceptos de desarrollo sostenible, Octubre 06 de 2008, [En línea]. http://www.utp.edu.co/php/institutoambiental/05_Problemas_Ambientales.pdf, [Citado el 19 de Septiembre de 2010].

¹³ Problemas medio ambientales, Eco climático, Enero 23 de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.ecoclimatico.com/archives/problemas-medioambientales-128>, [Citado el 19 de junio de 2010].

comunidades han venido viendo que la preservación del medio ambiente es un factor determinante para la supervivencia.¹⁴

En la actualidad ante la creciente explosión demográfica y el exponencial aumento de las fuentes de contaminación ambiental, la comunidad internacional ha desarrollado múltiples acuerdos y tratados internacionales que comprometen a las naciones a adoptar medidas y promulgar leyes interna para mitigar el impacto ambiental de dichas fuentes de contaminación.

En ese orden de ideas, el gobierno colombiano ha desarrollado una completa legislación ambiental (ver marco legal), que compromete a toda la comunidad industrial a adoptar medidas para cumplir los estándares por ellas establecidos, so pena de multas, cerramientos y demás sanciones consignadas en la ley. Pese a lo anterior, la preservación del medio ambiente antes que la contravención de una ley, fue el motor principal para buscar una solución al problema de emisiones contaminantes en la Armada Nacional.

De acuerdo con lo anterior y para revalidar lo dicho, Wark Warner afirmó que el control racional de la contaminación del aire, se apoya en cuatro suposiciones básicas:¹⁵

1. El aire es del dominio público. Tal suposición es necesaria si se ha de tratar la contaminación del aire como un problema público, concerniente no solo a quienes causan la contaminación, sino también a quienes pudieran sufrir las consecuencias.

¹⁴ MAZZEO, N. Lineamientos para la Elaboración de Presupuestos Mínimos de Calidad del Aire. Argentina. 2005, [En línea]. Disponible en <http://www.dsostenible.com.ar/situacion/prodia-1/lineam-prescalair-mazzeo.html>, [Citado el 19 de septiembre de 2010].

¹⁵ Kenneth Wark – Cecil F. Warner. Contaminación del Aire. Origen y control. Universidad de Purdue. 10ª ed. México D.F. 2002. 649p.

2. La contaminación del aire constituye un hecho inevitable de la vida moderna. Existe un conflicto entre las preocupaciones económicas y biológicas del hombre; en otro tiempo, no se reconoció este conflicto como tal, solo después de que ocurrieron desastres debido a contaminación del aire. Se necesita establecer sistemáticamente normas y programas a fin de conservar la atmósfera para que cumpla su función biológica más esencial.
3. Se pueden aplicar los conocimientos científicos para delinear las normas públicas.
4. La información acerca de las fuentes y efectos de la contaminación del aire dista mucho de ser completa y se debe trabajar mucho a fin de crear dispositivos y métodos de control. No obstante se dispone de suficiente información para lograr reducciones considerables en los niveles de la contaminación del aire. El hombre no tiene que abandonar ni su tecnología ni su forma de vida, pero si debe usar sus conocimientos, para disminuir los impactos antrópicos en el medio ambiente.

Ante la problemática planteada, se determinó la necesidad de analizar el cambio de combustible empleado por las unidades de la Armada Nacional, que permita disminuir los niveles de emisión de partículas y contaminantes atmosféricos. Una de las soluciones que se han implantado para disminuir la contaminación del aire es el diesel ecológico, el cual se distribuye desde el primero de enero del 2010 en la ciudad de Bogotá.

Con este nuevo combustible denominado diesel Euro IV se conseguirá la reducción de aproximadamente un 30%, en los factores de emisión de contaminantes como los Hidrocarburos, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, y del 62% para el material particulado. Se trata de un sistema llamado SCR (Reducción Catalítica Selectiva), que permite importantes reducciones de los gases que salen de un motor con combustión diesel de bajo azufre. Esto se logra al inyectar a los gases que salen

del motor un aditivo denominado comercialmente AdBlue (mezcla de agua y urea automotriz), que al pasar por el catalizador, genera una reacción química sobre los óxidos de nitrógeno, separándolos en moléculas de nitrógeno y agua, así se ayuda a reducir las emisiones visibles (humo).¹⁶

En el sector marítimo y naval, en relación a los motores térmicos que se utilizan para propulsión de los buques, la subida de precios del petróleo de los años setenta propició el posterior abandono de las turbinas de vapor. La turbinas eran máquinas robustas y muy apropiadas en buques petroleros o de pasajeros, que necesitaban vapor para otros usos, pero su rendimiento térmico era bajo y por tanto su consumo de combustible muy alto.

Los motores diesel impulsan hoy el 99,8% de la flota mundial marítima. Los motores han pasado de tener consumos típicos del orden de 175-180 gr/CV-h en 1975 hasta 120 gr/CV-h o menos en 1995. Esta última cifra supone un rendimiento térmico del 52-54% que es probablemente el mejor que se obtenga hoy con máquinas o instalaciones térmicas, con la excepción de las celdas de combustible. La mejora se consiguió cambiando el diseño de los motores y adoptando carreras más largas, que hoy llegan hasta 3,75 veces el diámetro del pistón en algunos motores de 2T. Además, se incrementó fuertemente la presión media gracias a diseños avanzados de turbocompresores de aire de barrido movidos por los gases de escape. A esto contribuyó también una elevación de las presiones de inyección y una mejora de los propios inyectores. Todo ello unido a mejores materiales para resistir las cargas adicionales, mejor diseño estructural, mecánico y de la cámara de combustión y otros factores de menor importancia. El resultado final es

¹⁶ Euro IV a los buses colombianos: Minambiente anunció la llegada de esta tecnología. En: Periódico El Tiempo, 4 Febrero 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.eltiempo.com/motor/vehiculos/ARTICULO-WEB-PLANTILLA_NOTA_INTERIOR-7128307.html [Citado el 06 de Febrero de 2010].

impresionante; una reducción del 33% en el consumo de combustible y en las emisiones de CO₂.¹⁷

La importancia de los buques hoy día radica en que transportan más del 90% de comercio mundial utilizando para ello gran cantidad de energía, que es obtenida, de forma casi exclusiva, a través de los combustibles fósiles derivados del petróleo¹⁸. Y como ya se observó anteriormente el empleo de estos combustibles produce emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y materia en suspensión (el hollín, restos de combustible no quemado y vapor de agua).

Es así como la eficiencia energética de los motores utilizados en embarcaciones marinas fue evolucionando durante el siglo anterior hasta llegar a un punto en que se evidenció la necesidad de establecer más regulaciones en cuanto al control de emisiones de gases a la atmósfera, por lo que se endureció la legislación para disminuir las emisiones de NOx y SOx por parte de embarcaciones que emplean los motores diesel marinos como medio de propulsión y de generación a bordo.

Los modernos motores marinos cumplen ya con las normas mínimas de emisiones de NOx del Anexo VI de Marpol sin necesidad de equipos o precauciones operativas adicionales. En cambio, para alcanzar los niveles exigidos por determinados países o territorios ribereños se necesitan disposiciones especiales.¹⁹

¹⁷ CONAMA, Impacto medioambiental del sector marítimo: emisiones atmosféricas, España, 2005, p.16

¹⁸ Contaminación de la Atmósfera por las Máquinas de Barcos, Maquina de Barcos, 07 de Septiembre de 2008, [En línea]. Disponible en <http://maquinasdebarcos.blogspot.com/2008/09/contaminacin-de-la-atmosfera-por-las.html>, [Citado el 06 de junio de 2010].

¹⁹ CONAMA, Impacto medioambiental del sector marítimo: emisiones atmosféricas, España, 2005, p.35

EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES MARINOS

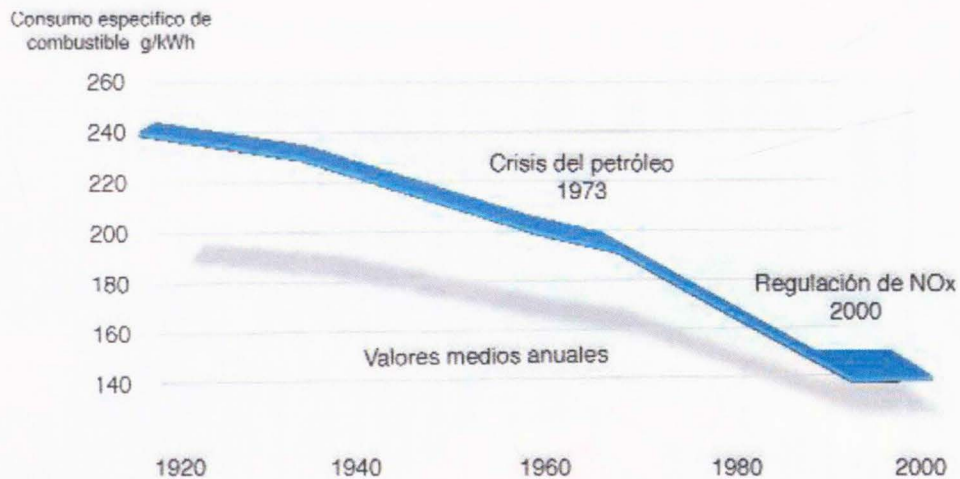


Figura No.3. Evolución de la eficiencia energética en motores marinos²⁰

Una de los niveles más controlados a lo largo del mundo industrializado, es el contenido de azufre en los combustibles. El contenido natural de azufre en el crudo varía de acuerdo con la región del mundo se extraiga, no obstante, los productos con alto niveles de azufre pueden ser rebajados mediante procesos de refinado (hoy, el precio de los destilados es de entre un 50% y un 75% más caros que el Fuel Oil, el cual es un tipo de combustible pesado) o mediante su mezcla con otros combustibles de bajo contenido de azufre.

El hecho de utilizar diesel bajo en azufre presenta una serie de beneficios, como la disminución de las emisiones de óxidos de azufre (SO_x) y materia particulada fina;

²⁰ ANAVE, "Las ventajas medioambientales del transporte marítimo", España, Octubre 22 de 2008, p.8

la prolongación de la vida del motor; y la posibilidad de utilizar tecnologías de control de emisiones.²¹

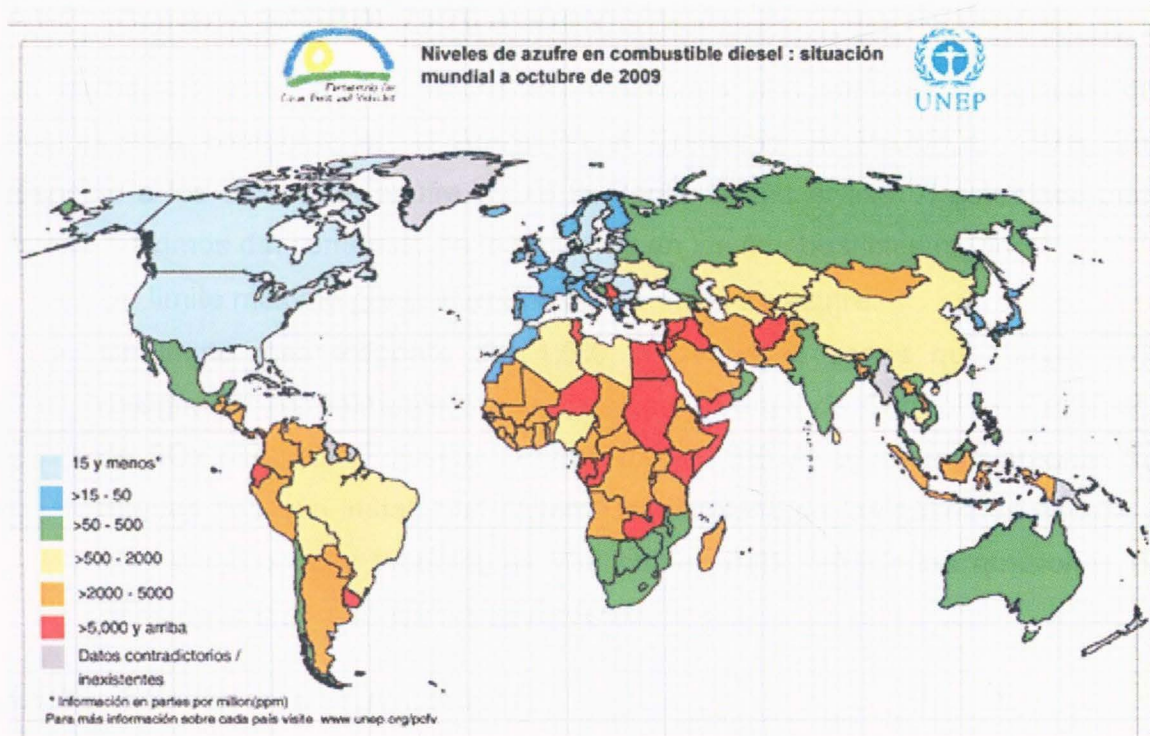


Figura No.4. Niveles de azufre en combustibles diesel en todo el mundo (2009).²²

²¹ Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, Diesel bajo en azufre, 07 de Septiembre de 2008, [En línea]. Disponible en http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/Actions/Tool10/index.html [Citado el 21 de Agosto de 2010].

²² Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, Informe Anual del PNUMA- 2005, [En línea]. Disponible en http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/Actions/Tool10/index.html [Citado el 21 de Agosto de 2010].

4. NORMATIVIDAD LEGAL VIGENTE

4.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

4.1.1 Convenio MARPOL 73/78 Anexo VI.²³

La legislación Internacional sobre las emisiones atmosféricas producidas por buques está contenida en el Anexo VI al Convenio de MARPOL 73/78. Con respecto a los óxidos de azufre (SO_x) la Regla 14 del Anexo VI establece unos límites máximos del contenido de los mismos en los combustibles marinos:

- Un límite máximo general (mundial) del 4,5% de azufre.
- Un límite más exigente del 1,5%, en aquellas zonas que hayan sido designadas formalmente por la OMI como Zonas de Control de Emisiones de SO_x (*Sulphur Emission Control Areas* - SECA) o, alternativamente, los buques deberán instalar un sistema de limpieza de los gases de escape o utilizar métodos y tecnologías verificables para reducir las emisiones de SO_x, que tengan un efecto equivalente.

4.1.2 El Protocolo de Kyoto (1997)²⁴

El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas fue adoptado en 1997 en Kyoto, Japón, en el tercer período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP) de la CMCC. Contiene compromisos jurídicamente vinculantes, que vienen a sumarse a los señalados en la CMCC. Los países del Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, y los países de economía

²³ REINO UNIDO, PROTOCOLO DE LONDRES. "Convenio Internacional Marpol 73/78 para prevenir la contaminación por los buques". [En línea] Disponible en: <http://www.cetmar.org/documentacion/MARPOL.pdf>, [Citado el 17 de Julio de 2010].

²⁴ JAPÓN, ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, Protocolo de Kyoto. "acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases que causan el calentamiento global". [En línea] Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, [Citado el 24 de Julio de 2010].

en transición) acordaron reducir, entre 2008 y 2012, sus emisiones de gases invernadero antropógenos (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) en un 5% como mínimo respecto de los niveles de 1990. El Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

4.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL COLOMBIANA

4.2.1 Ley 9 de 1979²⁵

Por la cual se dictan medidas sanitarias en Colombia.

Título I, De la protección del medio ambiente. De las emisiones atmosféricas.

Artículo 41º.- El Ministerio de Salud fijará las normas sobre calidad del aire teniendo en cuenta los postulados en la presente Ley y en los artículos 73 a 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974.

Artículo 42º.- El Ministerio de Salud fijará, de acuerdo a lo establecido en el artículo 41, las normas de emisión de sustancias contaminantes, ya sea para fuentes individuales o para un conjunto de fuentes.

Artículo 43º. Las normas de emisión de sustancias contaminantes de la atmósfera se refieren a la tasa de descarga permitida de los agentes contaminantes, teniendo en cuenta los factores topográficos, meteorológicos y demás características de la región.

Artículo 44º.- Se prohíbe descargar en el aire, contaminantes en concentraciones y cantidades superiores a las establecidas en las normas que se establezcan al respecto.

²⁵ COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 9 de 1979, "Por la cual se dictan medidas sanitarias" [En línea] Disponible en: [http://www.unad.edu.co/ambiental/images/stories/documentos/NORMATIVIDAD APLICABLE / LEY 09 - 1979.pdf](http://www.unad.edu.co/ambiental/images/stories/documentos/NORMATIVIDAD_APLICABLE/LEY_09_-_1979.pdf). [Citado el 12 de Agosto de 2010].

