



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA QUÍMICA
P R E S E N T A :
CRISTINA ZARZA MAYORGA



MÉXICO, D.F.



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Jurado asignado

Presidente.	Prof. BENJAMÍN RUIZ LOYOLA
Vocal.	Prof. ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNANDEZ
Secretario.	Prof. EDUARDO MARAMBIO DENNETT
1er. Suplente	Prof. RAMON E. DOMINGUEZ BETANCOUR
2do. Suplente	Prof. PEDRO ROQUERO TEJEDA

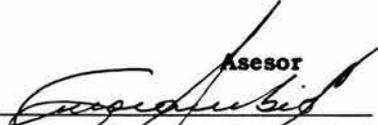
Sitio donde se desarrolló el tema.

Facultad de Química

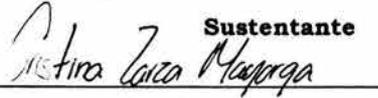
Módulo de RTP

Verificentros

Asesor


M. en C. Eduardo Marambio Dennett

Sustentante


Cristina Zarza Mayorga

Entiendo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Cristina Zarza Mayorga

FECHA: 22 Enero 2004

FIRMA: Cristina Zarza Mayorga.

Agradecimientos

A Dios

A Zam

A mis padres:

Luis Zarza Ibarra

Teresa de Jesús Mayorga Hernández

A mis hermanos Zarza Mayorga:

Maury, Toño, Abraham.

A mi más querido profesor y amigo

Eduardo Marambio Dennett

A la UNAM

A mi Maestro de Ingeniería

Alejandro Anaya Durand

A la familia

*A mis amigos... que son la familia que he
construido.*

INDICE

Capítulo		página
	Introducción	5
I.	Antecedentes	7
II.	Marco Legal	32
III.	Motores diesel	38
IV.	Aditivos para Diesel	48
	“QUÍMICOS”	
	▪ ECOMBS'90	
	▪ GCAP	
	▪ DUPONT DDA-2500 & DDA-2510	
	▪ MQT-2	
	▪ SOLVEMOTOR	
	▪ NOVORUMO-2000	
	▪ VEHAFINO	
	“DISPOSITIVOS MECÁNICOS”	
	▪ BRASMEX/ KRADON	
	▪ ECOLIZER	
	▪ INYECTORES ECOLÓGICOS 7E-60	
	▪ PRECIPITADOR ELECTROSTATICO DE PARTICULAS	
	“FISICOS”.	
	▪ BIO POWER	
	▪ BIO FRENDLY	
	▪ BIO ZAMC	
V.	Cuadro comparativo	103
VI.	Conclusiones	114
VII.	Glosario Técnico	116
VIII.	Bibliografía	128

Introducción

El objetivo de este trabajo es el de valorar la importancia del desarrollo de tecnología en el terreno de los aditivos, como un aporte a la disminución de las emisiones de los vehículos automotores al medioambiente.

En la zona Metropolitana del Valle de México, circulan 110,416 unidades diesel, las cuales consumen diariamente 10,189 barriles de diesel (1,600,000.L), y de ese parque vehicular cerca del 73% son anteriores al año 1993 (base de datos del 2000).

el problema de la contaminación atmosférica en el país se ha venido incrementado progresivamente, esto ha dado como resultado que se implementen una serie de medidas para que los contaminantes no sobrepasen los límites que podemos considerar dentro de las normas, además se han estudiado y aplicado diferentes técnicas en los motores a combustión interna para tratar de bajar los índices de contaminación, por medio de aditivos a combustibles. Cualquier disminución que se logre en los índices de contaminación o en el consumo de energéticos (para nuestro estudio es el diesel), aunque sea en un porcentaje muy pequeño, debido a la gran cantidad de vehículos automotores, se traduce en una ganancia.

Los motores están prediseñados para un rendimiento estimado y una eficiencia dada, con la premisa de que la maquinaria sufre un desgaste, razón por la cual los aditivos ayudan a mejorar el rendimiento y a prolongar la vida útil de los motores en el mejor de los casos logran que la eficiencia suba de uno a dos por ciento.

Esta tesis consta de cinco capítulos. El primero se titula: Antecedentes y argumenta los principales conceptos relacionados con la contaminación atmosférica, en donde se concibe ésta como un problema a solucionar; también se habla de la situación actual que tiene la zona Metropolitana y se presentan los principales datos estadísticos de la evolución de este problema, considerando las principales emisiones que se obtiene de la combustión de los motores con relación al número de vehículos automotores en existencia.

En el capítulo dos, titulado: Marco Legal, se desea tener una visión general de la Ley que rige la contaminación emitida por todas las fuentes móviles que hay en esta Zona Metropolitana. Se enuncian las principales normas diciendo en que consisten y la fecha en que fueron puestas en vigor.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

El capítulo tres, titulado: Motores diesel. Explica en que consiste el proceso de combustión de un motor diesel y se hace una comparación con el motor a gasolina y se manifiestan las principales diferencias entre estos.

El capítulo cuatro; Aditivos en el motor diesel. En este capítulo se explica la diferencia entre aditivo y catalizador, se exponen los distintos aditivos que se analizaron para el estudio comparativo, dividiéndolos en tres tipos de acuerdo a como se les conoce en el mercado: Mecánicos, Químicos y Físicos.

También se manifiesta la importancia del análisis del aceite en los auto transportes y finalmente, se explica la estructura general de los aditivos, su hipótesis (lo cual se cree que hace el aditivo), las pruebas a las cuales fueron sometidos éstos y los resultados que se obtuvieron de las pruebas.

El capítulo quinto; Cuadro comparativo. Este último capítulo es el que responderá la pregunta ¿Cómo saber cual es la tecnología adecuada? Ya que por medio de una tabla comparativa de los resultados obtenidos por los distintos aditivos es como podemos obtener una opinión acerca del mejor producto y ya sea desde el punto de vista de la salud o de ahorro de energía es una ganancia para nuestra metrópoli.

Y para ayuda del lector se proporciona un glosario de los principales términos técnicos usados en esta investigación.

Para elaborar este trabajo, se consultaron diferentes fuentes bibliograficas, se hizo uso de información proporcionada por la Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México, información de pruebas en Santiago de Chile y de diferentes páginas de Internet.

Capítulo I

Antecedentes

Antecedentes

Aire y sus contaminantes

La ciudad de México padece un serio problema de contaminación atmosférica, no obstante, las cuantiosas inversiones económicas que se han canalizado especialmente durante los últimos años y los esfuerzos que todos los ciudadanos hemos hecho para disminuir la emisión de contaminantes, no se han logrado abatir a menos de 4 millones de toneladas anuales (valor total generado por todos los vehículos que circulan) de los cuales corresponden aproximadamente a 2.3 millones de toneladas de monóxido de carbono, un millón a hidrocarburos, 450 mil toneladas a partículas en suspensión, 45 mil a dióxido de azufre y 125 a óxidos de nitrógeno, principalmente.

De estas emisiones el transporte contribuye con el 75%, las instalaciones de servicios con el 10%, la industria con el 3% y la vegetación y suelos con el 12%.

Estas cifras se refieren a la Zona Metropolitana del Valle de México, ya que la contaminación atmosférica, no reconoce límites políticos o geográficos.

Para evaluar la calidad del aire se establecieron valores límites sobre ozono (0.21 PPM); bióxido de nitrógeno (0.21PPM); bióxido de azufre (0.13 PM), monóxido de carbono (11PPM); plomo (1.5 microgramos/m³); partículas totales en suspensión (260 microgramos/m³); partículas suspendidas (fracción respirable) mejor conocidas como PM10 (150 microgramos/ m³), midiéndose constantemente en las estaciones de la red de monitoreo atmosférico, absolutamente confiable a nivel nacional e internacional

Los contaminantes criterio son producto de las reacciones de combustión de los diferentes combustibles, pero otros, como es el O₃ son producto de reacciones fotoquímicas asociadas a diferentes contaminantes. Uno de los factores que más contribuye a la contaminación atmosférica, son los vehículos automotores, pues aunado a sus problemas técnicos de fabricación, tenemos su gran proliferación, la calidad y la cantidad de combustible utilizado, la lentitud de la circulación vial y la antigüedad del parque vehicular.

Contaminantes Criterio del Aire

Se les denomina contaminantes Criterio del aire a un conjunto de contaminantes que son muy abundantes, se encuentran en todos lados y tienen efectos nocivos en la salud reconocidos. Estos son: ozono (O₃), bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas y plomo (Pb).

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

A diferencia de las partículas, los gases no sedimentan sino que tienden a permanecer en la atmósfera, a transformarse en compuestos más simples o más complejos o a formar parte de los ciclos biogeoquímicos.

Contaminación de los motores diesel

El principal agente contaminante que emite un motor diesel corresponde al material particulado, el cual es de bajo micronaje, con diámetros promedio del orden de dos micras, siendo así perfectamente respirable. Además su composición mayoritaria es de hidrocarburos policíclicos aromáticos de alto poder cancerígeno, asociados a partículas de carbón por estar absorbidos a éstos.

Composición de los gases de escape y la razón de estos contaminantes:

Los productos normales de una combustión completa, como la que debería desarrollarse en el interior de un motor diesel, son el bióxido de carbono CO_2 y el agua H_2O . Sin embargo, existen una serie de productos contaminantes que se emiten debido a la combustión incompleta y a efectos secundarios.

Productos de la combustión incompleta.

Los productos son:

- Hidrocarburos no quemados: Parafinas, olefinas, materias aromáticas.
- Hidrocarburos parcialmente quemados: aldehidos, cetonas, ácidos carbónicos, monóxido de carbono.
- Productos térmicos de craqueo y productos resultantes: Acetileno, etileno, hidrógeno, hollín, hidrógenos de carbono poli cíclicos.
- Productos secundarios de la combustión:

Del nitrógeno del aire como los óxidos azoicos.

De los aditivos del combustible como los Óxidos de plomo, haluros de plomo.

De las impurezas del combustible como los óxidos de azufre.

Bajo la acción de la luz solar y a partir de los componentes de los gases de escape (reacción secundaria fotoquímica), se forman los llamados oxidantes: peróxidos orgánicos, ozono, nitratos de peroxiacilo.

Programa de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA)

En 1973 se inicia la transformación del sistema de mediciones manuales por mediciones automáticas, continuas y en tiempo real, con recepción de datos en un centro de control central, sistema que terminó de ser instalado en 1974. Las estaciones podían medir las concentraciones de los contaminantes "criterio": y mediciones manuales de partículas suspendidas totales (PST), al igual que los parámetros meteorológicos de dirección y velocidad del viento, temperatura ambiente y humedad relativa. Sin embargo, la información generada no fue del todo confiable (1,2).

Este sistema operó hasta el año de 1980, fecha en que las autoridades decidieron remplazarlo por uno más moderno y confiable, con mayores ventajas y facilidades para su operación. En el año de 1984 comenzó la integración del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM, que quedó terminado e inició su operación en octubre de 1986.

En 1991 se acordó proceder con la ampliación y reforzamiento de éste sistema de monitoreo, debido al crecimiento de la mancha urbana y a la necesidad de un mejor conocimiento de la calidad del aire. Para lograr esto, en 1992 se amplió la cobertura de la red de 25 a 32 estaciones remotas y una unidad móvil, se aumentó el número de analizadores de contaminantes gaseosos y se instalaron analizadores automáticos de partículas suspendidas fracción respirable (PM10), también se instaló un medio de transmisión de datos redundante para aumentar la disponibilidad de la información de la calidad del aire.

Partículas Suspendidas PM10

El término PM10 se utiliza para designar a las partículas suspendidas cuyo diámetro aerodinámico equivalente (es decir, se equiparan a esferas perfectas) es menor o igual a 10 micrómetros.

El término fracción respirable es debido al hecho de que éste tamaño de partícula no es retenido por las defensas del aparato respiratorio y pueden penetrar hasta los pulmones.

La RAMA está integrada actualmente por 32 estaciones remotas de monitoreo, 21 de éstas se encuentran en el Distrito Federal y 11 en el Estado de México. Cada sitio de monitoreo cuenta con el equipamiento necesario para efectuar las mediciones de los contaminantes derivados de la actividad y uso del suelo más representativo de la región.

Esta red opera continuamente durante las 24 horas del día, todos los días del año, por lo que es posible mantener una vigilancia constante del

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

comportamiento espacial y temporal de los contaminantes criterio e informar de manera oportuna a la población la situación prevaleciente de calidad del aire mediante el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, así como poner en marcha el programa de contingencia ambiental cuando los niveles de contaminación son críticos.

La información histórica que ha proporcionado esta red es un elemento valioso para evaluar de manera indirecta, el impacto de las acciones de prevención y control que se han instrumentado para controlar fuentes específicas de contaminación y con ello mejorar la calidad del aire de la ZMVM. Los equipos de medición con que cuenta esta red son analizadores de gases específicos para ozono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono, ácido sulfhídrico y partículas suspendidas fracción respirable (PM10). Eventualmente se ha realizado la medición de hidrocarburos con equipos en etapa de prueba. Tabla No.1

El principio con que operan estos equipos es:	
Contaminante	Principio de operación
Ozono (O ₃)	Fotometría en el rango de ultravioleta
Óxidos de nitrógeno (NO, NO ₂)	Quimioluminiscencia
Bióxido de azufre (SO ₂)	Fluorescencia pulsante
Monóxido de carbono (CO)	Espectroscopia no dispersiva por correlación de filtro gaseoso
Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	Ionización de Flama
Partículas suspendidas fracción respirable (PM10)	Atenuación de radiación beta y Balanza de Oscilación

Tabla No.1

IMECA

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) es un valor de referencia para que la población conozca los niveles de contaminación prevalecientes en su zona de residencia, de manera precisa y oportuna, para que tome las medidas pertinentes de protección.

A fines de 1977 la Dirección General de Saneamiento Atmosférico de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, desarrolló el Índice Mexicano de la Calidad del Aire "IMEXCA", con la finalidad de informar al público de manera precisa y oportuna.

El IMEXCA se comenzó a publicar desde el 6 de diciembre de 1977. La estructura técnica del IMEXCA se basó en el Pollutant Standard Index (PSI) utilizado en los Estados Unidos, es decir, funciones lineales segmentadas donde los puntos de quiebre correspondían a las normas primarias de calidad del aire de los Estados Unidos, debido a que en México no existían normas oficiales, ni criterios de calidad del aire.

Actualmente este índice se denomina como Índice Metropolitano de la Calidad del Aire "IMECA" y se genera considerando los contaminantes "criterio" como O₃, NO₂, SO₂, CO y PM₁₀.

Dependiendo del contaminante, en la ZMVM se instrumentan dos algoritmos para el cálculo del IMECA, el primero para O₃, NO₂, SO₂, CO es el algoritmo simplificado y el segundo para PM₁₀ toma la estructura del PSI. La diferencia fundamental es que el PSI define más de un punto de quiebre mientras que el método simplificado actual utiliza solo uno, que es el valor de la norma oficial mexicana para cada contaminante. El algoritmo simplificado se utiliza desde el 23 de diciembre de 1994 en la ZMVM.

Contaminante	Intervalo	Ecuación	Algoritmo
O ₃	0.00-0.11ppm	$I_{O_3} = 909.09 * C_{O_3}$	Simplificado
	0.11-0.60ppm	$I_{O_3} = 816.326630 * C_{O_3} + 10.20409$	
NO ₂	0.00-0.21ppm	$I_{NO_2} = 476.190476 * C_{NO_2}$	Simplificado
	0.21-2.00ppm	$I_{NO_2} = 223.463687 * C_{NO_2} + 53.07264$	
SO ₂	0.00-0.13ppm	$I_{SO_2} = 769.230789 * C_{SO_2}$	Simplificado
	0.13-1.00ppm	$I_{SO_2} = 459.770114 * C_{SO_2} + 40.22989$	
CO	0.00-11.00ppm	$I_{CO} = 9.080808 * C_{CO}$	Simplificado
	11.00-50.00ppm	$I_{CO} = 10.256410 * C_{CO} - 12820512$	

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

PST	0-260 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PST}} = 0.384615 * C_{\text{PST}}$	Simplificado
	260-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PST}} = 0.540540 * C_{\text{PST}} - 40.540541$	
PM10	0-50 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PM10}} = C_{\text{PM10}}$	TIPO PSI
	51-350 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PM10}} = 0.5 * C_{\text{PM10}} + 25$	
	351-420 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PM10}} = (10/7) * C_{\text{PM10}} - 300$	
	421-500 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PM10}} = (10/8) * C_{\text{PM10}} - 225$	
	501-600 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	$I_{\text{PM10}} = C_{\text{PM10}} - 10 * C_{\text{PM10}}$	

Tabla No 2.

Los valores que aparecen en el 1er intervalo que indica la Tabla No.2, se refiere al limite que señala la Norma Oficial Mexicana (NOM) de cada contaminante.