Artículo 45°.- Cuando las emisiones a la atmósfera de una fuente sobrepasen o puedan sobrepasar los límites establecidos en las normas, se procederá a aplicar los sistemas de tratamiento que le permitan cumplirlos.

Artículo 46°.- Para el funcionamiento, ampliación o modificación de toda instalación, que por sus características constituya o pueda constituir una fuente de emisión fija, se deberá solicitar la autorización del Ministerio de Salud o la entidad en que éste delegue. Dicha autorización no exime de responsabilidad por los efectos de contaminación producidos con la operación del sistema.

Artículo 47°.- En el caso de incumplimiento de los requisitos establecidos en la autorización, el Ministerio de Salud aplicará las sanciones previstas en este Código y en la Ley 23 de 1973.

Artículo 48°.- En cumplimiento de las normas sobre emisiones atmosféricas el Ministerio de Salud podrá:

- a. Exigir el cambio, modificación o adición de los elementos que a su juicio contribuyan a mejorar la calidad de las descargas provenientes de fuentes móviles;
- b. Impedir la circulación de fuentes móviles, cuando por las características del modelo, combustible o cualquier factor, exista la posibilidad de ser inoperante cualquier medida correctiva;
- c. Condicionar la circulación de fuentes móviles, cuando ello sea necesario, en atención a las características atmosféricas y urbanísticas de las zonas de tránsito;
- d. Impedir el tránsito de fuentes móviles cuyas características de funcionamiento produzcan ruidos, en forma directa o por remoción de alguna parte mecánica.

Artículo 49º.- No se permitirá el uso en el territorio nacional de combustibles que contengan sustancias o aditivos en un grado de concentración tal que las emisiones atmosféricas resultantes sobrepasen los límites fijados al respecto por el Ministerio de Salud.

El Ministerio de Salud queda facultado para confiscar el combustible violatorio de lo establecido en este artículo cuando por razones de contaminación potencial lo considere necesario.

4.2.2 Decreto 02 de 1982²⁶

Reglamenta título I de la Ley 09/79 y el decreto 2811/74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas.

Art. 7 a 9.- Definiciones y normas generales.

Art.73.- Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales.

Art. 74.- Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmósfera.

Art. 75.- Prevención de la contaminación atmosférica.

4.2.3 Ley 99 de 1993.²⁷

²⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 02 de 1982 “Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas” [En línea] Disponible en: <http://www.notinet.com.co/serverfiles/servicios/archivos/na/d2-82.htm>. [Citado el 13 de Agosto de 2010].

Destinada a orientar la política ambiental del país.

TITULO I, Artículo 1, Principios Generales Ambientales.

El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Las políticas tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

4.2.4 Decreto No. 948 de 1995²⁸

Normas para la protección y control de la calidad del aire.

CAPITULO II, Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire, niveles de contaminación, emisiones contaminantes y de ruido.

Artículo 3: Tipos de contaminantes del aire. Son contaminantes de primer grado, aquellos que afectan la calidad del aire o el nivel de inmisión, tales como el ozono troposférico o smog fotoquímico y sus precursores, el monóxido de carbono, el material particulado, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y el plomo. Son contaminantes tóxicos de primer grado aquellos que emitidos, bien sea en forma rutinaria o de manera Occidental, pueden causar cáncer, enfermedades agudas o defectos de nacimiento y mutaciones genéticas. Son contaminantes de segundo grado, los que sin afectar el nivel de inmisión, generan daño a la atmósfera, tales como los compuestos químicos capaces de contribuir a la disminución o

²⁷ COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993 "Por la cual se crea el Ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se dictan otras disposiciones" [En línea] Disponible en: <http://www.crautonomia.gov.co/documentos/Ley099.pdf>. [Citado el 13 de Agosto de 2010].

²⁸ COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Decreto 948 de 1995 "Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, el Decreto - Ley 2811 de 1974; la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire" [En línea] Disponible en: http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1995/junio/05/dec0948051995.pdf. Consultado el 13 de Agosto de 2010.

destrucción de la capa estratosférica de ozono que rodea la Tierra, o las emisiones de contaminantes que aun afectando el nivel de inmisión, contribuyen especialmente al agravamiento del "efecto invernadero", o cambio climático global.

Se entiende por contaminación primaria, la generada por contaminantes de primer grado; y por contaminación secundaria, la producida por contaminantes del segundo grado. La autoridad ambiental dará prioridad al control y reducción creciente de las emisiones de estas sustancias y de los tipos de contaminación atmosférica de que trata este artículo.

Artículo 4: Actividades especialmente controladas. Sin perjuicio de sus facultades para ejercer controles sobre cualquier actividad contaminante, se considerarán como actividades, sujetas a prioritaria atención y control por parte de las autoridades ambientales, las siguientes:

- a. Las quemas de bosque natural y de vegetación protectora y demás quemas abiertas prohibidas;
- b. La quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor;
- c. La quema industrial o comercial de combustibles fósiles;
- d. Las quemas abiertas controladas en zonas rurales;
- e. La incineración o quema de sustancias, residuos y desechos tóxicos peligrosos;
- f. Las actividades industriales que generen, usen o emitan sustancias sujetas a los controles del Protocolo de Montreal, aprobado por Ley 29 de 1992;
- g. Las canteras y plantas trituradoras de materiales de construcción.

Artículo 8: De las normas de emisión. Las normas de emisión que expidan la autoridad ambiental competente Contendrán los estándares e índices de emisión legalmente admisibles de contaminantes del aire. Dichos estándares

determinarán, según sea el caso, los factores de cantidad, peso, volumen y tiempo necesarios para determinar los valores permisibles.

Artículo 25: Prohibición del uso de crudos pesados. Se prohíbe el uso de Crudo de Castilla así como de otros crudos pesados con contenidos de azufre superiores a 1.7% en peso, como combustibles en calderas u hornos de establecimientos de carácter comercial, industrial o de servicio, a partir del 1º de enero de 1997.

CAPITULO IV, De las emisiones contaminantes de fuentes móviles.

Artículo 36: Emisiones prohibidas. Se prohíbe la descarga de emisiones contaminantes, visibles o no, por vehículos a motor activados por cualquier combustible, que infrinjan los respectivos estándares de emisión vigentes.

Artículo 37: Sustancias de emisión controlada en fuentes móviles terrestres. Se prohíbe la descarga al aire, por parte de cualquier fuente móvil, en concentraciones superiores a las previstas en las normas de emisión, de contaminantes tales como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas, y otros que el Ministerio del Medio Ambiente determine cuando las circunstancias así lo ameriten.

Artículo 38: Emisiones de vehículos diesel.

Se prohíben las emisiones visibles de contaminantes en vehículos activados por Diesel (ACPM), que presenten una opacidad superior a la establecida en las normas de emisión. La opacidad se verificará mediante mediciones técnicas que permitan su comparación con los estándares vigentes. A partir del 1º de enero de 1997 no podrán ingresar al parque automotor de servicio de transporte público, o al de carga de dos ejes o más, vehículos activados por Diesel (ACPM) cuyo motor no sea turbo cargado. Para dar cumplimiento a esta prohibición, las autoridades competentes negarán las respectivas licencias o autorizaciones.

4.2.5 Resolución 898 de 1995²⁹

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.

Art. 4º.- Calidad del combustible diesel o ACPM. A partir de las fechas de vigencia indicadas en la tabla N° 1 de la presente resolución, el combustible diesel (ACPM) que se distribuya en el país para el consumo nacional, deberá tener las características de calidad que se estipulan en dicha tabla N° 1.

Fecha de vigencia:	Enero 1º/96	Enero 1º/98	Enero 1º/2002
Parámetro			
Unidad			
1. Azufre, máx. % Peso	0.4	0.1	0.05
2. Aromáticos % Vol.	20	20	20
3. Índice de cetano	45	45	45

Tabla N° 1. Requisitos de calidad del combustible diesel (ACPM)³⁰

4.2.6 Resolución 005 de 1996.³¹

Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los

²⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Resolución 898 de 1995 "Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores" [En línea] Disponible en: http://www.indumil.gov.co/doc/normas%20ambientales/Resoluciones/res89_1995.pdf. [Citado el 20 de Agosto de 2010].

³⁰ Ibíd.

³¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 005 de 1996 "Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones" [En línea] Disponible en: http://www.corporinoquia.gov.co/ktml2/images/uploads/res_005_1996.pdf. [Citado el 21 de Agosto de 2010].

equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones.

TÍTULO II, Disposiciones generales para fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.

ARTÍCULO 2. Campo de aplicación. Las normas de emisión de la presente resolución se establecen para fuentes móviles terrestres de más de tres (3) ruedas.

ARTÍCULO 3. Fuentes móviles terrestres con combustibles limpios. Aquellas fuentes móviles que utilicen como combustible gas natural, gas licuado del petróleo, alcoholes o electricidad, estarán exentas de cumplir los requerimientos contenidos en la presente resolución.

ARTÍCULO 4. Excepciones al cumplimiento de las normas. Se exceptúan del cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución, aquellas fuentes móviles terrestres que se desplacen sobre rieles, equipo para construcción (palagruas, grúas, compactadoras, retroexcavadoras, montacargas, bulldozers, moto niveladoras y equipos de perforación), equipo para explotación minera fuera de carretera, equipo agrícola (tractores, sembradoras, cosechadoras, empacadoras) y las declaradas por la autoridad de tránsito como vehículos antiguos o clásicos.

ARTÍCULO 5. Modificación de las normas de emisión. El Ministerio del Medio Ambiente en cualquier tiempo podrá modificar las normas aquí establecidas.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 METODOLOGÍA EMPLEADA.

La metodología empleada para el presente trabajo, no se puede determinar de un solo tipo ya que fue necesario efectuar diferentes tipo de actividades desde investigación de algún tema específico ya sea basado en documentación especializada, hasta la búsqueda en el internet utilizando los motores de búsqueda comunes que allí se encuentran, hasta pasar por un método en el cual se interactúa de manera constante con alguna fuente, a veces no logrando la información que se deseaba alcanzar, pero logrando visualizar otros temas los cuales no estaban contemplados a principio de la investigación pero que se llegó a considerar ser incluidas debido a su importancia.

En algunas ocasiones se utilizó métodos tradicionales como ir a bibliotecas en búsqueda de información, búsquedas en la internet, conversaciones telefónicas y juntas técnicas con el personal que apporto con si información valiosa para poder desarrollar esta investigación.

5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proceso de recolección de la información se llevó a cabo en las siguientes etapas:

Primera Etapa

Consistente de recolección de información general sobre los aspectos que tiene que ver con la contaminación del aire, términos técnicos, terminología que se usa

en los documentos que tratan sobre este tema, con el fin de poder entender más a profundidad toda la documentación que se existe sobre el tema.

Segunda Etapa

Para poder realizar cualquier trabajo de investigación que involucre el tema ambiental, es necesario que se tenga claro el marco jurídico que se tenga al respecto, esto es muy importante debido a la rapidez con que ha evolucionado este tema no solo en Colombia si no a nivel mundial. Sin un marco jurídico establecido es muy difícil determinar la ruta de acción que se debe tomar.

Tercera Etapa

Esta es de pronto la etapa más importante y difícil del proceso ya que la información necesaria no proviene de una sola fuente específica y a medida que se profundizaba más en la investigación era necesario realizar una búsqueda de información en áreas que no estaban establecidas desde el comienzo de la investigación. En este proceso se involucró variados campos, como lo referente a la parte técnica de las empresas que suministran y realizan el mantenimiento a los motores, pasando por el suministro de los aceites los cuales son determinantes para desarrollar la investigación, terminando por todo lo referente a la parte comercial y de la cadena logística de combustibles, pasando por los productores y distribuidores del producto el cual se basa esta investigación.

5.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al comenzar esta investigación solo se tenía una idea muy global sobre el tema, al cual se iba a trabajar el cual era la viabilidad de emplear el nuevo combustible en

las Unidades de la Armada Nacional, pero una vez se empezaron a recibir los datos concretos en la diferentes áreas que involucra esta investigación se pudo establecer exactamente cuál era la situación actual en referencia al uso del nuevo combustible.

Ya teniendo unos conceptos claros del tema que se desarrolla se podría a comenzar la parte de la viabilidad, es decir una proyección al futuro sobre en la materia que se estaba trabajando y esta parte se logró con la interacción de los diferentes fuentes de información ya que como se dijo anteriormente este viabilidad tiene interacción en diferentes campos los cuales no tenían la visión global del concepto que se trataba, pero que cada aporte en su rama específica fue importante para poder dar más fundamentos a la idea que se trabaja en esta investigación.

Las conclusiones al ser reafirmadas, se consultaron con las fuentes originales con fin de que al tener una idea global que involucra todas las áreas, se realizaran sus análisis nuevamente para determinar si existía alguna contradicción a la cual no se hubiera tenido en cuenta anteriormente, el apoyo de este aspecto fue decisivo y total.

6. DIAGNÓSTICO

6.1 APLICABILIDAD EN LOS MOTORES DIESEL DE LAS UNIDADES DE LA ARMADA NACIONAL

Inicialmente es necesario dimensionar la cantidad de motores en los cuales sería implementado el combustible, para tal caso la tabla No.2 muestra las unidades de la Armada Nacional con los motores que poseen y su capacidad de tanques de almacenamiento de combustible, así como un consumo promedio del mismo. Lo anterior sirve para realizar un análisis de costos, los cuales se desarrollan más adelante.

La información que se expone a continuación fue suministrada por la Dirección de Ingeniería Naval (DINA) y solo se tiene en cuenta las unidades de la Armada que poseen motores diesel, ya sea para su propulsión como para su generación eléctrica y están distribuidas por su base de operaciones.

FUERZA NAVAL DEL CARIBE

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. DESPLAZ.		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GL.)	CAPACIDAD DE COMB (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	P.TO
							3,78			
A.R.C. ALMIRANTE PADILLA	FRAGATA LIGERA	4968	1405,00	1810,00	MARINE GASOIL+GAS	132.275,13	500.000,00	616,00	4410,00	65,00
A.R.C. CALDAS	FRAGATA LIGERA	4968	1405,00	1810,00	MARINE GASOIL+GAS	132.275,13	500.000,00	616,00	4410,00	65,00
A.R.C. ANTIOQUIA	FRAGATA LIGERA	4968	1405,00	1810,00	MARINE GASOIL+GAS	132.275,13	500.000,00	616,00	4410,00	65,00
A.R.C. INDEPENDIENTE	FRAGATA LIGERA	4968	1405,00	1810,00	MARINE GASOIL+GAS	132.275,13	500.000,00	616,00	4410,00	65,00
A.R.C. CARTAGENA DE INDIAS	APOYO LOGISTICO	5320	3000,00	3480,00	ACPM	232.804,23	880.000,00	172,00	782,00	70,00
A.R.C. PUJO	SUBM. OCEANICO	7400 Kw	1180,00	1285,00	KEROSENE	30.158,73	114.000,00	87,00	98,28	6,50
A.R.C. TAYRONA	SUBM. OCEANICO	7400 Kw	1180,00	1285,00	KEROSENE	30.158,73	114.000,00	87,00	98,28	6,50
A.R.C. INTREPIDO	SUBM. TACTICO	798	111,00	118,00	KEROSENE	1.640,21	6.200,00	600,00	7,11	N/A
A.R.C. INDOMABLE	SUBM. TACTICO	798	111,00	118,00	KEROSENE	1.640,21	6.200,00	600,00	7,11	N/A
A.R.C. GLORIA	BUQUE ESCUELA	960	1041,00	1150,00	ACPM+GASOLINA	36.248,41	137.019,00	N/A	N/A	40,00
A.R.C. QUINDIO	BUQ. HIDROGRAFICO	760	315,00	380,00	ACPM+GASOLINA	1.250,00	4.725,00	83,16	83,16	18,00
A.R.C. PROVIDENCIA	BUQ. OCEANOGRAF.	1570	742,70	1157,00	ACPM	55.571,67	210.060,90	285,00	338,00	60,00
A.R.C. MALPELO	BUQ. OCEANOGRAF.	1570	742,70	1157,00	ACPM	55.571,67	210.060,90	285,00	338,00	23,00
A.R.C. MY. JAIME ARIAS	DIQUE FLOTANTE	N/A	593,50	1113,00	ACPM	3.880,69	14.669,00	N/A	N/A	1,00
A.R.C. JAIME GOMEZ C.	PATRULLERA DE MAR	1500	65,00	80,00	ACPM	1.800,00	6.804,00	101,50	142,08	2,50
A.R.C. JORGE E. MARQUEZ	PATRULLERA OCEANICA	3620	250,00	388,00	ACPM+GASOLINA	-				