Estas normas están definidas como se muestra en la Tabla No. 3.

Contaminante	Valores limite		
	Exposición aguda		Exposición crónica
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	
Ozono	0.11ppm (1hora)	1 cada 3 años
Bióxido de azufre	0.13ppm (24 horas)	1 vez al año	0.03ppm media aritmética anual
Bióxido de nitrógeno	0.21ppm (1hora)	1 vez al año	...
Monóxido de carbono	11ppm (8 horas)	1 vez al año	...
Partículas suspendidas totales	260 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (24 horas)	1 vez al año	75 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ media aritmética anual
Partículas suspendidas fracción respirable	150 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (24 horas)	1 vez al año	50 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ media aritmética anual
Plomo	15 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ media aritmética anual

Tabla No.3. Valores normados para los contaminantes

La Figura 1. Muestra la función lineal del IMECA de ozono, el primer punto de quiebre corresponde al valor de la norma mexicana de calidad del aire de 0.11 ppm como promedio horario, homologado con un valor de 100 puntos. El segundo punto en 0.600 ppm corresponde a 500 puntos del IMECA.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

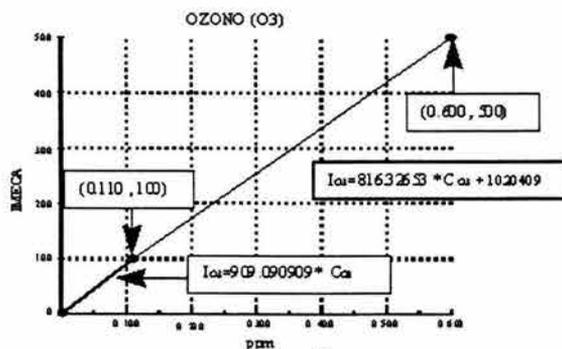


Figura 1.

Cuando el IMECA de cualquier contaminante rebasa los 100 puntos, significa que sus niveles son perjudiciales para salud y en la medida en que aumenta el valor del IMECA se agudizan los síntomas (Tabla No.4).

Tabla No 4. Interpretación del IMECA		
IMECA	Condición	Efectos a la Salud
0 - 100	Condición dentro de la norma	Ninguno
101 - 200	Condición no satisfactoria	Molestias en ojos, nariz y garganta en personas sensibles
201 - 300	Condición mala	Evitar actividades al aire libre. Posibles problemas respiratorios
301 - 500	Condición muy mala	Se agudizan los síntomas anteriores en personas sensibles y quienes fuman o padecen enfermedades crónicas

Recientemente (año 2000) la Comisión Ambiental Metropolitana (de la que forma parte el gobierno del Distrito Federal, el gobierno del Estado de México, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Educación Pública), acordaron disminuir algunos de los índices para declarar contingencia ambiental con 240 IMECA en vez de 250 y 175 IMECA en vez de 250 en el caso de partículas de diámetro inferior a 10 micrómetros.

De especial importancia fue el reconocimiento de las graves interacciones sinérgicas que se pueden dar entre estos dos contaminantes y por ello, se

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

tomó la determinación de declarar contingencia ambiental cuando simultáneamente se rebasa los 225 puntos de IMECA, y 125 ppm de PM10.

Adicionalmente, se incluyeron medidas preventivas como restricciones a la circulación un día a la semana de los vehículos diesel que generan el 20% del total de emisiones de óxidos de nitrógeno, que es el principal recurso en la formación de ozono.

Los vehículos de modelo 1985 y anteriores (causantes del 80% de la contaminación vehicular), deberán pasar medidas más estrictas de verificación, así como los taxis y los microbuses, debiendo ser de modelos de no más de seis años de antigüedad, para el Distrito Federal y de diez años en el Estado de México.

En base a los niveles ya mencionados, en 1996, 333 días se rebasaron una o más de las normas citadas, particularmente por el ozono que excedió la norma durante 327 días de ese año y las partículas menores a 10 micras rebasaron la norma 182 días.

Considerando que los índices IMECA corresponden al valor 100 cuando se llega a los valores límite enunciados, los óxidos de nitrógeno solo rebasaron la norma el 22% de los días, el monóxido de carbono solo 8 días y el plomo y bióxido de azufre estuvieron todos los días del año bajo control, con valores inferiores a los 100 IMECA.

El Programa de Contingencias ambientales, se ha aplicado en la ZMVM el siguiente número de ocasiones y por los siguientes contaminantes y zona de aplicación:

INICIO						DURANTE			LEVANTAMIENTO		
Zona	Valor Imeca	Estación	Fecha	Hora	Fase	Valor Máximo	Estación/Fecha	Hora	Fecha	Hora	Valor
SO	251	Pedregal	Lunes 25 May 1998	14:00	1	251	Pedregal	14:00	30 May 1998	15:00	151
SO*	243	Pedregal	Vier nes 5 Jun 1998	14:00	1	251	Pedregal	15:00	6 Jun 1998	15:00	158

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

NE	243	San Agustín	Martes 6 Oct 1998	14:00	1	243	San Agustín 6 Oct 1998	14:00	7 Oct 1998	16:00	103
NO	262	Enep-Acatlán	Jueves 3 Dic 1998	15:00	1	262	Enep-Acatlán	15:00	6 Dic 1998	15:00	176
NE*	179	Nezahualcoyotl	Sábado 19 Dic 1998	03:00	1	230	Nezahualcoyotl 19 Dic 1998	13:00	22 Dic 1998	10:00	138
SO	262	Pedregal	Lunes 11 Ene 1999	17:00	1	262	Pedregal 11 Ene 1999	17:00	14 Ene 1999	17:00	170
NO	242	Azcapotzalco	Jueves 11 Mar 1999	17:00	1	242	Azcapotzalco 11 Mar 1999	17:00	12 Mar 1999	17:00	172
SO	272	Plateros	Viernes 15 Oct 1999	15:00	1	272	Plateros 15 Oct 1999	15:00	16 Oct 1999	17:00	174
SE ¹	185	Tláhuac	Domingo 30 Ene 2000	07:00	1	385	Tláhuac 31 Ene 2000	15:00	01 Feb 2000	18:00	145
SO	242	Pedregal	Miércoles 18 Sept 2002	16:00	1	242	Pedregal 18 Sept 2002	16:00	19 Sept 2002	16:00	137

Tabla No. 5

La norma de la calidad del aire para ozono es 0.11 ppm para (100 IMECAS) publicadas en el Diario Oficial el 29 de Noviembre de 1982.

La aplicación del PCA será a partir del nuevo criterio de 240 puntos IMECA de Ozono, acordado el 29 de mayo 1998.

La norma de calidad del aire para PM₁₀ es de 150 g/m³ en 24 horas.

¹ La aplicación de la Fase I fue de carácter regional por PM₁₀.

*** Aplicada por partículas bajo el criterio de 175 puntos IMECA de PM₁₀

Nota importante referente a la aplicación del PCA durante el periodo 200, indica:

1. El día 24 de abril se alcanza 240 puntos de IMECA de Ozono en la Zona Suroeste en la estación Pedregal, a las 15:00 horas.

2. El domingo 30 de enero y hasta 01 febrero, se aplico el PCA en la Fase I por PM₁₀ y de carácter regional.

Y como nos muestra esta tabla ha ido disminuyendo los días de contingencia por año.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Diversos factores originan la tendencia creciente de la cantidad de vehículos en los centros urbanos: expansión de las ciudades hacia zonas periféricas, flujos migratorios constantes del campo a la ciudad, recorrido de distancias más largas, mayor tiempo requerido en traslados, ineficiencia del transporte público, precios accesibles de los combustibles, consumo intensivo, entre otros.

Las actividades del transporte conllevan transformaciones a los ecosistemas y también alteraciones en la calidad del aire, además de la contaminación por ruido. En la Tabla, se aprecia el número de vehículos por tipo de combustible (gasolina, diesel, gas licuado de petróleo "GLP", gas natural comprimido "GNC") de la flota circulante en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Tabla No.6 Flota vehicular circulante en la ZMVM en el año 2000
Número de vehículos por tipo de combustible

Gasolina	Diesel	GLP	GNC	Total
3,028,790	110,416	24,680	1,324	3,165,210

El diesel nacional tuvo modificaciones importantes a partir de 1992. PEMEX diesel se empezó a utilizar a partir de 1993 hasta la fecha que es bajo en azufre.