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. DESPLAZ.		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GL.)	CAPACIDAD DE COMB (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
							3,78			
A.R.C. JUAN N. PEÑA	PATRULLERA DE MAR	1500	65,00	80,00	ACPM	1.800,00	6.804,00	101,50	142,08	2,50
A.R.C. QUITASUEÑO	PATRULLERA DE MAR	1450	193,00	238,14	ACPM	15.780,56	59.650,50	72,00	95,00	18,00
A.R.C. GARCIA Y TOLEDO	PATRULLERA DE MAR	8240	95,10	142,06	ACPM	10.500,00	39.690,00	128,20	674,60	10,00
A.R.C. JUAN N. ESLAVA	PATRULLERA DE MAR	8240	95,10	142,06	ACPM + GASOLINA	10.500,00	39.690,00	128,20	674,60	10,00
A.R.C. BOCACCHICA	TRANSPORTE DE MAR	570	25,00	30,00	ACPM	-				
A.R.C. PABLO J. DE PORTO Y G.	PATRULLERA OCEANICA	3620	250,00	388,00	A.C.P.M. + GASOLINA	-				
A.R.C. MORROSQUILLO	L. DESMBARCO (LCU)	405	180,00	347,00	ACPM + GASOLINA	10.814,29	40.878,00	105,84	128,52	15,00
A.R.C. BAHIA HONDA	L. DESMBARCO (LCU)	405	180,00	347,00	ACPM + GASOLINA	10.814,29	40.878,00	105,84	128,52	15,00
A.R.C. BAHIA PORTETE	L. DESMBARCO (LCU)	405	180,00	347,00	ACPM + GASOLINA	10.814,29	40.878,00	105,84	128,52	15,00
A.R.C. PEDRO D. SALAS	TRANSPORTE MAR	200	15,00	25,00	ACPM	1.111,11	4.200,00	28,00	35,00	4,00
A.R.C. TOLU	TRANSPORTE MAR	560	224,00	300,00	ACPM	7.000,00	26.460,00			
A.R.C. CALIMA	TRANSPORTE MAR		75,00	11,04	ACPM	1.091,27	4.125,00			
A.R.C. VALEROSA	TRANSPORTE BAHIA	150	7,60	8,40	A.C.P.M.	300,00	1.134,00	45,50	56,70	N/A
A.R.C. LUCHADORA	TRANSPORTE BAHIA	150	7,60	8,40	A.C.P.M.	300,00	1.134,00	45,50	56,70	N/A
A.R.C. PLAYA BLANCA	TRANSPORTE BAHIA	525	33,00	40,00	ACPM	3.500,00	13.230,00	10,44	94,50	0,50
A.R.C. TIERRA BOMBA	TRANSPORTE BAHIA	288			ACPM	2.600,00	9.828,00	54,81	496,13	0,50
A.R.C. BELL SALTER	TRANSPORTE BAHIA	285	57,91	86,98	ACPM	2.602,91	9.839,00	107,73	122,83	60,00
A.R.C. ARTURUS	TRANSPORTE DE MAR	427	29,00	35,00	A.C.P.M.	3.000,00	11.340,00	22,68	45,36	12,00
A.R.C. TENERIFE	PATR. RAPIDA RIO	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
A.R.C. MALDONADO	REVOLCADOR DE BAHIA	144	0,64	1,00	A.C.P.M.	-				N/A
A.R.C. PORTETE	REVOLCADOR DE BAHIA	144	0,64	1,00	A.C.P.M.	-				N/A

COMANDO ESPECÍFICO SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE (GL)	CAP. COMB. (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. ESPARTANA	PATRULLERA OCEANICA	3620	278,60	358,20	ACPM-	18.518,52	70.000,00	1023,72	2249,28	18,00
A.R.C. SIRIUS	TRANSPORTE MAR	450	29,00	35,00	A.C.P.M.	3.071,43	11.610,00	37,58	52,99	1,00
A.R.C. BAHIA SANTA CATALINA	TRANSPORTE MAR	420	150,00	200,00	A.C.P.M.	14.880,95	56.250,00	170,10		6,00

FUERZA NAVAL DEL PACIFICO

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (T. DESPLAZ. (T.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GAL.)	CAPACIDAD DE COMB (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. BUENAVENTURA	APOYO LOGISTICO	3600	1979,00	3484,00	A.C.P.M.	232.804,23	880.000,00	172,00	782,00	70,00
A.R.C. PASCUAL ANDAGOYA	REVOLCADOR MAR	800	95,00	168,00	A.C.P.M.	4.232,80	16.000,00	35,00	72,00	12,00
A.R.C. JOSUE ALVAREZ	REVOLCADOR BAHIA	450	30,00	36,00	A.C.P.M.	3.600,00	13.608,00	45,36	189,00	2,00
A.R.C. GORGONA	BUQUE BALIZADOR	890	520,00	560,00	A.C.P.M. + GAS.	23.000,00	86.940,00	118,00	600,00	8,20
A.R.C. CASTILLO Y RADA	PATRULLERA DE MAR	2660	90,00	119,00	KEROSENE + GAS.	2.275,13	8.600,00	226,80	276,25	12,00
A.R.C. JOSE MARIA PALAS	PATRULLERA DE MAR	2660	100,50	115,00	KEROSENE + GAS.	2.500,00	9.450,00	226,80	525,00	8,00
A.R.C. MEDARDO MONZON C.	PATRULLERA DE MAR	2660	100,00	115,00	KEROSENE + GAS.	2.500,00	9.450,00	226,80	525,00	8,00
A.R.C. JAIME E. CARDENAS G.	PATRULLERA DE MAR	2660	90,00	119,00	KEROSENE + GAS.	2.270,90	8.584,00	226,00	525,00	8,00
A.R.C. BAHIA SOLANO	LANC. DESMBARCO	510	180,00	347,50	ACPM + GAS.	2.857,14	10.800,00	105,84	128,52	20,00

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GAL.)	CAPACIDAD DE COMB (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. BAHIA CUPICA	LANC. DESEMBARCO	510	180,00	347,50	ACPM+GAS.	2.857,14	10.800,00	105,84	128,52	20,00
A.R.C. BAHIA UTRIA	LANC. DESEMBARCO	510	180,00	347,50	ACPM+GAS.	2.857,14	10.800,00	105,84	128,52	20,00
A.R.C. BAHIA MALAGA	LANC. DESEMBARCO	510	180,00	347,50	ACPM+GAS.	2.857,14	10.800,00	105,84	128,52	20,00
A.R.C. ISLA PALMA	BUQUE BALIZADOR	115	20,00	23,00	A.C.P.M.	859,79	3.250,00	236,25	525,00	8,00
A.R.C. CALIMA	TRANSPORTE MAR	450	79,00	111,04	ACPM+GAS.	12.000,00	45.360,00	75,60	94,50	7,50
A.R.C. ORION	TRANSPORTE BAHIA	400	20,00	21,50	A.C.P.M.	700,00	2.646,00	68,04	68,04	6,75
A.R.C. PEGASSO	TRANSPORTE BAHIA	400	20,00	21,50	A.C.P.M.	700,00	2.646,00	68,04	68,04	6,75

FUERZA NAVAL DEL SUR

TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GAL.)	CAPACIDAD DE COMB (LT.)	CONSUMO DE COMB.		
		LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
NODRIZA FLUVIAL	250	68,00	80,00	A.C.P.M. + GAS.	2.800,00	10.584,00	45,36	64,50	3,30
REMOLCADOR FLUVIAL	115	20,00	48,00	A.C.P.M. + GAS.	648,15	2.450,00	10,00	15,50	3,80
REMOLCADOR FLUVIAL	120	22,00	27,00	A.C.P.M. + GAS.	350,00	1.323,00	10,00	12,00	3,70
REMOLCADOR FLUVIAL	280	55,00	66,00	A.C.P.M. + GAS.	5.000,00	18.900,00	56,70	64,30	3,80
REMOLCADOR FLUVIAL	228	24,00	32,00	A.C.P.M. + GAS.	2.116,40	8.000,00	37,80	68,00	3,80
REMOLCADOR FLUVIAL	900	55,00	66,00	A.C.P.M. + GAS.	5.000,00	18.900,00	56,70	64,30	62,00
REMOLCADOR FLUVIAL	900	50,00	60,00	A.C.P.M. + GAS.	5.000,00	18.900,00	56,70	64,30	3,60
NODRIZA FLUVIAL		100,00	155,65	A.C.P.M. + GAS.	7.902,65	29.872,00	50,00	68,00	
REMOLCADOR FLUVIAL	280	37,00	67,00	A.C.P.M. + GAS.	859,79	3.250,00	50,00	75,60	4,00
NODRIZA FLUVIAL	230	117,20	158,90	A.C.P.M. + GAS.	7.902,65	29.872,00	68,00	13,30	8,00
PATRULLERA FLUVIAL	900	205,00	275,00	A.C.P.M. + GAS.	15.000,00	56.700,00	105,00	121,00	10,00
PATRULLERA FLUVIAL	900	205,00	275,00	A.C.P.M. + GAS.	15.000,00	56.700,00	105,00	121,00	1,00
PATRULLERA FLUVIAL	900	205,00	275,00	A.C.P.M. + GAS.	15.000,00	56.700,00	105,00	121,00	1,00
PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
PATR. RAPIDA FLUVIAL	425	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
NODRIZA FLUVIAL			250,00	A.C.P.M.	10.500,00	39.690,00			

BRIGADA FLUVIAL DE I.M.

BAFLIM 50										
UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMB (GL.)	CAP. COMB. (LIT.)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. CALAMAR	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
A.R.C. MONCLART	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
A.R.C. CAUCAYA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	1,40	N/A
A.R.C. G. LONDOÑO VARGAS	NODRIZA FLUVIAL			250,00	A.C.P.M.	10.500,00	39.690,00			

BAFLIM 60										
UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE (GAL)	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE (L)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
						3,78				
A.R.C. JUAN LUCIO	PATRULLERA FLUVIAL	228	24,00	35,00	A.C.P.M.	2.000,00	7.560,00	37,80	68,00	10,00
A.R.C. CARLOS GALINDO	PATRULLERA FLUVIAL	228	24,00	35,00	A.C.P.M.	2.000,00	7.560,00	37,80	68,00	3,80
A.R.C. ALFONSO VARGAS	PATRULLERA FLUVIAL	260	24,00	31,00	A.C.P.M.	2.000,00	7.560,00	53,00	56,70	4,00
A.R.C. FRITZ HGALE	PATRULLERA FLUVIAL	260	24,00	31,00	A.C.P.M.	2.000,00	7.560,00	53,00	56,70	3,80
A.R.C. JAIME ROOK	PATRULLERA FLUVIAL	425	7,60	10,50	A.C.P.M.	1.500,00	5.670,00	50,00	115,00	N/A

UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (GA)	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (L)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
						3,78				
A.R.C. MOMPOX	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	16,00	N/A
A.R.C. OROQUE	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	16,00	N/A
A.R.C. MAGANGUE	PATR. RAPIDA FLUVIAL	850	10,00	11,60	A.C.P.M.	616,93	2.332,00	13,50	16,00	N/A
A.R.C. RIO MAGDALENA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO CAUCA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO ATRATO	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO SINU	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO SAN JORGE	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. SOCORRO	PATRULLERA FLUVIAL	260	140,00	190,00	A.C.P.M.	3.003,97	11.355,00	76,00	95,00	5,00
A.R.C. H. GUTIERREZ	PATRULLERA FLUVIAL	260	140,00	190,00	A.C.P.M.	3.174,60	12.000,00	15,12	30,24	5,00
BAFLIM 70										
UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (GA)	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (L)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. DILIGENTE	PATRULLERA FLUVIAL		30,00	85,00	A.C.P.M.	288,62	1.091,00	7,00	10,00	
A.R.C. CT. RIGOBERTO GIRALDO	REMOLCADOR FLUVIAL	130	30,00	35,00	A.C.P.M.	2.349,21	8.880,00	14,00	59,00	3,80
A.R.C. VENGADORA	PATRULLERA FLUVIAL	166	14,00	50,00	A.C.P.M.	4.000,00	15.120,00	30,24	37,80	3,80
A.R.C. SSIM MANUEL A. MOYAR	NODRIZA FLUVIAL	247	120,00	122,00	A.C.P.M.	7.209,52	27.252,00	15,00	18,00	5,00
A.R.C. SSIM JULIO CORREA H.	NODRIZA FLUVIAL	247	120,00	122,00	A.C.P.M.	7.209,52	27.252,00	15,00	18,00	1,20
A.R.C. MANACACIAS	NODRIZA FLUVIAL	247	139,00	130,00	A.C.P.M.	11.000,00	41.580,00	45,36	48,38	
BAFLIM 80										
UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (GA)	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (L)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. INIRIDA	REMOLCADOR FLUVIAL	295	60,00	66,00	A.C.P.M.	4.500,00	17.010,00	45,36	56,70	3,80
A.R.C. ARIARI	NODRIZA FLUVIAL	115	100,00	234,00	A.C.P.M.	10.846,56	41.000,00	45,36	56,70	43,50
A.R.C. TENERIFE	PATR. RAPIDA FLUVIAL				A.C.P.M.	595,77	2.252,00			
BAFLIM 90										
UNIDAD	TIPO UNIDAD	POTENCIA (BHP)	DESPLAZ. (Ton.)		TIPO COMBUSTIB.	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (GA)	CAPACIDAD DE MBUSTIBLE (L)	CONSUMO DE COMB.		
			LASTRE	MAXIM.				VEL. EC.	VEL. MAX.	PTO
A.R.C. RIO PUTUMAYO	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO CAQUETA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO ORINOCA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO ORTEGUAZA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO VICHADA	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A
A.R.C. RIO GUAVIARE	PATR. RAPIDA FLUVIAL	450	5,00	6,80	A.C.P.M.	159,79	604,00	18,00	52,00	N/A

Tabla No.2. Listado Unidades Armada Nacional por Fuerzas

La anterior información demuestra la alta cantidad de motores que tiene en servicio la Armada Nacional, así como una gran variedad de marcas, capacidades

y características, con las cuales tendría que operar el nuevo combustible propuesto, por lo tanto, se tomarán como referencia los más importantes y los que más se usan, como son las marcas MAN y CATERPILLAR.

Según el concepto técnico emitido por la empresa FERROSTAAL DE COLOMBIA, el cual es el distribuidor exclusivo para Colombia de motores marinos MAN, no tienen objeción para usar este tipo de combustible en los motores de la marca, ya sea tanto nuevos como los que llevan varios años en servicio. El concepto técnico es el siguiente:

Para los motores con sistema COMMON RAIL (HDI o TDCI el diesel debe tener un mínimo o nulo contenido de azufre...)

En los motores anteriores el azufre era un componente necesario que colaboraba en la lubricación...ese diesel útil en esos motores con valores de hasta 2000 ppm o más partes de azufre por millón... es muy contaminante y de ahí en Europa la norma EURO IV y la fabricación de los modernos motores HDI-ETC. que usan diesel entre 10 a 50 ppm como máximo...el sistema COMMON RAIL (conducto común) sus delicados y sofisticados inyectores ...más la bomba compresora...=> al ingresar el diesel con azufre..a esa alta presión.... temperatura...humedad...parte de este azufre se transforma en ácido sulfúrico que de poco a poco va dañando los inyectores y la bomba de alta ...cuya reparación es onerosa...y qué ocurre por lo general la falla después de vencida la garantía.

Para el caso de los motores diesel anteriores a esta norma que usen este combustible no tienen ningún problema.

Los motores viejos, como el del ARC "GLORIA" pueden utilizar los combustibles diesel nuevos con más bajo contenido de azufre sin ningún problema, pero las emisiones seguirán siendo altas. Al motor no le pasa nada, es más las toberas de los inyectores durarán más, pues estas son las que más sufren con los diesel con alto contenido de azufre.

Según este concepto, al utilizar este combustible en motores de última generación, estos lo requerirían con el fin de poder operar de manera óptima y de lograr el nivel

deseado de emisiones al ambiente. Para motores con varios años de uso, aunque no existe problema del cambio de combustible y sumado a los resultados positivos en el mantenimiento, el efecto deseado en el medio ambiente no tiene la repercusión que se esperaba.

Otro concepto técnico que se adjunta en el presente trabajo es el de la empresa GECOLSA S.A., la cual es la encargada de la comercialización y mantenimiento en Colombia de los motores CATERPILLAR y en la que, como cita el Ingeniero ALAN García, jefe de taller, se emite un concepto positivo sobre el cambio de combustible, así: “Entre menos contenido de azufre mejor, en cuanto a la calidad del combustible habría que ver es el porcentaje de Biocombustible que tiene, por decreto Colombia no produce ningún ACPM con más del 10% (pero si esta es una producción especial habría que preguntar). CAT no recomienda utilizar mezclas con más del 20%. De acuerdo con la carta de especificaciones enviada por ustedes el combustible al parecer cumple con la mayoría de las especificaciones.” La anterior afirmación se basa en el concepto técnico del Anexo A, en el cual describe las características mínimas que requiere un combustible para ser utilizado en motores de la marca en cuestión.

Otro punto a tener en cuenta, es que cada vez que se cambia el combustible es requerida la aprobación por parte de los fabricantes de aceite quienes homologan y validan el procedimiento, certificando que el motor no va a tener problemas en este aspecto al usar el nuevo producto y que además no tendrá efectos negativos secundarios como sedimentación o corrosión de las partes internas por la presencia del azufre en el combustible.

A continuación se expone la información suministrada por el Ingeniero en Aceites lubricantes Juan Montaña de la empresa SHELL de Colombia, quien avala el cambio de combustible sin necesidad de cambiar el aceite que se esté usando.

Como beneficio adicional se obtiene que los periodos de horas de uso del aceite se incrementan de manera importante, ya que se duplican los periodos entre cambios de aceite, teniendo un impacto positivo en el medio ambiente en este aspecto al reducirse las cantidades de aceites usados.

Así mismo, el cambio de combustible genera un importante impacto económico en la Armada Nacional, ya que disminuye el valor del gasto en la adquisición de lubricantes, el cual se analizara más adelante donde se realizara un estudio simple con un motor propulsor utilizado en las fragatas misileras tipo FS-1500 (cada fragata tiene 04 propulsores) para llegar a la conclusión que el ahorro en este aspecto es un asunto a tener en cuenta para una decisión final.

El concepto técnico en relación a los aceites a usar en los motores de manera textual es el siguiente:

En atención a su consulta sobre los nuevos combustibles de bajo azufre que están llegando al mercado Colombiano y como estos afectan a la lubricación de los equipos, me permito comentarle lo siguiente:

El contenido de azufre en el combustible es relevante para la selección de un lubricante y este puede afectar la vida útil del lubricante dentro del motor, en el caso de que los contenidos de azufre sean altos, de 500 ppm en adelante.

Como el caso es la disminución del azufre, no se esperan cambios que afecten la lubricación, sin embargo hay que tener precaución en la lubricación de las válvulas del motor.

El lubricante puede tener más vida útil al no tener que contrarrestar tanto azufre.

Con el lubricante Shell Sirius X40, que se está usando en la flota de ARC FNA, específicamente para los motores MTU, el cual tiene aprobación de MTU como lubricante tipo 2, este puede extenderse hasta 1000 horas de operación con un adecuado manejo de la filtración del aceite.

Hemos hecho un ejercicio de cálculo del beneficio económico de llevar los cambios a 1000 horas de operación con los siguientes resultados: [Ver tabla No. 3]

(...) Los mayores beneficios se verán en la calidad del medio ambiente, el cual es el sentido de la disminución del azufre.”

ARMADA NACIONAL

AHORROS ESTIMADOS POR EXTENSIÓN DE PERIODOS DE CAMBIO DE ACEITE

22-jul-2010

MOTOR MTU SERIE 1163

Concepto	Situación Actual - Cambio cada 500 horas	Situación Propuesta - Cambio cada 1000 horas
Nº Equipos	36	36
Horas promedio operativas de todos los equipos/ año.	72.000	72.000
Nº de cambios promedio/ año	144	72
Consumo de lubricante/ año - Galones	57.600	28.800
Ahorro en consumo de lubricantes/ año - Galones		28.800
Costo promedio Lubricante. Galón	\$30.909	\$30.909
Nº de horas de parada del equipo. Horas	576	288
Incremento de disponibilidad - Horas	-	288
Ahorro en Lubricante USD \$	-	\$890.181.818
AHORRO PARA UN PERIODO DE UN AÑO		\$890.181.818

Tabla No.3 Concepto Técnico SHELL de Colombia

6.2 VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

La operación de las unidades navales y fluviales es el pilar fundamental donde descansa la razón de ser de la Armada Nacional y esto solo es posible con la disponibilidad presupuestal para la adquisición de combustible suficiente que garantice estas actividades. En el presente año se han realizado contratos por un valor de \$48.000'000.000 (cuarenta y ocho mil millones de pesos) con el fin de poder mantener las unidades operando³². Para la Armada Nacional este valor representa un porcentaje importante en el presupuesto anual, razón por la cual, cualquier cambio al respecto sea estudiado con detenimiento y llevado a instancias decisorias de alto nivel jerárquico.

De acuerdo con información suministrada por el Ingeniero de Petróleos Diego Rincón, orgánico de la cadena de suministros de la Agencia Logística de las Fuerzas Militares en todo lo referente a la contratación de combustibles, el precio de un galón de combustible cualquiera para la Armada Nacional y el de ACPM como a manera de ejemplo, tiene una variación de \$2.823 pesos por galón dependiendo del lugar de entrega, siendo el más costoso el caso de la Base Naval ARC "PUERTO LEGUIZAMO" ubicada en el municipio de Puerto Leguizamo (Putumayo) y el más económico el entregado mediante bongo en la Ciudad de Cartagena. Esta variación también es sujeta a los precios fijados por ECOPETROL mensualmente.

La tabla a continuación muestra los precios de los combustibles suministrados a la Armada Nacional en el mes de enero de 2010 así:

³² Información suministrada por el Señor Capitán de Fragata Mauricio De León, Jefe de Presupuesto de la Armada Nacional el día 29 de Julio de 2010. Es el directamente responsable de esta labor dentro de la Jefatura de Apoyo Logístico de la Armada Nacional (JOLA)

PRODUCTO	SITIO DE ENTREGA	PRECIO FUERZA	PRESUPUESTO UNIDAD	CANTIDADES
ACPM	BAHIA MALAGA	5.802,61	17.567.000	3.027
ACPM	BUENAVENTURA	5.617,50	75.600.000	13.458
ACPM	CARTAGENA	5.152,05	34.901.000	6.774
ACPM	CARTAGENA	5.029,00	1.456.300.573	289.581
ACPM	PTO ASIS	7.097,31	69.000.000	9.722
ACPM	PTO LEGUIZAMO	7.852,73	977.988.641	124.541
ACPM MICROFITRADO	BAHIA MALAGA	6.254,15	1.491.204.913	238.434
ACPM MICROFITRADO	CARTAGENA	5.296,50	3.411.759.000	644.153

Tabla No.4. Precios combustible suministrado a la Armada Nacional Enero/2010, Cadena de Suministros, Agencia logística Fuerzas Militares.

Según la información suministrada por la empresa estatal de petróleos Ecopetrol, el precio del galón de Diesel Marino es el siguiente dependiendo de donde se adquiera (Ver tabla 5).

COMBUSTIBLE PARA ACTIVIDADES MARITIMAS Y PESQUERAS EN CARTAGENA
INCLUYE LA ARMADA NACIONAL VENTA LOCAL
\$/Galón
VIGENCIA: 00 HORAS DEL 01 JULIO DE 2010

CONCEPTO	ESTRUCTURA NAVES SIN CUPO	ESTRUCTURA NAVES CON CUPO	NAVES PESQUERAS CON CUPO
Ingreso al Productor	4.034,64	4.034,64	3.034,64
IVA	550,85	550,85	550,85
Impuesto Global	505,46		
Tarifa de Transporte	63,78	63,78	63,78
Margen plan de continuidad****	86,42	86,42	86,42
Precio Venta Distribuidor Final	5.241,16	4.735,69	3.735,69
Sobretasa (Cobrada por el Distribuidor Mayorista)	301,48		

Resolución 18 1190 - 12 nov/02, basado en la Resolución 220 de 3 sept/02 UPME, y Decreto 1505 de 2002, adicionada transitoriamente por la Resolución 181567 de Octubre 5 de 2007
Tarifa de Transporte según Resolución 181701 de Diciembre 23 de 2003

COMBUSTIBLE PARA ACTIVIDADES MARITIMAS Y PESQUERAS
EN SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA INCLUYE LA ARMADA NACIONAL VENTA LOCAL
\$/Galón
VIGENCIA: 00 HORAS DEL 01 JULIO DE 2010

CONCEPTO	ESTRUCTURA NAVES SIN CUPO	ESTRUCTURA NAVES CON CUPO	NAVES PESQUERAS CON CUPO
Ingreso al Productor	4.034,64	4.034,64	3.034,64
Impuesto Global	505,46		
Tarifa de Transporte	63,78	63,78	63,78
Margen plan de continuidad****	86,42	86,42	86,42
Precio en Cartagena	4.690,30	4.184,84	3.184,84
Cabotaje CTG-SAI **	495,56	495,56	495,56
Operación Muelle **	78,72	78,72	78,72
Precio en Planta de Abasto SAI	5.264,58	4.759,12	3.759,12
Sobretasa (Cobrada por el Distribuidor Mayorista)	301,48		

Tarifa de Transporte según Resolución 181701 de Diciembre 23 de 2003
** Tarifa de Transporte por cabotaje Resolución 8-2438 y 8.2439 del 23 diciembre/93, modificada con Resolución 181357 y 181358 de oct. 23/03, y 181299 de agosto 24/07 - Se actualiza el 1 de febrero de cada año con base al IPC del año inmediatamente anterior.
** Tarifa de Manejo, correspondiente al manejo y operación de los muelles utilizados por el Distribuidor Mayorista en Cartagena y San Andrés.
Resolución 8-2438 y 8.2439 del 23 diciembre/93, modificada con Resolución 181357 y 181358 de oct. 23/03. Se actualiza el 1 de enero de cada año con base al IPC del año inmediatamente anterior.

**COMBUSTIBLE PARA ACTIVIDADES MARÍTIMAS Y PESQUERAS EN BUENAVENTURA
INCLUYE LA ARMADA NACIONAL VENTA LOCAL
PRODUCTO DESDE YUMBO (TRANSPORTE POR POLIDUCTO)**

\$/Galón
VIGENCIA: 00 HORAS DEL 01 JULIO DE 2010

CONCEPTO	ESTRUCTURA NAVES SIN CUPO	ESTRUCTURA NAVES CON CUPO	NAVES PESQUERAS CON CUPO
Ingreso al Productor	4.034,64	4.034,64	3.034,64
IVA	550,85	550,85	550,85
Impuesto Global	505,46		
Tarifa de Transporte	349,78	349,78	349,78
Margen plan de continuidad****	86,42	86,42	86,42
Manejo y Despacho	55,31	55,31	55,31
Precio Venta Distribuidor Final	5.582,47	5.077,00	4.077,00
Margen	270,40	270,40	270,40
Precio Venta Final	5.852,87	5.347,41	4.347,41
Sobretasa (Cobrada por el Distribuidor Mayorista)	301,48		

Tarifa de Transporte según Resolución 181701 de Diciembre 23 de 2003, se actualiza anualmente en febrero
Manejo y Despacho incrementado por IPC anualmente en enero 1

**COMBUSTIBLE PARA ACTIVIDADES MARÍTIMAS Y PESQUERAS EN BUENAVENTURA
INCLUYE LA ARMADA NACIONAL VENTA LOCAL MARÍTIMO ENTRE CTGENA Y BVTURA**

\$/Galón
VIGENCIA: 00 HORAS DEL 01 JULIO DE 2010

CONCEPTO	ESTRUCTURA NAVES SIN CUPO	ESTRUCTURA NAVES CON CUPO	NAVES PESQUERAS CON CUPO
Ingreso al Productor	4.034,64	4.034,64	3.034,64
IVA	550,85	550,85	550,85
Impuesto Global	505,46		
Margen plan de continuidad****	86,42	86,42	86,42
Manejo y Despacho	468,16	468,16	468,16
Precio Venta Distribuidor Final	5.645,54	5.140,07	4.140,07
Margen	270,40	270,40	270,40
Precio Venta Final	5.915,94	5.410,48	4.410,48
Sobretasa (Cobrada por el Distribuidor Mayorista)	301,48		

Manejo y despacho, incrementado por IPC anualmente. Manejo y despacho, incrementado por IPC anualmente.

COMBUSTIBLE PARA NAVIERAS FLUVIALES

\$/Galón
VIGENCIA: 00 HORAS DEL 01 JULIO DE 2010

CONCEPTO	PRECIO
Ingreso al Productor	4.034,64
IVA	550,85
Impuesto Global	505,46
Margen	270,40
Sobretasa	301,48
Precio Venta Final	5.662,83

****Margen dirigido a remunerar a Ecopetrol S.A. las inversiones en el plan de continuidad para el abastecimiento del país. Resolución 18 2370 de Dio 29 de 2008

Tabla No. 5. Precios Diesel marino de acuerdo lugar de entrega.³³

Para el Diesel Normal y el de bajo nivel de azufre se obtienen los siguientes datos, en los cuales no existen diferencia entre los valores finales, siendo esta que el

³³ COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 1 de 2010 [En línea]. Disponible en <http://www.ecopetrol.com.co/documentos/41768PMEVPRECIOSCOMBUSTIBLES LIQUIDOSWEB2.xls>. [Citado el 10 de Agosto de 2010].

segundo sólo se entrega a través de poliducto en Facatativá y en Bogotá, mientras el diesel normal tiene mayores puntos de entrega distribuido en todo el país.

ESTRUCTURAS DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS VIGENTES A PARTIR DEL 01 DE JULIO DE 2010										
ITEM	(\$/Galón)									
	Gasolina Corriente	Gasolina Extra		Diesel (ACPM)	Diesel Bajo Azufre (ACEM)	Queroseno	Bencina Industrial	Aviagás	Combustóleo Generación	
		Ecopetrol	Reficar						Ecopetrol	Reficar
01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	01-jul-10	
Ingreso al productor	4.123,56	4.835,78	4.835,78	4.034,64	4.034,64	3.989,91	5.987,00	5.491,87	3.349,97	3.520,06
Tarifa de marcación	5,66	5,66	5,66	3,62	3,62					
Transporte y/o manejo	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Margen plan de continuidad****	86,42	86,42	86,42	86,42	86,42					
Impuesto global	762,64	877,04	877,04	505,46	505,46					
Impuesto a las ventas	562,44	624,58	624,58	550,85	550,85	638,39	957,92	878,70	536,00	563,21
Precio de venta al distr. Mayorista	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)
Margen mayorista *	256,88			270,40	270,40					
Sobretasa	1.269,69	1.776,95	1.776,95	301,48	301,48					
Precio de venta en planta de abasto mayorista	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)					
Margen minorista *	416,16			416,16	416,16					
Pérdida evaporación	(****)									
Transporte planta de abasto a Est. de servicio *	9,66			9,66	9,66					
Precio de venta al público	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)					

* Estos ítems se publican como una referencia y se calculan de acuerdo con lo dispuesto en las Resoluciones 18 1549 del 29 de Noviembre de 2004 y 18 0622 del 29 de Junio de 2005, 18 0822 del 29 de Junio de 2005, 180769 del 29 de Mayo de 2007, en el Artículo 1º de la Resolución 18 1334 del 29 de agosto de 2007, Resolución 181231 del 29 de Julio del 2008 y aquellas que las modifiquen o deroguen.

** Los ítems de la estructura de precios está regulada por la Resolución 8 2438 del 23 de diciembre de 1998 y las resoluciones que la modifiquen o deroguen.

*** Los precios del GLP están regulados por la Resolución 066 y 059 de la CREG y las resoluciones que las modifique o deroguen.

**** Margen dirigido a remunerar a Ecopetrol S.A. las inversiones en el plan de continuidad para el abastecimiento del país. Resolución 18 2370 de Dic 29 de 2009.

***** Se calculará de acuerdo con lo establecido con el artículo 6 de la Resolución 181088 del 23 de agosto de 2005.

TRM 1-25 MAYO

1.931,48

Tabla No.6. Estructura de precios de combustibles líquidos vigentes a partir del 01 de Julio de 2010³⁴

³⁴ Ibíd., p. 46

De acuerdo a la información suministrada por el Ingeniero Salín Maloof, encargado de la comercialización de combustibles de Ecopetrol para la Fuerzas Militares, el precio final al consumidor del combustible diesel normal y el de bajo contenido de azufre es igual, en razón a que el gobierno subsidia la diferencia de costos de producción entre ambos combustibles. Para Ecopetrol resulta más costoso producir el de bajo contenido de azufre, debido a los procesos adicionales en la fase de refinación que se requiere, pero por causa del subsidio quedan al mismo valor.