El consumo diario promedio de combustibles en la Zona Metropolitana del Valle de México para el año 2000, fue de 301 mil barriles equivalentes a gasolina; es decir 47.8 millones de litros por día; en la Tabla siguiente, se presenta el consumo por tipo de combustible expresado en miles de barriles al año. Es importante mencionar que aunque el consumo de gas natural es abundante, este sólo genera 6.4 MJ por barril, a diferencia de los demás combustibles que en promedio generan 5,681 MJ por barril de combustible.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Tabla No.7 Consumo de combustibles en la ZMVM, 1990-2000

Año	Consumo [miles de barriles/año]						
	Gasolina	Diesel vehicular	Petróleo diáfano	Gasóleo Industrial	Diesel Industrial	Gas LP	Gas natural
1990	34.632	6.247	253	N/C	N/C	18.624	23.142.684
1991	39.329	4.073	200	114	N/C	19.116	22.973.374
1992	39.123	4.325	171	2.514	N/C	21.817	19.574.698
1993	40.225	6.637	145	2.459	354	21.034	29.162.448
1994	41.950	9.177	184	1.977	2.187	22.662	29.130.002
1995	40.172	8.591	157	1.826	1.754	23.289	26.935.602
1996	39.373	9.216	149	1.945	1.751	22.770	27.284.144
1997	40.213	9.644	52	2.012	1.750	22.889	29.044.892
1998	40.686	10.113	19	2.367	1.557	23.171	30.791.034
1999	40.814	10.164	10	1.558	2.002	28.154	32.639.578
2000	43,365	10,189	2	831	2,129	24,230	34,161,981

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX Refinación 2002 / PEMEX Gas y Petroquímica Básica 2002

NC.- En este año no se consumió este combustible

Transformando el consumo de combustibles en volumen a energía y expresándolo en por ciento por tipo de combustible, se observa que en el periodo 1990-2000 la demanda energética de la ZMVM fue cubierta principalmente por la combustión de gasolina, gas natural y gas LP.

En la Tabla No.8 se indica el comportamiento histórico porcentual que se ha dado en el consumo energético desde 1990 hasta el año 2000.

Comportamiento histórico porcentual del consumo energético por tipo de combustible ZMVM, 1990-2000

Año	Consumo energético [%]							Total [Petajoules]	
	Gasolina	Petróleo diáfano	Gasóleo Industrial	Diesel Industrial	Diesel vehicular	Gas natural	Gas LP		
1990	41.2	0.3	0.0	N/C	8.3	32.2	17.9	100	433
1991	45.7	0.3	0.1	N/C	5.3	31.1	17.5	100	446
1992	45.0	0.2	3.2	N/C	5.5	26.3	19.7	100	451
1993	39.7	0.2	2.7	0.4	7.3	33.5	16.3	100	526
1994	38.9	0.2	2.0	2.2	9.3	30.8	16.6	100	572
1995	39.1	0.2	1.9	1.9	9.1	29.9	17.9	100	543
1996	38.1	0.2	2.0	1.8	9.7	30.8	17.4	100	544
1997	39.9	0.1	2.2	1.9	10.4	28.3	17.3	100	530
1998	39.3	N/S	2.5	1.6	10.6	29.0	17.0	100	545
1999	37.3	N/S	1.6	2.0	10.4	29.9	18.8	100	561
2000	39.4	N/S	0.8	2.2	10.4	31.1	16.1	100	564

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX Gas y Petroquímica Básica 2002 / PEMEX Refinación 2002 / Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía 2001.

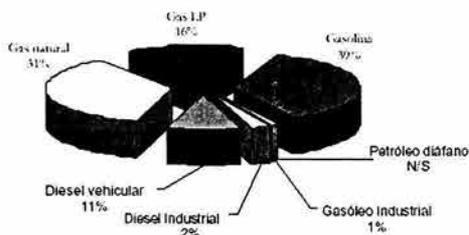
NC.- En este año no se consumió este combustible. N/S.- Consumo no significativo

Tabla No. 8

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

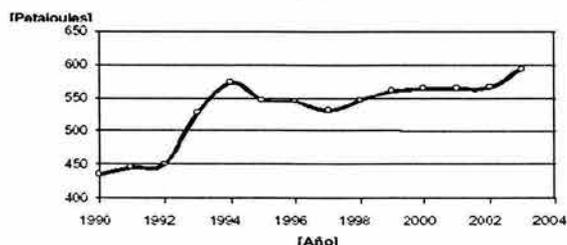
En el año 2000, la Zona Metropolitana del Valle de México consumió 564 Peta Joules de energía, de los cuales los principales portadores energéticos fueron las gasolinas con más del 39%, el gas natural con más del 31%, el gas LP con casi el 16% y el diesel vehicular con más del 10%.

La Figura No.2 muestra la distribución energética por tipo de combustible.



Agrupando los consumos porcentuales energéticos por tipo de combustible presentes en la tabla anterior, se obtienen los siguientes consumos por sector: Desde 1990 el sector transporte es el principal consumidor de energía, su demanda más baja en el periodo 1990-2000 fue del 47% en el año 1993 y su demanda mayor fue del 51% en el año de 1991, 1998 y 2000. Para el caso de la industria y servicios, en este mismo periodo su demanda se ha mantenido entre el 36% y el 42%.

Figura No.3 Consumo energético histórico de la Zona Metropolitana del Valle de México 1990-2000



FUENTE: Elaborada con datos de PEMEX Gas y Petroquímica Básica 2002, PEMEX Refinación 2002 y Secretaría de Energía 2001.

INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZMVM.

El actual inventario de emisiones, agrupan las emisiones en cuatro sectores: fuentes puntuales, fuentes de área, fuentes móviles y fuentes naturales (vegetación y suelos). Sin embargo tiene diferencias, en éste se reportan los compuestos orgánicos totales (COT) en vez de los hidrocarburos totales (HCT), separando el Metano (CH_4) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), incluyendo además de las emisiones de:

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

partículas menores a 10 μm (PM10), bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x), las emisiones de partículas menores a 2.5 μm (PM2.5), y amoníaco (NH_3).

Para nuestro estudio haremos solo inventario de emisiones de fuentes móviles.

FUENTES MÓVILES

Se consideran como fuentes móviles, todas aquellas unidades motrices que sirven como medio de transporte y se impulsan mediante un proceso de combustión, donde la energía química del combustible se transforma en energía mecánica y se caracterizan por ir de un lugar a otro y por lo tanto contaminan a lo largo de su recorrido.

Contaminante	Fuentes móviles		
	ZMVM [ton/año]	DF [%]	EM [%]
PM ₁₀	5,287	73	27
PM _{2.5}	4,589	72	28
SO ₂	4,348	64	36
CO	2,018,788	65	35
NO _x	157,239	73	27
COT	210,816	67	33
CH ₄	11,593	67	33
COV	194,517	67	33
NH ₃	2,261	82	18

N/A: No Aplica

Tabla No.9

La flota vehicular que se utilizó para la medición de emisiones del año 2000, se estimó en poco más de 3 millones 165 mil vehículos de los cuales 2 millones 304 mil (73%) corresponden a unidades registradas en el Distrito Federal y 861,063 (17%) a unidades registradas en el Estado de México.

Distribución de la flota vehicular circulante en la ZMVM.

Por tipo de combustible

Al desglosar la flota vehicular por el tipo de combustible que utilizan las unidades, que circulan tanto en las 16 delegaciones del Distrito Federal, como en los 18 municipios del estado de México considerados dentro de la zona de estudio, tenemos que el 84% corresponden a vehículos que utilizan gasolina, 13% son unidades a diesel, 3% son unidades a gas L.P. y existe un número de unidades no representativo que utilizan GNC, como se muestra en la **Tabla No.10** y en la **Figura No.4**.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Tipo de Vehículo	Vehículos				Total
	Gasolina	Diesel	GLP	GNC	
Autos particulares	2.305.474	266	1.582	-	2.307.322
Taxis	115.684	-	-	2	115.686
Combis	18.242	-	-	-	18.242
Microbuses	27.079	617	1.306	299	29.301
Pick ups	140.747	548	892	-	142.187
Vehículos 7/8 ton	298.581	14.190	-	-	312.771
Tractocamiones	180	62.700	27	-	62.907
Autobuses	150	25.239	30	-	25.419
Vehículos >3 ton	34.287	6.858	-	-	41.143
Motocicletas	88.366	-	-	-	88.366
Camiones de carga a gas LP	-	-	20.841	-	20.841
Vehículos a GNC	-	-	-	1.025	1,025
Totales	3.028.790	110.416	24.680	1.324	3,165.210

Tabla No.10

Distribución de la flota vehicular de la ZMVM por el tipo de combustible.



Figura No.4.