Además, informó que el diesel de bajo contenido de azufre solo es comercializado en la terminal de oleoductos Mansilla (Facatativa) y Puente Aranda (Bogotá), esto es debido a que en la actualidad el único consumidor de este producto es el servicio de transporte masivo de Bogotá TRANSMILENIO e igualmente se han iniciado pruebas en Medellín, no existiendo otros consumidores por el momento.

La ubicación de este combustible en los distintos puntos de la geografía nacional que requiere la Armada Nacional como ocurre en la actualidad, no ha sido proyectada aún por parte de Ecopetrol, debido a que no existe ningún pedido por parte de otros consumidores de este producto. Es por esto, que aunque comercialmente el ACPM normal y el de bajo porcentaje de azufre valen lo mismo, por el momento no es posible determinar los costos que tendría la distribución del segundo, ya que esta información se somete a lo establecido por Ecopetrol de acuerdo con los requerimientos que se le presenten.

6.3 ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO

Para poder realizar un análisis más preciso del costo-beneficio que tendría el cambio de combustible, es necesario tener en cuenta varios factores, algunos intangibles (que se pueden convertir en tangibles) y otros tangibles, ya que tienen un efecto directo en el presupuesto de la Armada Nacional.

Un beneficio intangible, es decir, que no se puede medir en un costo directo, es la protección del medio ambiente que se lograría con el cambio propuesto y que tendría una repercusión en la imagen de la Armada Nacional al ser pioneros en este tema. La legislación ambiental en Colombia es cada vez más estricta, en concordancia con las normas internacionales, en este contexto, si la Armada Nacional no toma las medidas adecuadas con la debida anticipación, tendría una imagen negativa ante el país en materia ambiental, pero lo más crítico es que podría llegar a recibir sanciones monetarias por el incumplimiento a la norma ambiental, lo cual es un factor claramente tangible que hay que tomar en cuenta.

Si se logra realizar este proyecto trabajando mancomunadamente con el Ministerio de Minas y Energía, Ecopetrol, los distribuidores de combustibles, así como los entes logísticos de la Armada Nacional, se podría hacer el cambio de combustible sin que se incrementen los presupuestos para tal fin.

Otro beneficio es que no habría cambio alguno en todo el proceso de almacenamiento del combustible en los tanques de las unidades de la Armada Nacional, ya sea en bases navales o unidades a flote, debido a que se continuaría con los procedimientos establecidos actualmente.

Los costos de mantenimiento de los motores no se verían incrementados por esta variación, si no por el contrario tenderían a reducirse por los periodos de cambio de aceite, como se explicó anteriormente, así como el incremento de periodos de mantenimiento de algunas partes de los motores, tales como los inyectores, obteniéndose el resultado de mantenimiento más económicos.

Este cambio tiene muchas cosas positivas si se realiza de una manera organizada y trabajando de manera conjunta con todas las partes que integran el proceso de suministro de combustible para las unidades de la Armada Nacional.

7. PROPUESTA

7.1 FICHA TÉCNICA COMBUSTIBLE PROPUESTO

Para poder entender la ficha técnica del combustible que se propone, es necesario compararlo con las fichas técnicas de otros combustibles que están en el mercado y así obtener un concepto más claro sobre qué elementos son los que cambian, para lograr entender el porqué de los incrementos de los costos, además de los beneficios que estos presentan.

Primero se analizará la ficha técnica del combustible denominado "diesel marino", que es utilizado especialmente como combustible en motores tipo diesel de embarcaciones marinas o fluviales generalmente de baja tecnología. También puede usarse para generar energía mecánica y eléctrica, y en quemadores de hornos, secadores y calderas.

Una de las características más relevantes a tener en cuenta en esta ficha técnica es el contenido de azufre que es de 1.500 partes por millón, este indicador determina a primera vista la calidad del combustible que se está analizando, sin dejar de lado las demás características.

Producto : Diesel marino	
Grado	Aceite combustible para motores
Referencia	ASTM 2069 / Resolución 80195 de1999
Actualización	Marzo 1, 2005

Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Azufre	ppm	ASTM D 4294 (1)		1,50
Cenizas	g/100 g	D 482		0,01
Densidad a 15 °C	Kg/m3	ASTM D 287 (2)		890
Indice de Cetano		ASTM D 4737 (3)	40	
Número de Cetano		ASTM D 613 (4)	40	

Punto de Inflamación	°C	ASTM D-93	60	
Residuos de carbón, Micro (10 % fondo)	g/100 g	ASTM D4530		0,2
Viscosidad a 40 °C	mm ² /s	ASTM D445	1,5	6,0

Ref. Resolución 80195 de MinMinas de Febrero 9 de 1999 e ISO 8217

- (1) Método alterno D2622
- (2) Método alterno D4052-D1298
- (3) Método alterno D 976
- (4) Método alterno D6890

Tabla No. 7 Ficha Técnica Diesel Marino³⁵

Cuando se analiza el combustible denominado de manera comercial “diesel corriente”, se observa a primera vista una reducción a solo 500 partes por millón, lo cual repercute en los costos, así como en la manera en que puede afectar la operación y mantenimiento de la maquinaria.

Según Ecopetrol este es un combustible ideal para motores tipo diesel de automotores de trabajo medio y pesado, que operan bajo condiciones de alta exigencia en vías y carreteras del país, o sea, que su principal objetivo de uso es el parque automotor. También, puede ser usado en máquinas tipo diesel de trabajo medio y pesado que trabajan fuera de carretera, tales como las usadas en actividades de explotación minera, agricultura, construcción, entre otros.

³⁵ COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37375> [Citado el 12 de Agosto de 2010].

Producto: Diesel Corriente (1)				
Grado		Combustible automotor e industrial		
Referencia		ASTM D 975 / NTC 1438 (Norma Técnica Colombiana) / Resolución 1565 de Diciembre 27 de 2004, Resolución. 182087 de Diciembre 17 de 2007; Ley 1205 de 2008		
Actualización		Enero 01, 2010		
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Agua y Sedimento	mL/100 mL	ASTM D 1796 (2)		0,05
Azufre	ppm	ASTM D 4294 (3)		500
Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D 5186 (4)		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 (5)
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 (6)		Reportar
Índice de Cetano (7)		ASTM D 4737 (8)		45
Número de Cetano (9)		ASTM D 613 (10)		43
Punto de Fluidez	°C	ASTM D 97 (11)		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 ² /s	ASTM D 445	1,9	5,0

(1) Resolución 0447 de 2003 y NTC 1438

(2) Método alternativo D-2709

(3) Método alternativo D-2622

(4) Métodos alternos: D-1319, Método Infrarrojo, UV-VIS, Espectrometría de masas

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

(6) Método alternativo D 1298, D 287

(7) Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin

mezcla con otros componentes de refinería

(8) Método alternativo D 976

(9) Válido para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano.

(10) Método alternativo D6890

(11) Método alternativo D 5949

Tabla No.8 Ficha Técnica Diesel Corriente³⁶

A continuación se expondrá la ficha técnica del combustible objeto de la presente investigación con el nombre de "Diesel Extra", que para la investigación se denominó "Diesel Ecológico", observando a simple vista que el nivel de azufre es de tan solo 50 partes por millón, lo cual tiene una serie de consecuencias en la operación y mantenimiento que más adelante se va a profundizar.

El objetivo comercial que se espera de este combustible, es ser especialmente utilizado en motores diesel de automotores de transporte urbano que operan bajo condiciones de baja y mediana exigencia y tecnologías limpias, se puede observar que para Ecopetrol no está contemplado el uso de este combustible en equipos marinos ya que es un mercado del cual no se han realizados estudios o requerimientos para este campo.

Producto: Diesel Extra (1)				
Grado		Combustible automotor e industrial		
Referencia		ASTM D 975 / Resolución 1565 de Diciembre 27 de 2004, Resolución 182087 de Diciembre 17 de 2007; Ley 1205 2008		
Actualización		Enero 01, 2010		
Características	Unidades	Métodos	Mínimo	Máximo
Agua y Sedimento	mL/100 mL	ASTM D 1796 (2)		0,05
Azufre	ppm	ASTM D 4294 (3)		50

³⁶ COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37368> [Citado el 12 de Agosto de 2010].

Aromáticos	mL/100 mL	ASTM D 5186 (4)	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 (5)
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 (6)	Reportar
Indice de Cetano (7)		ASTM D 4737 (8)	45
Numero de Cetano (9)		ASTM D 613 (10)	45
Punto de Fluidez	°C	ASTM D 97 (11)	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 ² /s	ASTM D 445	1,9

- (1) Resolución 0447 de 2003 y NTC 1438
- (2) Método alterno D-2709
- (3) Método alterno D-2622
- (4) Métodos alternos: D-1319, Método Infrarrojo, UV-VIS, Espectrometría de masas
- (5) El valor 2 se refiere a valores 2a, 2b o 2c
- (6) Método alterno D 1298, D 287
- (7) Válido para diesel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezcla con otros componentes de refinería
- (8) Método alterno D 976
- (9) Válido para diesel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de cetano.
- (10) Método alterno D6890
- (11) Método alterno D 5949

Tabla No. 9 Ficha Técnica Diesel Extra³⁷

³⁷ COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37369> [Citado el 13 de Agosto de 2010].

Uno de los aspectos más importantes a tratar, es que todo lo concerniente con el almacenamiento, distribución y consumo del combustible no requiere cambio alguno en ninguna de las fases, ni modificación a los sistemas de filtrado de propulsores o cambio en algún parámetro de operación de los motores existentes en operación.

7.2 IMPLEMENTACIÓN

La implementación del combustible puede hacerse por fases, empezando con unidades tipo, para luego pasar a puntos de distribución o sea por unidades con la misma base principal, con el fin de que los procesos de cambio no sean traumáticos y poder lograr una cobertura nacional que abarque todas las unidades a lo largo y ancho del país.

Este cambio se orienta hacia el futuro de la legislación Colombiana en materia Ambiental, igualmente, va en concordancia con todo lo que tiene que ver con el cumplimiento de normas ambientales que se están estableciendo en un mundo cada vez más globalizado. Por lo anterior, la Armada Nacional debería iniciar el proceso de cambio desde ahora, para que cuando esas normas sean de estricto cumplimiento en el país, ya se haya terminado el proceso o por lo menos esté en alguna de sus fases de desarrollo.

8. CONCLUSIONES

- 1) Las normas de emisión son necesarias para estimular la reducción de las emisiones en los motores diesel. Estas normas deben basarse en estudios confiables, prácticos de implementar. Sin embargo, las normas deben apuntar a que se produzcan considerables mejoras en la calidad del aire. Esto sólo se puede lograr si se dispone de combustible con mínimos niveles de azufre.
- 2) Colombia y su marina de guerra, tienen que seguir cumpliendo las normas ambientales y más aun teniendo como factor un mundo globalizado en el que un país puede verse afectado por las acciones u omisiones ambientales de otro.
- 3) El cambio del sistema de combustible tendrá un beneficio que es difícil de cuantificar, como es la protección del medio ambiente, logrando una reducción de emisiones atmosféricas aproximadas de un 30% en los factores de emisión de contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂) y óxidos de nitrógeno (NOx), así como del 62% para el material particulado, logros obtenidos en otras aplicaciones de motores diesel.
- 4) Obteniendo los resultados esperados, la Armada Nacional se pondría a la vanguardia en los temas ambientales de aplicación marina, logrando una imagen positiva no solo ante el país sino ante los organismos ambientales internacionales.
- 5) Al hacer el cambio de combustible, a Armada Nacional estaría adelantándose al continuo cambio de la normatividad ambiental, no sólo en Colombia sino a nivel mundial, logrado a través de un programa definido

por la institución de acuerdo a sus necesidades y no impuesto para el cumplimiento de las normas ambientales.

- 6) La decisión del cambio del combustible debe darse por parte del más alto nivel del mando en la Armada Nacional, por todas las implicaciones que este acarrearía tanto en la parte económica como en la operacional, respondiendo, claro está, al asesoramiento técnico que se dé por parte de la Jefatura de Material Naval, siendo este el directo responsable de supervisar el proyecto.
- 7) Aunque en la actualidad este combustible se está empezando a comercializar en Colombia, es importante tener claro que dentro de algunos años será el que establezca el gobierno, esto debido a la homologación que se requiere con las normas internacionales como EURO V, la cual ya se está implementando en Europa y que dentro de poco será una norma obligatoria, forzando a Colombia a seguir estos pasos en un mundo cada vez más estricto en normas ambientales.
- 8) Para la Armada Nacional este es el momento ideal para iniciar los cambios e implementar este nuevo combustible, de una manera programada, en la cual se puedan obtener resultados positivos y alcanzar las metas según lo planeado. De no tomar acción inmediata llegará el momento en que la norma sea de obligatorio cumplimiento, sin que se esté preparado para afrontarla, siendo la Armada la que tenga que ajustarse con un plan de choque, el cual solo buscara cumplir la norma sin poder obtener los beneficios que se lograrían con un planeamiento adecuado.

9. RECOMENDACIONES

- 1) Es necesario acrecentar más el campo de la investigación y desarrollo de nuevas alternativas de energía para ser implementadas en todas las actividades que desarrolla el hombre, en pro de su beneficio y productividad, tanto en el campo de desarrollo económico e industrial como el campo de actividades de seguridad y defensa, que es en el cual nos desenvolvemos y somos autoridad generadora de credibilidad y ejemplo.
- 2) Se recomienda que el cambio del combustible tenga un seguimiento por parte de la casa fabricante de cada motor a través de su representación en Colombia, con el fin de que se haga un seguimiento al proceso y recibir las recomendaciones que se obtengan para tener una mayor certeza de que el proceso se está desarrollando de manera adecuada y acorde con los parámetros del fabricante.
- 3) También es importante que el proveedor de todo lo que tiene que ver con los lubricantes, siga el proceso de cambio, con el fin de determinar y dar concepto de desempeño de los lubricantes basados claro está en los análisis de laboratorio, en los periodos en que se recomienden, para poder así garantizar que no existan novedades en el proceso de cambio y poder establecer de manera práctica el rendimiento de los lubricantes con sus nuevos periodos de cambios.
- 4) Sería vital que en el periodo de transición también exista un grupo especializado por parte del Astillero COTECMAR, el cual con la experiencia del personal que labora en el Taller de Motores, sea parte del proceso y haga las observaciones y recomendaciones a las cuales haya a lugar.
- 5) La supervisión final de todo el proceso recaería en la Jefatura de Material Naval (JEMAN), quien con el apoyo de las Jefaturas de Ingeniería de las respectivas Fuerzas, actuando en su representación en las unidades de la Armada Nacional

de todo el país, den el aval al finalizar cada fase de cambio que haya sido programada.

- 6) Se deben iniciar acercamientos con la empresa ECOPETROL, con el fin de determinar los costos finales del combustible teniendo en cuenta los puntos de entrega que requiere la Armada Nacional y así poder tener costos reales, además que se inicie todo el movimiento interno que se requiera para que los proveedores cumplan con las entregas.
- 7) Realizar los acercamientos con el Gobierno Nacional especialmente con el Ministerio de Minas y Energía, con el fin de mantener los subsidios a la producción de este combustible, para que el precio final se mantenga y no se incrementen los costos finales que afectarían el presupuesto de la Armada en este Rubro.
- 8) Este proyecto debe involucrar todos los entes que tienen participación en el proceso, desde el Comando de la Armada Nacional quien realizaría los acuerdos con el Ministerio de Minas y Energía con el fin de lograr mantener los subsidios que tiene este combustible, incluyendo la Jefatura de Material Naval que centraliza y supervisa el proyecto, así como la Jefatura de Operaciones Logísticas, y ECOPETROL, estableciendo los procedimientos administrativos y determinando costos en los puntos de entrega solicitados por parte de la Armada Nacional.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Características de los contaminantes. En Nuevo León Unido, 05 septiembre 2009 [En línea]. Disponible en http://www.nl.gob.mx/?P=med_amb_mej_amb_sima_cont [Citado el 29 de junio de 2010].
2. Empezó distribución de diesel ecológico en Bogotá. En: Periódico El Espectador, 4 Febrero 2010. [En línea]. Disponible en: www.elespectador.co/articulo185841-empezo-distribucion-de-diesel-ecologico-bogota. [Citado el 27 de junio de 2010].
3. Protocolo de Kioto, fabriciomab 28 de junio de 2009 [En línea]. Disponible en <http://fabriciomab.blogdiario.com/i2009-06/>, [Citado el 24 de junio de 2010].
4. Problemas ambientales, EDUTEKA, 01 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.eduteka.org/proyectos.php/1/2328>, [Citado el 21 de junio de 2010].
5. National Energy Board, World Primary Energy Consumption by Fuel Type, 2006, Noviembre de 2007, [En línea]. Disponible en <http://www.neb.gc.ca/clfnsi/rnrgynfmrn/nrgyrprt/nrgyftr/2007/nrgyftr2007chptr2-eng.html>, [Citado el 20 de Agosto de 2010].
6. Medio ambiente, slideshare, 16 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.slideshare.net/nadyavila/medio-ambiente-4565638>, [Citado el 29 de junio de 2010]
7. MEZA, Oscar J. ¿A dónde va caer este globo?, Medellín, 2010, p. 135
8. Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente, Agosto de 2008, [En línea]. Disponible en <http://www.dadma.gov.co/actualidad.php?numnoti=cp1> [Citado el 03 de Julio de 2010]
9. Medio ambiente, Efecto Invernadero, 16 de junio de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto-invernadero1.htm>, [Citado el 20 de Agosto de 2010].

10. Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente, Agosto de 2008, [En línea]. Disponible en <http://www.dadma.gov.co/actualidad.php?numnoti=cp1> [Citado el 02 de Julio de 2010].
11. Contraloría General de la República, Diplomado en Control Fiscal Ambiental, módulo 1. Básicos ambientales y conceptos de desarrollo sostenible, Octubre 06 de 2008, [En línea]. <http://www.utp.edu.co/php/institutoambiental/05.ProblemasAmbientales.pdf>, [Citado el 19 de Septiembre de 2010].
12. Problemas medio ambientales, Eco climático, Enero 23 de 2010, [En línea]. Disponible en <http://www.ecoclimatico.com/archives/problemas-medioambientales-128>, [Citado el 19 de junio de 2010].
13. MAZZEO, N. Lineamientos para la Elaboración de Presupuestos Mínimos de Calidad del Aire. Argentina. 2005, [En línea]. Disponible en <http://www.dsostenible.com.ar/situacion/prodia-1/lineam-prescalair-mazzeo.html>, [Citado el 19 de septiembre de 2010].
14. Kenneth Wark – Cecil F. Warner. Contaminación del Aire. Origen y control. Universidad de Purdue. 10ª ed. México D.F. 2002. 649p.
15. Euro IV a los buses colombianos: Minambiente anunció la llegada de esta tecnología. En: Periódico El Tiempo, 4 Febrero 2010. [En línea]. Disponible en: http://www.eltiempo.com/motor/vehiculos/ARTICULO-WEBPLANTILLA_NOTA_INTERIOR-7128307.html [Citado el 06 de Febrero de 2010].
16. CONAMA, Impacto medioambiental del sector marítimo: emisiones atmosféricas, España, 2005, p.16.
17. Contaminación de la Atmósfera por las Máquinas de Barcos, Maquina de Barcos, 07 de Septiembre de 2008, [En línea]. Disponible en <http://maquinasdebarcos.blogspot.com/2008/09/contaminacin-de-la-atmsfera-por-las.html>, [Citado el 06 de junio de 2010].
18. CONAMA, Impacto medioambiental del sector marítimo: emisiones atmosféricas, España, 2005, p.35.

19. ANAVE, "Las ventajas medioambientales del transporte marítimo", España, Octubre 22 de 2008, p.8.
20. Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, Diesel bajo en azufre, 07 de Septiembre de 2008, [En línea]. Disponible en http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/Actions/Tool10/index.html [Citado el 21 de Agosto de 2010].
21. Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, Informe Anual del PNUMA- 2005, [En línea]. Disponible en http://www.unep.org/tnt-unep/toolkit_esp/Actions/Tool10/index.html [Citado el 21 de Agosto de 2010].
22. REINO UNIDO, PROTOCOLO DE LONDRES. "Convenio Internacional Marpol 73/78 para prevenir la contaminación por los buques". [En línea] Disponible en: <http://www.cetmar.org/documentacion/MARPOL.pdf>, [Citado el 17 de Julio de 2010].
23. JAPÓN, ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, Protocolo de Kyoto. "acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases que causan el calentamiento global". [En línea] Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, [Citado el 24 de Julio de 2010].
24. COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 9 de 1979, "Por la cual se dictan medidas sanitarias" [En línea] Disponible en: <http://www.unad.edu.co/ambiental/images/stories/documentos/NORMATIVO APLICABLE / LEY 09 - 1979.pdf>. [Citado el 12 de Agosto de 2010].
25. COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 02 de 1982 "Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas" [En línea] Disponible en: <http://www.notinet.com.co/serverfiles/servicios/archivos/na/d2-82.htm>. [Citado el 13 de Agosto de 2010].

26. COLOMBIA, CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993 “Por la cual se crea el Ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se dictan otras disposiciones” [En línea] Disponible en: <http://www.crautonomia.gov.co/documentos/Ley099.pdf>. [Citado el 13 de Agosto de 2010].
27. COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Decreto 948 de 1995 “Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, el Decreto - Ley 2811 de 1974; la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire” [En línea] Disponible en: http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1995/junio/05/dec0948051995.pdf., [Citado el 13 de Agosto de 2010].
28. COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Resolución 898 de 1995 “Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores” [En línea] Disponible en: http://www.indumil.gov.co/doc/normas%20ambientales/Resoluciones/res89_1995.pdf. [Citado el 20 de Agosto de 2010].
29. Ibíd.
30. COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 005 de 1996 “Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones” [En línea] Disponible en: http://www.corporinoquia.gov.co/ktml2/images/uploads/res_005_1996.pdf. [Citado el 21 de Agosto de 2010].

31. COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 1 de 2010 [En línea]. Disponible en http://www.ecopetrol.com.co/documentos/41768PMEVPRECIOSCOMBUSTIBLES_LIQUIDOSWEB2.xls. [Citado el 10 de Agosto de 2010].
32. *Ibíd.*, p. 46.
33. COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37375> [Citado el 12 de Agosto de 2010].
34. COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37368> [Citado el 12 de Agosto de 2010].
35. COLOMBIA, EMPRESA ESTATAL DE PETRÓLEOS (ECOPETROL), Julio 15 de 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=216&conID=37369> [Citado el 13 de Agosto de 2010].

GLOSARIO

Aerosoles

Una dispersión de partículas microscópicas, solidas o liquidas, en medios gaseosos.

Antropógeno

Resultante de la actividad de los seres humanos o producido por éstos.

Contaminantes

Se definen como todos los elementos, compuestos o sustancias, su asociación o composición, derivado químico o biológico, así como cualquier tipo de energía, radiación, vibración o ruido que, incorporados en cierta cantidad al medio ambiente y por un periodo de tiempo tal, pueden afectar negativamente o ser dañinos a la vida humana, salud o bienestar del hombre, a la flora y la fauna, o causen un deterioro en la calidad del aire, agua y suelos, paisajes o recursos naturales en general.

Contaminación del aire

Presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y tal duración que puedan afectar la salud y la vida humana, de animales, de plantas o de edificaciones. Estos contaminantes pueden ser de origen natural o producidos por el hombre.

Fuente de emisión

Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención susceptible de emitir contaminantes al aire.

Gas de efecto invernadero

Gas que absorbe radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación (radiación infrarroja) emitido por la superficie de la Tierra, por la atmósfera y por las nubes. El gas emite a su vez radiación infrarroja desde un nivel en el que la temperatura es más baja que en la superficie. El efecto neto consiste en que parte de la energía absorbida resulta atrapada localmente y la superficie del planeta tiende a calentarse. En la atmósfera de la Tierra, los gases de efecto invernadero son, básicamente: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y ozono (O₃). Se emplea a veces el término "gas de efecto invernadero" en un sentido restrictivo que excluye los gases sometidos a control en los términos del Protocolo de Montreal.

Hollín

Aglomeración de partículas de carbón.

Materia particulada

Término que se utiliza para describir las materias sólidas y líquidas, dispersas y arrastradas por el aire, mayores que las moléculas individuales (las moléculas miden aproximadamente 0,002 μm de diámetro) pero menores de 500 μm (1 μm = 1 micrómetro = 10^{-4} cm) las partículas en este rango de tamaño tienen una vida media en suspensión que varía desde unos cuantos segundos hasta varios meses. Las partículas menores de 0,1 μm experimentan movimientos aleatorios resultantes de la colisión con las moléculas individuales. Las partículas entre 0,1 y 1 μm tienen velocidades de asentamiento significativas pero pequeñas. Las partículas por encima de aproximadamente 20 μm , tienen grandes velocidades de asentamiento y se eliminan del aire por gravedad y otros procesos de inercia. Una porción de las partículas introducidas en la atmósfera por las actividades del hombre, sirven

como núcleos de condensación que influyen en la formación de nubes, lluvia y nieve. Algunas ciudades presentan una precipitación mínima definida, los domingos cuando las concentraciones de partículas son muy bajas.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro. Es muy estable y tiene una vida media de dos a cuatro meses. El gas CO se genera como producto de desecho en la combustión incompleta del carbón, madera, aceite y otros combustibles productos del petróleo (gasolina, propano, kerosene, etc.). Este gas aunque no tiene olor en sí, generalmente ocurre en combinación con otros gases producto de la combustión que sí tienen olores característicos. La fuente principal de CO son los motores de combustión interna. El CO también se genera en operaciones industriales tales como reparación de automóviles, refinación del petróleo y manufactura de acero y productos químicos.

El CO es un gas asfixiante químico, lo cual significa que reduce la habilidad de la sangre de transportar el oxígeno. La asfixia o sofocación ocurre porque la sangre no transporta suficiente oxígeno al cuerpo. El gas CO se absorbe en la sangre a través de los pulmones. La inhalación del gas CO puede ocasionar dolor de cabeza, náusea, mareo, debilidad, respiración rápida, pérdida del conocimiento y muerte. Altas concentraciones de CO pueden ser fatales rápidamente sin presentar síntomas significativos de aviso.

Las emisiones globales del monóxido de carbono son grandes (350 millones de toneladas/año en 2005) de las que aproximadamente el 20% son obra del hombre. Una tal concentración resultaría en un aumento de 0,03 ppm/año en la concentración ambiental.

Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión

Es el nivel de concentración legalmente permisible, de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire establecido por el Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Número Base Total (TBN)

EL TBN es una expresión de la cantidad de aditivos alcalinos en el lubricante de motor, los que pueden neutralizar los productos ácidos de la combustión. Un aceite nuevo empieza con un TBN más alto que lo necesario, dependiendo de la cantidad de azufre en el combustible usado o del nivel de detergente deseado. El TBN disminuye a medida que los aditivos alcalinos neutralizan los ácidos. La determinación del TBN es esencial en el establecimiento de intervalos de drenaje del aceite.

Opacidad

Es el grado de reducción que ocasiona una sustancia al paso por ella de la luz visible.

Óxidos de Azufre (SO_x)

El dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃) son los óxidos dominantes del azufre presentes en la atmósfera. El SO₂ es un gas incoloro, no flamable y no explosivo que produce una sensación de ambiente pesado a concentraciones de 0,3 a 1,0 ppm en el aire. A concentraciones mayores de 3.0 ppm, el gas tiene un olor irritante. El SO₂ se convierte en trióxido de azufre o ácido sulfúrico y sus sales, mediante procesos fotoquímicos o catalíticos en la atmósfera. Los óxidos de azufre en combinación con las partículas y la humedad del aire producen los

efectos más perjudiciales atribuidos a la contaminación atmosférica del aire. Las partículas en suspensión en la atmósfera reducen el rango visual al dispersar y absorber la luz. Cuando se combina con agua en el aire, produce un ácido sulfúrico débil, corrosivo, que es uno de los ingredientes de la lluvia ácida.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Incluyen el óxido nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el óxido nitroso (N₂O). El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) se suelen considerar en conjunto con la denominación de NO_x y son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación.

El emitido en más cantidad es el NO, pero sufre una rápida oxidación a NO₂, siendo este el que predomina en la atmósfera. NO_x tiene una vida corta y se oxida rápidamente a NO₃⁻ en forma de aerosol o a HNO₃ (ácido nítrico). Tiene una gran trascendencia en la formación del smog fotoquímica, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción del ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida. En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas y corroe tejidos y materiales diversos.

Las actividades humanas que los producen son, principalmente, las combustiones realizadas a altas temperaturas.

Óxido nitroso (N₂O)

En la troposfera es inerte y su vida media es de unos 170 años. Va desapareciendo en la estratosfera en reacciones fotoquímicas que pueden tener influencia en la destrucción de la capa de ozono. También tiene efecto invernadero y procede fundamentalmente de emisiones naturales (procesos microbiológicos en

el suelo y en los océanos) y menos de actividades agrícolas y ganaderas (alrededor del 10% del total).

Partículas

Cualquier material, excepto agua no combinada, que existen en estado sólido o líquido en la atmósfera.

Polvo

Partículas sólidas de un tamaño mayor que el coloidal, capaces de estar en suspensión temporal en el ambiente.

Protocolo de Montreal

El Protocolo de Montreal de 1987 relativo a las sustancias que Agotan la Capa de Ozono, posteriormente modificado en Londres (1990), Copenhague (1992), Viena (1995) y Montreal (1997), controla el consumo y producción de sustancias químicas que contienen cloro y bromo y que destruyen el ozono de la estratosfera.

Partes por millón (PPM)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por millón de partes iguales. Cada millonésima parte de este volumen, correspondiente a la sustancia objeto de estudio, se considera una parte por millón de la sustancia. Las PPM se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

ANEXOS

ANEXO A. CONCEPTO TÉCNICO EMITIDO POR FERROSTAAL DE COLOMBIA

ANEXO B. CONCEPTO TÉCNICO EMITIDO POR GECOLSA S.A.

ANEXO A

CONCEPTO TECNICO EMITIDO FERROSTAAL DE COLOMBIA

PARA LOS MOTORES CON SISTEMA COMMON RAIL (HDI O TDCI EL DIESEL DEBE TENER UN MINIMO O NULO CONTENIDO DE AZUFRE...)

EN LOS MOTORES ANTERIORES EL AZUFRE ERA UN COMPONENTE NECESARIO QUE COLABORABA EN LA LUBRICACION ...ESE DIESEL UTIL EN ESOS MOTORES CON VALORES DE HASTA 2000 PPM.O MÁS PARTES DE AZUFRE POR MILLON... ES MUY CONTAMINANTE Y DE AHÍ EN EUROPA LA NORMA EURO IV. Y LA FABRICACION DE LOS MODERNOS MOTORES HDI-ETC. QUE USAN DIESEL ENTRE 10 A 50 PPM COMO MÁXIMO...EL SISTEMA COMMON RAIL (CONDUCTO COMUN) SUS DELICADOS Y SOFISTICADOS INYECTORES ...MAS LA BOMBA COMPRESORA...=> AL INGRESAR EL DIESEL CON AZUFRE..A ESA ALTA PRESION...TEMPERATURA...HUMEDAD...PARTE DE ESTE AZUFRE SE TRANSFORMA EN ÁCIDO SÚLFURICO QUE DE POCO A POCO VA DAÑANDO LOS INYECTORES Y LA BOMBA DE ALTA ...CUYA REPARACION ES HONEROSA...Y QUE OCURRE POR LO GENERAL FALLA DESPUES DE VENCIDA LA GARANTÍA..

PARA EL CASO DE LOS MOTORES DIESEL ANTERIORES A ESTA NORMA QUE USEN ESTE COMBUSTIBLE NO TIENEN NINGÚN PROBLEMA.

LOS MOTORES VIEJOS, COMO EL DEL ARC GLORIA PUEDEN UTILIZAR LOS COMBUSTIBLES DIESEL NUEVOS CON MAS BAJO CONTENIDO DE AZUFRE SIN NINGÚN PROBLEMA, PERO LAS EMISIONES SEGUIRÁN SIENDO ALTAS. AL MOTOR NO LE PASA NADA, ES MÁS LAS TOBERAS DE LOS INYECTORES DURARÁN MÁS, PUES TESTAS SON LAS QUE MÁS SUFREN CON LOS DIESEL CON ALTO CONTENIDO DE AZUFRE.