Edad del parque vehicular

En el cálculo de las emisiones es de gran importancia considerar el año modelo de los vehículos, ya que esto nos permite conocer mejor el volumen de emisiones generado por estrato vehicular y con ello proponer acciones para reducir las emisiones en forma específica; a continuación se tienen las distribuciones de acuerdo con el año modelo para los vehículos que utilizan diesel como combustible haciendo una separación por estratos tecnológicos tenemos que el 73% de las unidades corresponden a modelos anteriores a 1993, 13% a modelos 1994 a 1997 que cuentan con la tecnología EPA 94 y 14% son vehículos 1998 y posteriores los cuales cuentan con tecnología EPA 98. (Figura No.5)

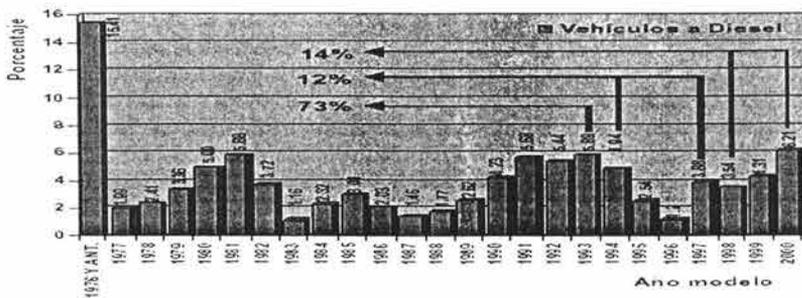


Figura No.5

En la Gráfica de la Fig. 5 podemos apreciar la comparación porcentual entre la emisión de los precursores de ozono (compuestos orgánicos totales y óxidos de nitrógeno) y el número de vehículos a diesel en circulación estimados para la ZMVM en el año 2000 de acuerdo al año modelo; de ésta tenemos que el 73.3% de los vehículos (años modelo 1993 y anteriores), emite 82.9% de compuestos orgánicos totales y 80.8% de los óxidos de nitrógeno, mientras que los vehículos con tecnología EPA 94 (años modelo 1994 a 1997, 12.6% de los vehículos), emiten 9.2% de compuestos orgánicos totales y 10% de los óxidos de nitrógeno de este tipo de vehículo, en seguida tenemos los vehículos que cuentan con tecnología EPA 98 y representan el 14.1% de la flota, con un aporte de 7.9% y 9.2% de compuestos orgánicos totales y óxidos de nitrógeno, respectivamente.

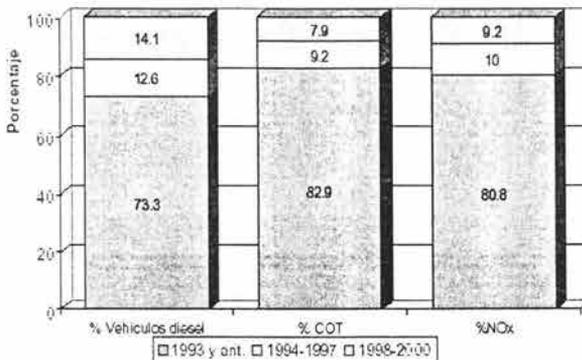


Figura No.6 Comparativo entre emisiones y número de vehículos que utilizan diesel.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL.

Tipo de vehículo	Emisiones [%].								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Autos particulares	18.21	15.71	55.93	40.75	33.09	40.35	38.19	40.19	68.77
Taxis	4.63	3.99	13.50	10.67	10.23	11.92	12.34	11.87	14.09
Combis	0.62	0.54	2.90	3.36	1.96	3.12	2.28	3.11	0.88
Microbuses	2.10	2.05	0.67	9.14	5.41	8.28	8.23	8.28	0.80
Pick up	2.23	2.03	5.38	6.40	6.32	6.15	6.73	6.29	4.78
Vehículos > 3 ton	10.55	10.57	11.82	20.78	19.03	17.58	21.25	17.55	8.07
Tractocamiones	38.94	41.24	3.66	0.94	14.12	3.73	2.85	3.70	0.13
Autobuses	17.95	19.02	1.72	0.50	5.89	1.57	1.15	1.56	0.04
Vehículos > a 3 ton	4.03	4.21	2.48	5.80	2.62	3.51	3.59	3.56	0.88
Motocicletas	0.49	0.44	1.47	1.40	0.16	2.82	1.94	2.92	1.59
Camiones de carga a gas L.P.	0.25	0.20	0.46	0.26	1.14	0.94	1.03	0.94	N/S
Vehículos a GNC	N/S	N/S	N/S	N/S	0.03	0.03	0.42	0.03	N/S
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla No.11
Contribución porcentual por las fuentes móviles en la ZMVM en el 2000.

De esta última tenemos que la mayor contribución de CO, NO_x, COT y NH₃ es por parte de los autos particulares (con 40.75%, 33.09%, 40.35% y 68.77%, respectivamente) y el mayor aporte de las PM₁₀, proviene de los tractocamiones (38.94%)

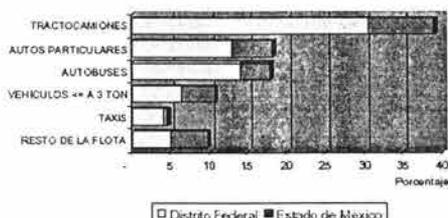


Figura No.7 Distribución de partículas menores a 10 micras de acuerdo con el tipo de vehículo.

Las emisiones de CO se presentan en la Gráfica, de donde tenemos que predominan los autos particulares, casi duplicando la emisión de los vehículos con un peso de 3 toneladas o menos; analizando el aporte por entidad, la emisión de los autos particulares es muy similar, tanto para el Distrito Federal como para el Estado de México y para los vehículos con un peso menor o igual a 3 toneladas el mayor aporte corresponde al Distrito Federal.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL.

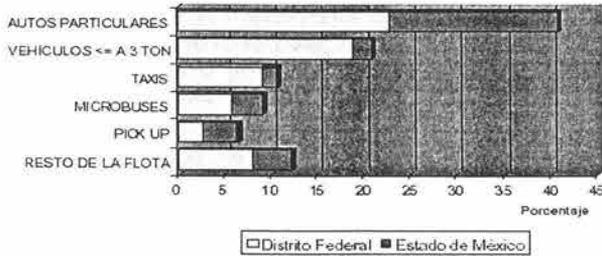


Figura No.8

En la Figura No.8, tenemos que los autos particulares predominan en la emisión de los NOx, con una contribución ligeramente mayor del Distrito Federal; seguido por los vehículos con un peso menor o igual a 3 toneladas, para los cuales el mayor aporte es del Distrito Federal.

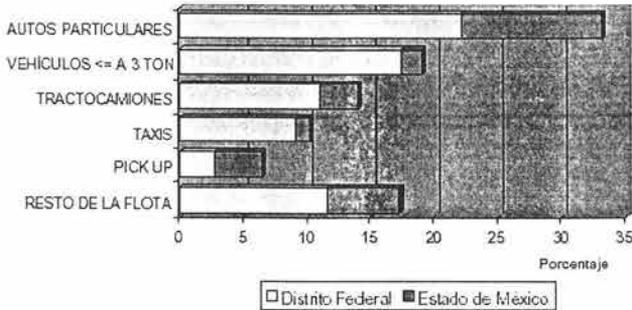


Figura No. 9 Distribución de los óxidos de nitrógeno de acuerdo con el tipo de vehículo.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL.