A diferencia de la normativa Euro 3, los nuevos valores límite establecidos para Euro 4 y Euro 5 constituyen un salto de calidad, que no puede lograrse con un perfeccionamiento técnico de los motores: es imprescindible utilizar sistemas sofisticados para el tratamiento de los gases de escape.

Normas Euro 5 y Euro 6: reducción de las emisiones contaminantes de los vehículos ligeros

La Unión Europea refuerza los valores límite de las emisiones contaminantes aplicables a los vehículos de carretera ligeros, principalmente en lo que se refiere a las emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno. El Reglamento incluye también medidas relativas al acceso a la información sobre los vehículos y sus componentes, y a la posibilidad de incentivos fiscales.

ACTO

Reglamento (CE) nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2007 sobre la homologación de tipo de los vehículos de motor por lo que se refiere a las emisiones procedentes de turismos y vehículos comerciales ligeros (Euro 5 y Euro 6) y sobre el acceso a la información relativa a la reparación y el mantenimiento de los vehículos.

SÍNTESIS

Con el fin de limitar la contaminación producida por los vehículos de carretera, el presente Reglamento introduce exigencias comunes relativas a las emisiones de los vehículos de motor y de sus recambios específicos (normas Euro 5 y Euro 6). Asimismo, establece medidas que permiten mejorar el acceso a la información sobre la reparación de los vehículos y promover la producción rápida de vehículos que cumplan las presentes disposiciones.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Reglamento se refiere a los vehículos de las categorías M1, M2, N1 y N2, cuya masa de referencia no supera los 2610 kg. Esto incluye, entre otras cosas, los coches particulares, camionetas y vehículos comerciales destinados tanto al transporte de pasajeros o mercancías como a algunos usos especiales (por ejemplo, ambulancias), así como que estos vehículos estén equipados con motores de encendido por chispa (motores de gasolina, de gas natural o de gas licuado del petróleo –GLP-) o de encendido por compresión (motores diésel).

Además de los vehículos previamente mencionados (cubiertos de facto por el Reglamento), los fabricantes pueden solicitar que se incluyan también a los vehículos destinados al transporte de pasajeros o mercancías con una masa de referencia de entre 2610 kg y 2840 kg.

Con el fin de limitar al máximo el impacto negativo de los vehículos de carretera sobre el medio ambiente y la salud, el Reglamento contempla una amplia gama de emisiones contaminantes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no metanos e hidrocarburos totales, óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas (PM). Entre dichas emisiones se incluyen las emisiones de escape, las de evaporación y las del cárter del motor.

LÍMITES DE EMISIÓN

En el anexo I del Reglamento se recogen los valores límite de las emisiones para cada categoría de emisiones contaminantes y para los distintos tipos de vehículos mencionados anteriormente.

Norma Euro 5

Emisiones procedentes de los coches diésel:

monóxido de carbono: 500 mg/km;

partículas: 5 mg/km (o una reducción del 80% de las emisiones respecto de la norma Euro 4);

óxidos de nitrógeno (NOx): 180 mg/km (o una reducción del 20% de las emisiones respecto de la norma Euro 4);

emisiones combinadas de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno: 230 mg/km.

Emisiones procedentes de los coches de gasolina o que funcionan con gas natural o con GLP:

monóxido de carbono: 1000 mg/km;

hidrocarburos no metanos: 68 mg/km;

hidrocarburos totales: 100 mg/km;

óxidos de nitrógeno (NOx): 60 mg/km (o una reducción del 25 % de las emisiones respecto de la norma Euro 4);

partículas (únicamente para los coches de gasolina de inyección directa que funcionan con combustión pobre): 5 mg/km (introducción de un límite que no existía en la norma Euro 4).

En lo que respecta a las camionetas y otros vehículos comerciales ligeros destinados al transporte de mercancías, el Reglamento incluye tres categorías de valores límite de las emisiones en función de la masa de referencia del vehículo: inferiores a 1305 kg, entre 1305 kg y 1760 kg, y superiores a 1760 kg. Los límites aplicables a esta última categoría valen también para los vehículos destinados al transporte de mercancías (categoría N2).

Norma Euro 6

Todos los vehículos equipados de un motor diésel tendrán la obligación de reducir considerablemente sus emisiones de óxidos de nitrógeno a partir de la entrada en vigor de la norma Euro 6. Por ejemplo, las emisiones procedentes de los coches y de otros vehículos destinados al transporte se limitarán a 80 mg/km (lo que representa una reducción suplementaria de más del 50% respecto de la norma Euro 5). Se reducirán, asimismo, las emisiones combinadas de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno procedentes de los vehículos diésel (coches y otros vehículos destinados al transporte) para limitarlas, por ejemplo, a 170 mg/km.

Normativa europea sobre emisiones

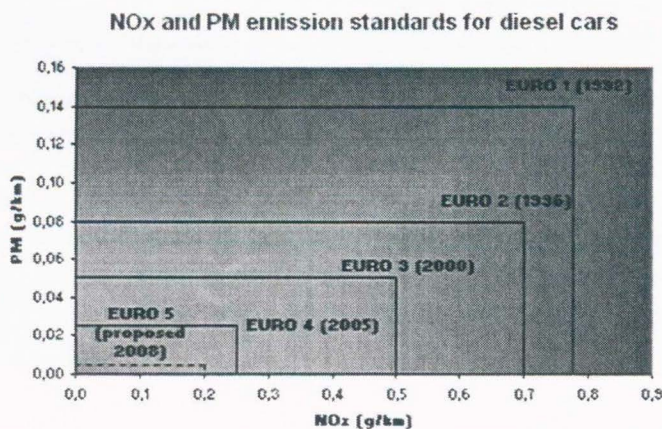


Gráfico simplificado que muestra la evolución de las normas europeas de emisiones para vehículos Diésel.

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

Actualmente, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX), Hidrocarburos (HC), Monóxido de carbono (CO) y partículas están reguladas para la mayoría de los tipos de vehículos, incluyendo automóviles, camiones, trenes, tractores y máquinas similares, barcas, pero excluyendo los barcos de navegación marítima y los aviones. Para cada tipo de vehículo se aplican normas diferentes. El cumplimiento se determina controlando el funcionamiento del motor en un ciclo de ensayos normalizado. Los vehículos nuevos no conformes tienen prohibida su venta en la Unión Europea, pero las normas nuevas no son aplicables a los vehículos que ya están en circulación. En estas normas no se obliga el uso de una tecnología en concreto para limitar las emisiones de contaminantes, aunque se consideran las técnicas disponibles a la hora de establecer las normas.

Legislación sobre emisiones de CO2 actual

Al ver que los fabricantes no reducen voluntariamente las emisiones, la comisión europea decidió en 2009 obligar a una reducción de emisiones progresiva que persigue alcanzar los 95 g/km de media por coche fabricado por cada fabricante. Este valor se acerca a las emisiones medias de algunos fabricantes de vehículos de gama media-baja. Algunos pasos de la regulación 443/2009 son[13] :

El porcentaje de vehículos de cada fabricante que deberán estar por debajo de la media irá creciendo progresivamente: 65% en 2012, 75% en 2013, 80% en 2014 y 100% a partir de 2015.

Si la media de emisiones de la flota fabricada por una empresa aumenta respecto a 2012 deberá pagar una penalización. Hasta 2018 será de 5, 15, 25 por los primeros gramos excedidos y de 95 € a partir del cuarto. Desde 2019, todos se penalizarán con 95 €.

En 2020, el objetivo es que las emisiones sean de 95 g/km. A partir de 2013 se comenzará a debatir las medidas necesarias para ello.

ANEXO B

CONCEPTO TECNICO EMITIDO POR GECOLSA

CARACTERISTICAS TECNICAS COMBUSTIBLE A USAR EN MOTORES
CATERPILLAR



Previous Screen

< Product: NO EQUIPMENT SELECTED
Model: NO EQUIPMENT SELECTED
Configuration: NO EQUIPMENT SELECTED

Operation and Maintenance Manual

Caterpillar Commercial Diesel Engine Fluids Recommendations

Media Number -SEBU6251-12

Publication Date -01/01/2009

Date Updated -23/01/2009

i03424203

Distillate Diesel Fuel

SMCS - 1280

NOTICE

For on-highway diesel engine fluids requirements, refer to specific engine Operation and Maintenance Manuals, and also refer to the most current revision level of Special Publication, SEBU6385, "Caterpillar On-Highway Diesel Engine Fluids Recommendations". Also consult with your Caterpillar dealer.

Caterpillar is not in the position to continuously evaluate and monitor all of the many worldwide distillate diesel fuel specifications and their on-going revisions that are published by governments and technological societies.

The "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines" provides a known, reliable baseline to judge the expected performance of distillate diesel fuels that are derived from conventional sources (crude oil, shale oil, oil sands, etc.) when used in Caterpillar diesel engines.

Using the Caterpillar distillate diesel fuel specification as the baseline, it is much easier to determine any potential economic and/or performance trade-offs, and overall acceptability when using fuels of varying characteristics and quality levels.

- When required, have the diesel fuel that either is being used or is planned to be used, tested per the Caterpillar distillate diesel fuel specification.
- Use the Caterpillar distillate diesel fuel specification as a fuel quality baseline for comparison of distillate diesel fuel analysis results, and/or a baseline for comparison of other distillate diesel fuel specifications.
- Typical fuel characteristics can be obtained from the fuel supplier.

Fuel parameters outside of the Cat fuel specification limits have explainable consequences.

- Some fuel parameters that are outside of the specification limits can be compensated for (e.g. fuel can be cooled to address low viscosity; etc.).
- Some fuel parameters that are outside of specification limits may be able to be improved with the use of appropriate amounts of well proven fuel additives. Refer to this Special Publication, "Distillate Diesel Fuel" article, "Aftermarket Fuel Additives" and "Cat Diesel Fuel Conditioner" topics for guidance.

To help ensure optimum engine performance, a complete fuel analysis should be obtained before engine operation. The fuel analysis should include all of the properties that are listed in the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines", Table 1.

Note: The diesel fuel cannot have any visually apparent sediment, suspended matter, or undissolved water.

Diesel Fuels that meet the specifications in table 1 will help provide maximum engine service life and performance.

In North America, diesel fuels that are identified as "ASTM D975-08a" Grades No. 1-D or No. 2-D (all listed sulfur levels) generally meet the table 1 requirements.

In Europe, diesel fuels that are identified as meeting "European Standard EN590:2004" generally meet the table 1 requirements.

Table 1 is for diesel fuels that are distilled from conventional sources (crude oil, shale oil, oil sands, etc.). Diesel fuels from other sources could exhibit detrimental properties that are not defined or controlled by this specification.

NOTICE

Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD) fuel will have ≤ 15 ppm (0.0015%) sulfur using the "ASTM D5453", "ASTM D2622", "ISO 20846", or "ISO 20884" test methods. Certain applications and/or governments/localities MAY require the use of ULSD fuel. Emission controlled diesel engines and/or diesel engines equipped with exhaust aftertreatment devices MAY require the use of ULSD fuel. Diesel engines equipped with a Diesel Particulate Filter (DPF) require the use of ULSD. Consult federal, state, and local authorities for guidance on fuel requirements for your area. Also, refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel", article, refer to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and refer to the aftertreatment device documentation for guidance.

When ULSD is used, there are concerns with fuel viscosity, lubricity, and thermal stability. The fuel lubricity and thermal stability limits stated in the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines" address these concerns. In North America, diesel fuels that are identified as

meeting "ASTM D975 Grade No. 1-D S15" or "ASTM D975 Grade No. 2-D S15" and meet the "ASTM D975-08a Thermal Stability Guideline X3.10.2.2", generally meet the Caterpillar requirements for ULSD fuel.

In Europe, diesel fuels that are identified as meeting "European Standard EN590:2004" requirements for ≤ 10 ppm sulfur fuel (typically referred to as "sulfur-free") generally meet Caterpillar requirements for ULSD fuel.

Using fuels with higher than recommended fuel sulfur levels can or will:

- Reduce engine efficiency and durability
- Cause more frequent aftertreatment ash cleaning intervals
- Damage emission control systems
- Cause the need for more frequent oil drain intervals
- Reduce fuel economy

Refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article for additional pertinent information concerning fuel lubricity, fuel oxidative stability, fuel sulfur, and aftertreatment devices. Also refer to "ASTM D975-08a", to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and to aftertreatment device documentation for guidance.

NOTICE

For on-highway diesel engine fluids requirements, refer to specific engine Operation and Maintenance Manuals, and also refer to the most current revision level of Special Publication, SEBU6385, "Caterpillar On-Highway Diesel Engine Fluids Recommendations". Also consult with your Caterpillar dealer.

Note: Caterpillar strongly recommends the filtration of distillate fuel and/or biodiesel/biodiesel blends through a fuel filter with a rating of four microns(c) absolute or less. This filtration should be located on the device that dispenses the fuel to the fuel tank for the engine, and also on the device that dispenses fuel from the bulk storage tank. Series filtration is recommended.

Engines that are manufactured by Caterpillar are certified by use of the prescribed U.S. Environmental Protection Agency (EPA) and European Certifications fuels. Caterpillar does not certify diesel engines on any other fuel.

Note: The owner and the operator of the engine has the responsibility of using the correct fuel that is recommended by the manufacturer and allowed by the U.S. EPA and, as appropriate, other regulatory agencies.

NOTICE

Operating with fuels that do not meet Caterpillar recommendations can cause the following effects: starting difficulty, reduced fuel filter service life, poor combustion, deposits in the fuel injectors, reduced service life of the fuel system, deposits in the combustion chamber, and reduced service life of the engine.

NOTICE

The footnotes are a key part of the "Caterpillar Specification for Distillate Diesel Fuel for Off-Highway Diesel Engines" Table. Read ALL of the footnotes.

Table 1

Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines ⁽¹⁾

Specifications	Requirements	ASTM Test	ISO Test
Aromatics	35% maximum	"D1319"	"ISO 3837"
Ash	0.01% maximum (weight)	"D482"	"ISO 6245"
Carbon Residue on 10% Bottoms	0.35% maximum (weight)	"D524"	"ISO 4262"
Cetane Number ⁽²⁾	40 minimum (DI engines)	"D613" or "D6890"	"ISO 5165"
	35 minimum (PC engines)		
Cloud Point	The cloud point must not exceed the lowest expected ambient temperature.	"D2500"	"ISO 3015"
Copper Strip Corrosion	No. 3 maximum	"D130"	"ISO 2160"
Distillation	10% at 282 °C (540 °F) maximum	"D86"	"ISO 3405"
	90% at 360 °C (680 °F) maximum		
Flash Point	legal limit	"D93"	"ISO 2719"
Thermal Stability	Minimum of 80% reflectance after aging for 180 minutes at	"D6468"	No equivalent test

	150 °C (302 °F)		
API Gravity ⁽³⁾	30 minimum	"D287"	No equivalent test
	45 maximum		
Pour Point	6 °C (10 °F) minimum below ambient temperature	"D97"	"ISO 3016"
Sulfur	(1) (4)	"D5453" or "D2622"	ISO 20846 or ISO 20884
Kinematic Viscosity ⁽⁵⁾	1.4 cSt minimum and 20.0 cSt maximum as delivered to the fuel injection pumps	-	-
	1.4 cSt minimum and 4.5 cSt maximum as delivered to the rotary fuel injection pumps		
Water and Sediment	0.05% maximum	"D1796"	"ISO 3734"
Water	0.05% maximum	"D1744"	No equivalent test
Sediment	0.05% maximum (weight)	"D473"	"ISO 3735"
Gums and Resins ⁽⁶⁾	10 mg per 100 mL maximum	"D381"	"ISO 6246"
Lubricity ⁽⁷⁾	0.52 mm (0.0205 inch) maximum at 60 °C (140 °F)	"D6079"	No equivalent test

(1) **For additional guidance related to many of the fuel characteristics that are listed in this table, refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel", article.** This specification includes the requirements for Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD). ULSD fuel will have ≤ 15 ppm (0.0015%) sulfur using the "ASTM D5453", "ASTM D2622", or "ISO 20846", "ISO 20884" test methods. This specification includes the requirements for Low Sulfur Diesel (LSD). LSD fuel will have ≤ 500 ppm (0.05%) sulfur using the "ASTM D5453", "ASTM D2622" or the "ISO 20846", "ISO 20884" test methods. Aftertreatment devices can be permanently damaged by the use of high sulfur fuels. Refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article, refer to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and refer to the aftertreatment device documentation for guidance.