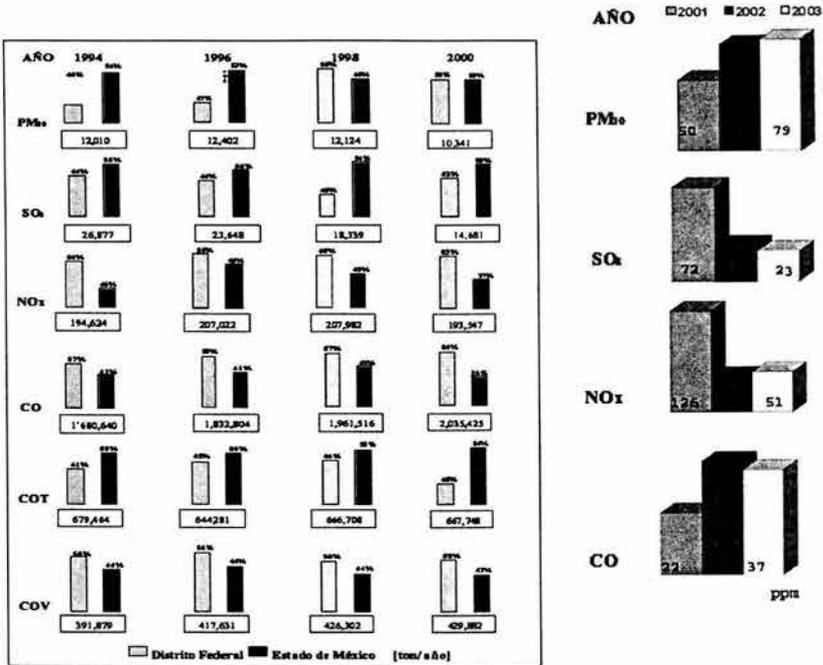


Figura No.10 Análisis comparativo de las emisiones 1994-2003

Así, tenemos que para el año 2000, las emisiones de PM₁₀ han disminuido tan sólo un 1.2%, lo cual se atribuye a que aún cuando en algunos sectores de la industria se han instalado equipos de control de partículas, éstos son dirigidos al control de partículas suspendidas totales (PST); con respecto a las emisiones de SO₂, es el contaminante que más ha disminuido, debido principalmente a la reducción del contenido de azufre en los combustibles líquidos utilizado en la ZMVM y al cambio gradual del uso de combustibles líquidos por combustibles gaseosos; las emisiones de monóxido de carbono (CO), se han incrementado en un 15% debido al aumento de la demanda de combustibles y al mantenimiento inadecuado de los equipos de combustión, ya que este contaminante se genera principalmente por una combustión incompleta; respecto de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), podemos observar que existe una reducción aproximada al 10%, dato significativo si se toma en cuenta que este contaminante es precursor de ozono y nos indica que en algunos sectores, principalmente el de generación de energía eléctrica y el de productos alimenticios, se han realizado mejoras en los procesos de combustión y se han establecido equipos para controlar sus emisiones. Por otro lado, las

emisiones de compuestos orgánicos COT y COV se han incrementado en más de un 9%, siendo este último, otro de los contaminantes precursores de ozono, cabe mencionar que no es un contaminante y por lo tanto son pocas las acciones encaminadas a su control dentro del sector industrial.

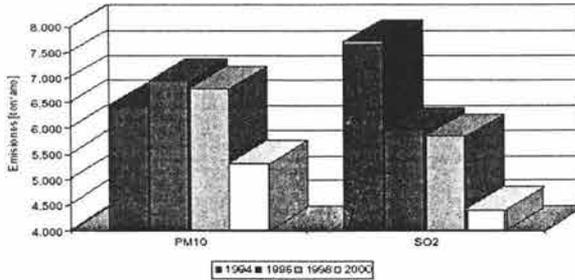


Figura No. 11 Emisiones de PM₁₀ y SO₂ por fuentes móviles en la ZMVM

Para los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos totales, tenemos la Gráfica donde podemos ver que los NO_x tienen un comportamiento a través de los años, similar al de las PM₁₀ principalmente por la influencia de los vehículos que utilizan diesel; en el caso de los COT las emisiones aumentan en forma progresiva desde 1994 hasta el 2000, debido a que este contaminante es generado principalmente por los vehículos a gasolina, los cuales se incrementan en forma constante a través de los años.

Distribución horaria de las emisiones

La necesidad de las autoridades ambientales que convergen en la ZMVM, para la toma de decisiones requieren de un inventario con una resolución horaria; lo anterior debido a que las emisiones de los automóviles que circulan por las vialidades de la zona, varían de una hora a otra y de igual forma se puede mencionar que la actividad industrial varía en el transcurso del día. En general la mayor cantidad de emisiones generadas en la zona, se emiten de las 7:00 a las 16:00 horas del día; las emisiones son menores en las primeras horas del día y conforme transcurre el día van en aumento, de tal forma que a las 12 y 14 horas se tienen los niveles más altos de emisión; posterior a este horario las emisiones van disminuyendo. Figura

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

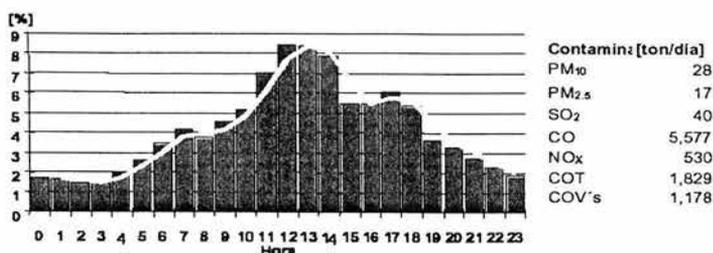


Figura No.12 Perfil de emisión horario

Del análisis de la figura, se observa que a las 12 del día, es cuando se presenta el índice más alto de emisión; por ejemplo de las 28 toneladas de partículas PM10 que se generan al día, a las 12 horas se liberan más del 8%, y de las 9:00 a las 18:00 horas cerca del 64%; este perfil de emisiones basado en la actividad horaria de todos los sectores puede tomarse para hacer una distribución de las emisiones totales para otros contaminantes (PM2.5, SO2, CO, NOx, COT, COV's).

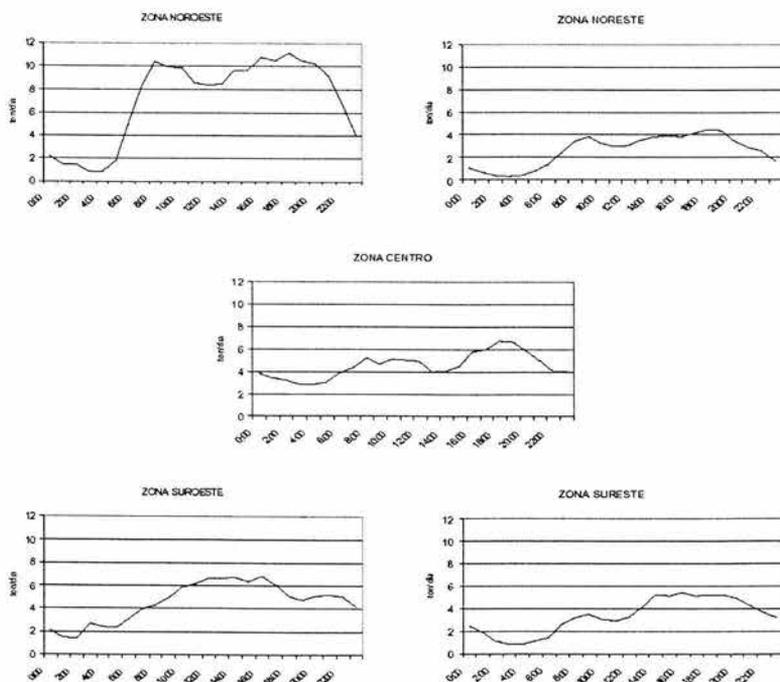


Figura No. 13 Comportamiento horario de las emisiones de COV por zona.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

En la imagen podemos apreciar las variaciones en el perfil de cada zona, las cinco zonas tienen un contorno general en el cual se aprecian 2 picos, uno en la mañana y otro en la tarde con un valle intermedio, aunque hay zonas en las que se tiene poca variación entre las horas pico, como la noroeste y la suroeste, lo cual nos muestra que la actividad vehicular aparenta permanecer en forma similar a lo largo del día; lo anterior refleja el congestionamiento vial constante que se tienen en la ZMVM.

También tenemos que en todas las zonas la hora pico vespertina genera mayores emisiones que la matutina y que la hora pico con mayor emisión es la vespertina en la zona noroeste (entre las 17:00 y las 19:00 hrs.), seguida de las zonas centro (entre las 18:00 y las 20:00 hrs.) y suroeste (entre las 12:00 y las 16:00hrs).

De los últimos años en los meses de Enero a Agosto se hizo un estudio comparativo de los índices de emisiones máximos y encontramos en los siguientes resultados.

Máximos	2001	2002	2003
O ₃	144	137	125
SO ₂	72	27	23
NO ₂	126	46	51
CO	22	40	37
PM10	50	75	79

Tabla No.12

Donde podemos observar como es que ha disminuido en algunos ejemplos, el O₃, SO₂ y parcialmente el NO₂, sin embargo en las PM10 y CO ha aumentado.

Comparación en las siguientes figuras 13 a la 17:

Comparación de Maximo de Ozono de Enero a Agosto c/año

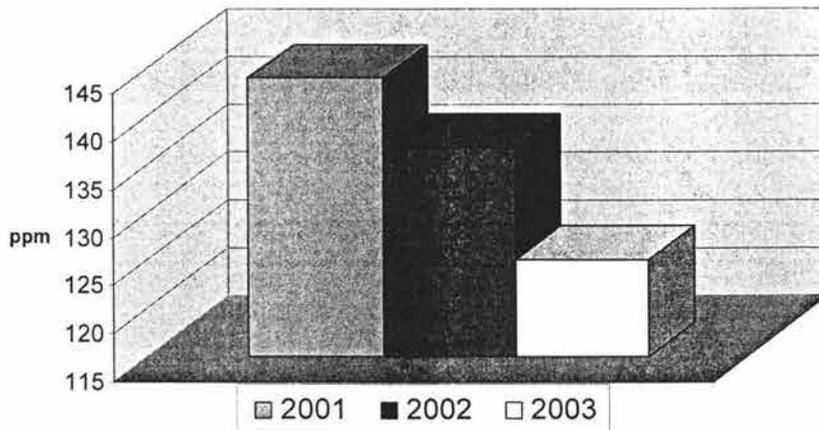


Figura No.13

Comparación de Maximo de SO2 de Enero a Agosto c/año

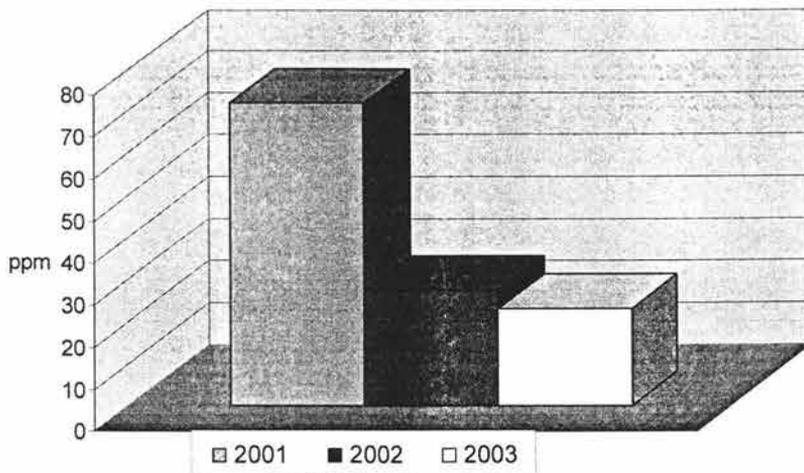


Fig.14

Comparación de Maximo de NO2 de Enero a Agosto c/año

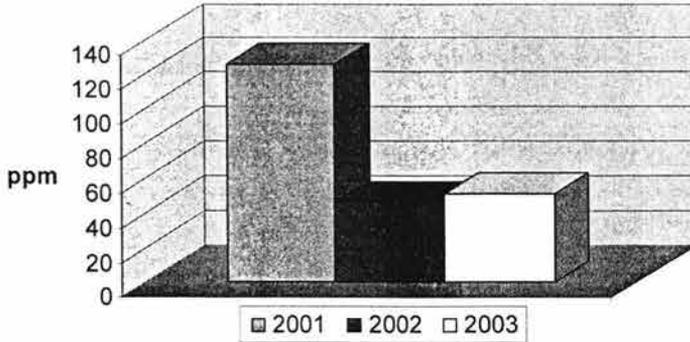


Figura No. 15

Comparación de Maximos de CO de Enero a Agosto c/año

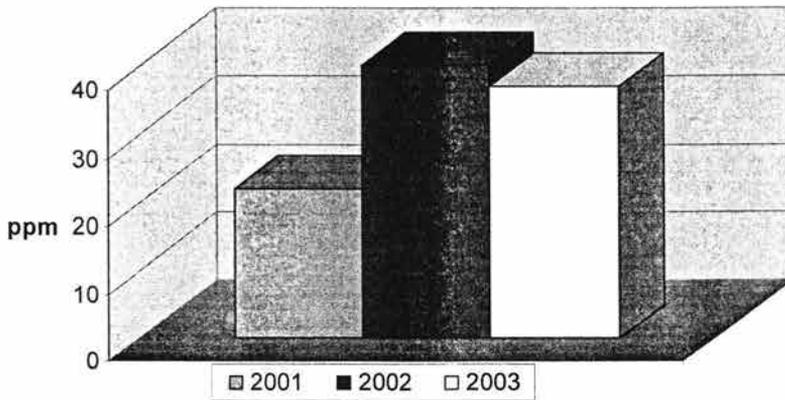


Figura No. 16

Comparación de Maximos de PM10 de Enero a Agosto c/año

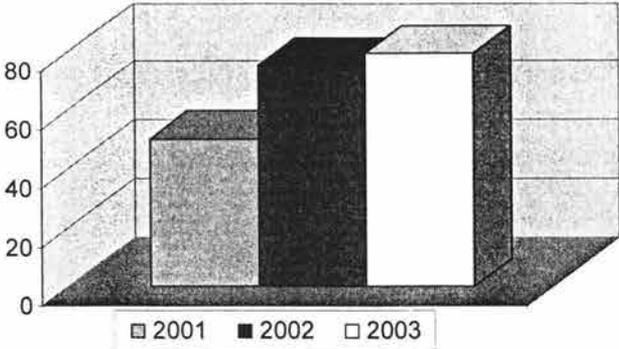


Figura No. 17

Capítulo II

Marco Legal

Marco Legal

Para la solución de los problemas ambientales en México, fue decretada la primera Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental (1971), es hasta fechas recientes en que surge un Marco Institucional y Legal para la gestión ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

La política ambiental al inicio se centró más en prevenir y controlar los efectos que en determinar y disminuir las causas. A principios de los ochentas, se incorporan los factores de causalidad, aspectos de restauración y normatividad. En los siguientes años se comienzan a vincular las causas económicas y sociales con las causas ambientales.

Se adopta un enfoque integral asociando a la problemática ecológico ambiental al desarrollo económico y social en la ZMCM; a finales de los ochentas y hasta la fecha, tomando como base la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (1998).

En todo el país y en especial en el Valle de México, se han reglamentado los índices de contaminación para tratar en lo posible, de conservar el medio ambiente lo más aceptable que se pueda con el fin de conservar las condiciones de salud de los ciudadanos, flora y fauna en general. De acuerdo a estadísticas se dice que los vehículos son los causantes de un alto porcentaje de la contaminación del aire, por lo que se ha tenido que reglamentar tanto su uso como la contaminación que causen con una serie de Normas Oficiales Mexicanas.

Evidentemente, para poder referirnos a este tema, debemos empezar por nuestra Carta Magna, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y haciendo referencia al Artículo No.27 y al Título II, Artículo No.42, es el Estado el que tiene la facultad de regular el medio ambiente, que en este caso en particular es la atmósfera, y es el que debe marcar el tipo de obligaciones a que estarán sujetos todos los ciudadanos de esta Nación.

Nos obligamos también a mencionar a la Ley General de Salud, que está íntimamente relacionada con los problemas que causa a los ciudadanos los contaminantes en la atmósfera, que nos indica: "Las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán las medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana antes los riesgos y daños dependientes de las condiciones del medio ambiente:". Y en el Artículo 118 nos indica: "Corresponde a la Secretaría de Salud:

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

I.-Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente;

VI.-Ejercer el control sanitario de las vías generales de comunicación, incluyendo los servicios auxiliares, obras, construcciones, demás dependencias y accesorios de las mismas, y de las embarcaciones, ferrocarriles, aeronaves y vehículos terrestres destinados al transporte de carga y pasajeros y;”

Además de la Ley General de Salud, se tiene la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que en su Sección VI, relativa a las Normas Oficiales Mexicanas

También el Reglamento de la Ley general de Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbana. Este Reglamento tiene sus bases en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente.

Derivadas de las Leyes y Reglamentos anteriores tenemos a las Normas Oficiales Mexicanas que tienen por objeto regir a todo el Servicio de Transporte tanto particulares como de pasajeros y de carga.