(2) Alternatively, to ensure a minimum cetane number of 35 (PC engines), and 40 (DI engines), distillate diesel fuel should have a minimum cetane index of 37.5 (PC engines), and 44.2 (DI engines) when the "ASTM D4737-96a" test method is used. A fuel with a higher cetane number may be required for operation at a higher altitude or in cold weather.

(3) Via standards tables, the equivalent kg/m^3 (kilograms per cubic meter) using the "ASTM D287" test method temperature of 15.56° C (60° F) for the minimum API gravity of 30 is 875.7 kg/m^3 , and for the maximum API gravity of 45 is 801.3 kg/m^3 .

(4) **Engine operating conditions play a key role in determining the effect that fuel sulfur will have on engine deposits and on engine wear. Consult your Caterpillar dealer for guidance when fuel sulfur levels are above 0.1% (1000 ppm).** There are many factors that affect maximum allowed and/or acceptable fuel sulfur levels. Fuel sulfur levels affect exhaust emissions. High sulfur fuels increase the potential for corrosion of internal components, and can shorten expected oil life, and can shorten expected aftertreatment device life. Aftertreatment devices can be permanently damaged by the use of high sulfur fuels. For additional information related to fuel sulfur, including fuel sulfur limits, refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article, refer to this Special Publication, "Engine Oil" article, refer to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and refer to the aftertreatment device documentation.

- (5) The values of the fuel viscosity are the values as the fuel is delivered to the fuel injection pumps. For ease of comparison, fuels should also meet the minimum and maximum viscosity requirements at 40° C (104° F) that are stated by the use of either the "ASTM D445" test method or the "ISO 3104" test method. If a fuel with a low viscosity is used, cooling of the fuel may be required to maintain 1.4 cSt or greater viscosity at the fuel injection pump. Fuels with a high viscosity might require fuel heaters in order to lower the viscosity to either 4.5 cSt or less for rotary fuel injection pumps or 20 cSt viscosity or less for all other fuel injection pumps.
- (6) Follow the test conditions and procedures for gasoline (motor).
- (7) The lubricity of a fuel is a concern with low sulfur and ultra low sulfur fuel. To determine the lubricity of the fuel, use the "ASTM D6079 High Frequency Reciprocating Rig (HFRR)" test. There are many aftermarket additives that are available to treat fuel. If the lubricity of a fuel does not meet the minimum requirements, consult your fuel supplier for proper recommendations regarding fuel additives. Also, refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article, "Aftermarket Fuel Additives" and "Cat Diesel Fuel Conditioner" topics. Do not treat the fuel without consulting the fuel supplier. Some additives are not compatible. These additives can cause problems in the fuel system.

There are many other diesel fuel specifications that are published by governments and by technological societies. Usually, those specifications do not review all the requirements that are addressed in the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines", Table 1. To help ensure optimum engine performance, a complete fuel analysis should be obtained before engine operation. The fuel analysis should include all of the properties that are listed in the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines", Table 1.

Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD)

Caterpillar recommends that all distillate diesel fuel, including ULSD fuel (fuel ≤ 15 ppm sulfur using "ASTM D5453", "ASTM D2622", or "ISO 20846", "ISO 20884") meet the requirements of the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines", that are specified in Table 1.

Note: ULSD has less electrical conductivity than LSD. Follow all industry standard grounding and safety practices.

NOTICE

Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD) fuel will have ≤ 15 ppm (0.0015%) sulfur using the "ASTM D5453", "ASTM D2622", or "ISO 20846", "ISO 20884" test methods. Certain applications and/or governments/localities MAY require the use of ULSD fuel. Emission controlled diesel engines and/or diesel engines equipped with exhaust aftertreatment devices MAY require the use of ULSD fuel. Diesel engines equipped with a Diesel Particulate Filter (DPF) require the use of ULSD. Consult federal, state, and local authorities for guidance on fuel requirements for your area. Also, refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article, refer to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and refer to the aftertreatment device documentation for guidance.

When ULSD is used, there are concerns with fuel viscosity, lubricity, and thermal stability. The fuel lubricity and thermal stability limits stated in the "Caterpillar Specification for Distillate Fuel for Off-Highway Diesel Engines" address these concerns. In North America,

diesel fuels that are identified as meeting "ASTM D975 Grade No. 1-D S15" or "ASTM D975 Grade No. 2-D S15" and meet the "ASTM D975-08a Thermal Stability Guideline X3.10.2.2", generally meet the Caterpillar requirements for ULSD fuel.

In Europe, diesel fuels that are identified as meeting "European Standard EN590:2004" requirements for ≤ 10 ppm sulfur fuel (typically referred to as "sulfur-free") generally meet Caterpillar requirements for ULSD fuel.

Using fuels with higher than recommended fuel sulfur levels can or will:

- Reduce engine efficiency and durability
- Cause more frequent aftertreatment ash cleaning intervals
- Damage emission control systems
- Cause the need for more frequent oil drain intervals
- Reduce fuel economy

Refer to this Special Publication, "Characteristics of Diesel Fuel" article for additional pertinent information concerning fuel lubricity, fuel oxidative stability, fuel sulfur, and aftertreatment devices. Also refer to "ASTM D975-08a", to the specific engine Operation and Maintenance Manual, and to aftertreatment device documentation for guidance.

NOTICE

For on-highway diesel engine fluids requirements, refer to specific engine Operation and Maintenance Manuals, and also refer to the most current revision level of Special Publication, SEBU6385, "Caterpillar On-Highway Diesel Engine Fluids Recommendations". Also consult with your Caterpillar dealer.

Engines that are manufactured by Caterpillar are certified by use of the prescribed U.S. Environmental Protection Agency (EPA) and European Certifications fuels. Caterpillar does not certify diesel engines on any other fuel.

Note: The owner and the operator of the engine has the responsibility of using the correct fuel that is recommended by the manufacturer and allowed by the U.S. EPA and, as appropriate, other regulatory agencies.

NOTICE

Operating with fuels that do not meet Caterpillar recommendations can cause the following effects: starting difficulty, reduced fuel filter

service life, poor combustion, deposits in the fuel injectors, reduced service life of the fuel system, deposits in the combustion chamber, and reduced service life of the engine.

NOTICE

In order to meet expected fuel system component life, 4 micron(c) absolute or less secondary fuel filtration is required for all Caterpillar diesel engines that are equipped with common-rail fuel systems, and for all Caterpillar diesel engines that are equipped with unit injected fuel systems. For all other Caterpillar diesel engines (mostly older engines with pump, line and nozzle type fuel systems), the use of 4 micron(c) absolute or less secondary fuel filtration is strongly recommended. Note that all current Caterpillar diesel engines are factory equipped with Caterpillar Advanced Efficiency 4 micron(c) absolute fuel filters.

Note: Caterpillar strongly recommends the filtration of distillate fuel and/or biodiesel/biodiesel blends through a fuel filter with a rating of four microns(c) absolute or less. This filtration should be located on the device that dispenses the fuel to the fuel tank for the engine, and also on the device that dispenses fuel from the bulk storage tank. Series filtration is recommended.

In order to obtain additional information on Caterpillar designed and produced filtration products, refer to this Special Publication, "Reference Material" article, "Filters" and "Miscellaneous" topics, and then contact your Caterpillar dealer for assistance with filtration recommendations for your Caterpillar machine.

WARNING

Mixing alcohol or gasoline with diesel fuel can produce an explosive mixture in the engine crankcase or fuel tank.

Personal injury and damage to the engine may result. Caterpillar recommends against this practice.

Heavy Fuel Oil, Residual Fuel, Blended Fuel

NOTICE

Heavy Fuel Oil (HFO), Residual fuel, or Blended fuel must NOT be used in Caterpillar diesel engines (except in 3600 Series HFO engines). Blended fuel is residual fuel that has been diluted with a lighter fuel (cutter stock) so that they will flow. Blended fuels are also referred to as heavy fuel oils. Severe component wear and component failures will

result if HFO type fuels are used in engines that are configured to use distillate fuel.

Alternative Fuels - Arctic Applications

In extreme cold ambient conditions, you may choose to use the distillate fuels that are specified in table 2. However, the fuel that is selected must meet the requirements that are specified in the "Caterpillar Specification for Distillate Diesel Fuel for Off-Highway Diesel Engines", Table 1. These fuels are intended to be used in operating temperatures that are down to -54 °C (-65 °F).

Note: The fuels that are listed in table 2 typically have much higher sulfur levels than the 15 ppm maximum sulfur allowed for ULSD. The sulfur levels for these fuels typically far exceed 15 ppm. These fuels typically will not be acceptable for use in areas that restrict maximum fuel sulfur levels to 15 ppm or less.

Note: The fuels that are listed in table 2 typically have much higher sulfur levels than the 50 ppm maximum sulfur allowed in the European Standard "EN 590:2004". The sulfur content of these fuels typically far exceeds 50 ppm. These fuels typically will not be acceptable for use in areas that restrict maximum fuel sulfur levels to 50 ppm or less.

Table 2

Alternative Distillate Fuels - Arctic Applications ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
Specification	Grade
"MIL-DTL-5624U"	JP-5
"MIL-DTL-83133F"	JP-8
"ASTM D1655-08a"	Jet A ⁽³⁾ , Jet A-1 ⁽³⁾

- (1) The fuel that is selected must meet the requirements that are specified in the "Caterpillar Specification for Distillate Diesel Fuel for Off-Highway Diesel Engines" table, table 1. Cooling of the fuel may be required to maintain 1.4 cSt or greater viscosity at the fuel injection pump. Consult the supplier for the recommended additives in order to maintain the proper fuel lubricity.
- (2) The fuel specifications listed in this table allow and/or recommend the use of fuel additives that have not been tested by Caterpillar for use in Caterpillar fuel systems. The use of these specifications allowed and/or recommended fuel additives are at the risk of the user.
- (3) Jet A is the standard fuel used by U.S. commercial airlines when operating within the U.S. Jet A-1 is the standard fuel used by commercial airlines worldwide. Per "ASTM D1655-08a, Table 1 (Detailed Requirements of Aviation Turbine Fuels)", Jet A and Jet A-1 have identical requirements except for freezing point. Jet A has a freeze point requirement of -40 °C (-40 °F) versus the Jet A-1 has a freeze point requirement of -47 °C (-52.6 °F), but other freezing points may be agreed on by the fuel purchaser and the fuel supplier.

These fuels are lighter than the No. 2 grades of fuel. The cetane number of the fuels in table 2 must be at least 40. If the viscosity is below 1.4 cSt at 40 °C (104 °F), use the fuel only in temperatures below 0 °C (32 °F). Do not use any fuels with a viscosity of less than 1.2 cSt at 40 °C (104 °F).

Note: Fuel cooling may be required in order to maintain the minimum viscosity of 1.4 cSt at the fuel injection pump.

Note: These fuels may not prove acceptable for all applications.

Aftermarket Fuel Additives

There are many different types of fuel additives that are available to use. Caterpillar does not generally recommend the use of fuel additives.

In special circumstances, Caterpillar recognizes the need for fuel additives. Fuel additives need to be used with caution. The additive may not be compatible with the fuel. Some additives may precipitate. This action causes deposits in the fuel system. The deposits may cause seizure. Some additives may plug fuel filters. Some additives may be corrosive, and some additives may be harmful to the elastomers in the fuel system. Some additives may damage emission control systems. Some additives may raise fuel sulfur levels above the maximum allowed by the United States (U.S.) Environmental Protection Agency (EPA) and/or, as appropriate, other regulatory agencies. Consult your fuel supplier for those circumstances when fuel additives are required. Your fuel supplier can make recommendations for additives to use and for the proper level of treatment.

Note: Metallic fuel additives can cause fuel system/injector fouling and after treatment device fouling. Caterpillar discourages the use of metallic fuel additives in most applications. Metallic fuel additives should only be used in applications where their use is specifically recommended by Caterpillar.

Note: The U.S. EPA bans the use of metallic fuel additives in on-highway applications.

Note: Diesel fuel additives/conditioners may not improve markedly poor diesel fuel properties enough to make them acceptable for use.

Note: For best results, your fuel supplier should treat the fuel when additives are needed.

Cat Diesel Fuel Conditioner

Note: Cat Diesel Fuel Conditioner, part number 256-4968, is the only fuel conditioner/additive available to the end user that is tested and approved by Caterpillar for use in Caterpillar diesel engines.

Cat Diesel Fuel Conditioner is a proprietary metal and ash free formulation that has been extensively tested for use with distillate diesel fuels for use in Caterpillar diesel engines. Cat Diesel Fuel Conditioner helps address many of the challenges that various fuels worldwide present in regards to fuel life/stability, engine startability, injector deposits, fuel system life, and long term engine performance.

Note: Diesel fuel additives/conditioners may not improve markedly poor diesel fuel properties enough to make them acceptable for use.

Note: For maximum overall benefits, ask your fuel supplier to add Cat Diesel Fuel Conditioner at the recommended treat rate before fuel delivery, or you may add Cat Diesel Fuel Conditioner at the recommended treat rate during the early weeks of fuel storage. Follow all applicable national, regional, and local laws, mandates, and regulations concerning the use of diesel fuel conditioners/additives.

Cat Diesel Fuel Conditioner is a proven high performance, multipurpose diesel fuel conditioner that is designed to improve:

- Fuel economy (through fuel system cleanup)
- Lubricity
- Oxidative stability
- Detergency/dispersancy
- Moisture dispersancy
- Corrosion protection
- Cetane (typically 2-3 cetane numbers)

Cat Diesel Fuel Conditioner has been validated through lab and field tests to improve/reduce diesel fuel consumption and emissions for typical fleets through fuel system/injector cleanup, and to help maintain new engine performance by keeping fuel systems clean. Note that while fuel system/injector cleanup takes place over time, maintaining fuel system/injector cleanliness is an ongoing process.

Data indicates that average fuel economy improvements across typical fleets may be in the 2-3+ percentage range. Note that improvements may vary based on factors such as engine model, age and condition of the engine, and application.

Cat Diesel Fuel Conditioner also reduces the formation of gums, resins, and sludge, and disperses insoluble gums. This can dramatically improve fuel storage life, reduce fuel related engine deposits and corrosion, and extend fuel filter life.

NOTICE

Use of Cat Diesel Fuel Conditioner does not lessen the engine owner and/or responsibility of the fuel supplier to follow all industry standard maintenance practices for fuel storage and for fuel handling. Refer to the "General Fuel Information" article in this Special Publication for additional information. Additionally, use of Cat Diesel Fuel Conditioner does NOT lessen the engine responsibility of the owner to use appropriate diesel fuel. Refer to the "Fuel Specifications" section in this Special Publication (Maintenance Section) for guidance.

Caterpillar strongly recommends that Cat Diesel Fuel Conditioner be used with biodiesel and biodiesel blends. Cat Diesel Fuel Conditioner is suitable for use with biodiesel/biodiesel blends that meet Caterpillar biodiesel recommendations and requirements. **Note that not all fuel additives are suitable for use with biodiesel/biodiesel blends.** Read and follow all applicable label usage instructions. Also, refer to this Special Publication, "Distillate Diesel Fuel" article and also refer to the "Biodiesel" article, which includes Caterpillar biodiesel recommendations and requirements.

When used as directed, Cat Diesel Fuel Conditioner has proven to be compatible with existing and U.S. EPA 2007 on-highway certified diesel engine emission control catalysts and particulate filters.

Note: When used as directed, Cat Diesel Fuel Conditioner will not raise fuel sulfur levels measurably in the final fuel/additive blend. In the U.S. the current formulation of Cat Diesel Fuel Conditioner must be blended in at the recommended treat-rate at the fuel supplier/distributor level for use in on-highway or other applications where use of ULSD fuel is mandated (15 ppm or less fuel sulfur). Follow all applicable national, regional, and local laws, mandates, and regulations concerning the use of diesel fuel conditioners/additives.

NOTICE

When used as directed Cat Diesel Fuel Conditioner will not raise fuel sulfur levels measurably in the final fuel/additive blend. But, in the U.S., aftermarket fuel additives (retail consumer level versus bulk fuel additives used at the fuel supplier/distributor level) with more than 15 ppm sulfur are NOT allowed to be used in applications where ULSD usage is mandated (15 ppm or less fuel sulfur). The current formulation of Cat Diesel Fuel Conditioner has more than 15 ppm sulfur. Follow all applicable national, regional, and local laws, mandates and regulations concerning the use of diesel fuel conditioners/additives.



BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM.
"TOMAS RUEDA VARGAS"



052445