Entre las Normas más importantes, podemos mencionar las siguientes:

Institución Norma	Objetivo	Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación
SEMARNAT NOM-044- ECOL-1993	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.	22/10/1993
NOM-086- ECOL-1994	Contaminación atmosférica Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	-02/12/1994
NOM-086- ECOL-1994	Contaminación atmosférica Especificaciones sobre protección	-02/12/1994 (Modificación:

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

	ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	4/11/1997)
NOM-076- ECOL-1995	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	26/12/1995
NOM-045- ECOL-1996	Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel ó mezclas que incluyan diesel como combustible.	22/04/1997
NOM-121- ECOL-1997	Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.	14/07/1998
NOM-EM- 128-ECOL- 1998	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y partículas suspendidas, provenientes del escape de automóviles y camiones.	21/09/1998 (Prórroga: 25/03/1999)
NOM-042- ECOL-1999	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de	06/09/1999

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

	<p>nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos con peso bruto vehicular que no, exceda los 3,856 kilogramos.</p>
NOM-020-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O₃). Valor normal para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. 23/12/1994</p>
NOM-021-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. 23/12/1994</p>
NOM-022-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. 23/12/1994</p>
NOM-023-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. 23/12/1994</p>
NOM-024-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas suspendidas totales (PST). Valor 23/12/1994</p>

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

NOM-025-SSA1-1993	<p>normado para la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.</p> <p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM10). Valor normado para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.</p> <p>23/12/1994</p>
NOM-026-SSA1-1993	<p>Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.</p> <p>23/12/1994</p>
NOM-048-SSA1-1993	<p>Establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.</p> <p>09/01/1996</p>
NOM-CCAT-007/ECOL/1993	<p>Establece los niveles máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo proveniente del escape de motores que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.</p> <p>09/01/1993</p>
NOM-CCAT-008/ECOL/1993	<p>Establece los niveles máximos de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.</p>
<p>FUENTE: INEGI. Con base en: Comisión Ambiental Metropolitana /GDF// SEMARNAT. México, D.F., 2002.</p>	

Tabla No.13

C capítulo III

Motores Diesel

Motor diesel

Rudolf Diesel desarrolló la idea de un motor y obtuvo la patente alemana en 1892. Su logro era crear un motor con alta eficiencia. Los motores a gasolina fueron inventados en 1876 y, específicamente en esa época, no eran muy eficientes.

El motor diesel es una máquina productora de trabajo al quemar un combustible en un volumen de aire, el cual se ha comprimido previamente a una presión elevada mediante el movimiento de un pistón. Por ser una máquina que produce un trabajo se denomina motor y como en su interior tiene lugar una combustión, son conocidos como motores de combustión interna.

Las diferencias principales entre el motor a gasolina y el Diesel son:

Un motor a gasolina es de cuatro tiempos. Un motor diesel puede ser de dos ó cuatro tiempos.

Un motor diesel utiliza mucha más compresión que un motor a gasolina. Un motor a gasolina comprime a un porcentaje de 8:1 a 12:1, mientras un motor diesel comprime a un porcentaje de 14:1 hasta 25:1. La alta compresión se traduce en mejor eficiencia.

Los motores diesel utilizan inyección de combustible directa, en la cual el combustible diesel es inyectado directamente al cilindro. Los motores a gasolina anteriormente utilizaban carburación en la que el aire y el combustible eran mezclados en un tiempo antes de que entrará al cilindro, o inyección de combustible de puerto en la que el combustible era inyectado a la válvula de succión (fuera del cilindro), pero actualmente también son de inyección directa..

El motor diesel no tiene bujía, se toma el aire y lo comprime, y después inyecta el combustible directamente en la cámara de combustión (inyección directa). Es el calor del aire comprimido lo que hace la explosión del combustible en un motor diesel.

El inyector en un motor diesel es el componente más complejo y ha sido objeto de gran experimentación -en cualquier motor particular es colocado en variedad de lugares-. El inyector debe ser capaz de resistir la temperatura y la presión dentro del cilindro y colocar el combustible en un fino rocío. Mantener el rocío circulando en el cilindro mucho tiempo, es también un problema, así que muchos motores diesel de alta eficiencia utilizan válvulas de inducción especiales, cámaras de pre-combustión u

otros dispositivos para mezclar el aire en la cámara de combustión y para que por otra parte mejore el proceso de encendido y combustión.

Una gran diferencia entre un motor diesel y un motor a gasolina está en el proceso de inyección. La mayoría de los motores de autos utilizan inyección de puerto o un carburador en lugar de inyección directa. En el motor de un auto, por consiguiente, todo el combustible es guardado en el cilindro durante el choque de succión, y se quema todo instantáneamente cuando la bujía dispara. Un motor diesel siempre inyecta su combustible directamente al cilindro, y es inyectado mediante una parte del choque de poder. Esta técnica mejora la eficiencia del motor diesel.

Acciones esenciales en el interior de un motor Diesel

Primera: Debe ser previamente inyectado aire en el interior del cilindro, ya que ningún combustible se quemaría sin un comburente.

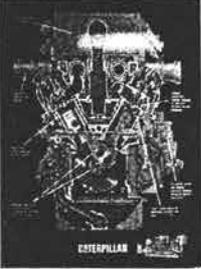
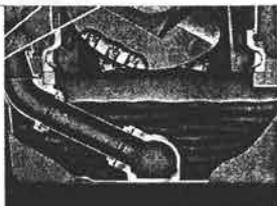
Segundo: Una vez en el interior del cilindro, el aire debe ser reducido de volumen mediante compresión y a una presión elevada. Existen dos razones para la compresión del aire; una es que esta compresión antes de que entre el combustible produce mayor potencia que si no fuese comprimido. La otra razón es que cuando el aire o un gas cualquiera es comprimido se eleva su temperatura, o sea, a mayor presión mayor temperatura (a igual volumen). En un motor diesel el aire es comprimido hasta alcanzar la temperatura del hierro al rojo, tan alta que produce el encendido automático del combustible que penetra en forma de aerosol en el interior del cilindro.

Tercero: El combustible debe ser alimentado al cilindro en forma de un rocío pulverizado e inyectado después que el aire ha sido comprimido y por tanto calentado a elevada temperatura. Entrará el combustible pulverizado para que se forme una nube de gotitas que se extenderá en el seno del aire, necesaria para una rápida y completa combustión.

Cuarto: La combustión sucede inmediatamente después de ser inyectado el combustible dentro del cilindro, generando una gran cantidad de calor. Y la mezcla gaseosa encontrándose a elevada temperatura se dilatará o expansionará, dando como resultado la impulsión del émbolo, y la fuerza producida se transmitirá al árbol cigüeñal por intermedio de la biela y manivela. El árbol girará produciéndose un potencial para cuya aplicación se ha puesto en marcha el motor.

Quinto y último: Cuando el émbolo ha terminado su carrera impulsada y los gases en cilindro han perdido su presión, es necesario librarse de los gases mediante una acción de expulsión o escape.

El motor diesel de 8 cilindros en V consta de las siguientes partes principales:

	<p>Una perspectiva general del motor muestra sus diferentes partes. Se aprecia un corte transversal del equipo, y pueden reconocerse los pistones, el depósito de aceite, la bomba de aceite, el sistema de inyección, el sistema de admisión y escape y otras partes importantes.</p>
<p>Un acercamiento del sistema de lubricación muestra la forma en que se deposita el aceite en el fondo del equipo, y cómo es retirado mediante bombeo para ser dirigido a las partes internas que requieren de lubricación.</p>	
	<p>Otro punto importante del sistema de lubricación es la bomba de aceite. Como puede verse, esta bomba pertenece al tipo de bombas de desplazamiento positivo que se conoce como "bomba de lóbulos". Su función no es la de incrementar la presión del aceite, sino la de dirigir a éste hacia el cigüeñal, que es donde se eleva verdaderamente la presión del lubricante.</p>
<p>En otra sección del motor, se aprecia la forma en que el eje de levas acciona el movimiento valvular dentro de los pistones del motor. Asimismo, se aprecia en rojo el comportamiento de los gases de combustión generados dentro de los cilindros.</p>	

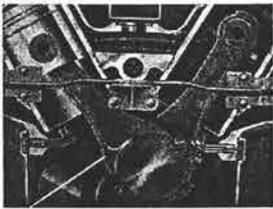
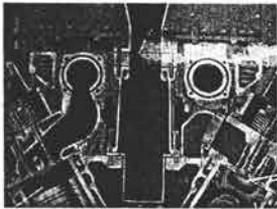
	<p>En esta otra panorámica, se aprecia la forma en que los gases de combustión (en rojo) abandonan los pistones una vez que han cumplido con su cometido de convertir la energía química del combustible en energía mecánica.</p>
<p>A fin de que la estructura del motor resista los grandes cambios de temperatura que ocurren en su interior, el sistema de lubricación se encarga de enfriar las partes más problemáticas. En esta gráfica se aprecia la forma en que el aceite es dirigido hacia la parte inferior de los pistones, a fin de mantener una temperatura adecuada de operación.</p>	
	<p>La aplicación de la termodinámica queda reflejada en esta figura. Se presentan el aire de admisión (en verde) y los gases de escape (en rojo), los cuales son estudiados detenidamente por los ciclos de potencia de aire estándar, base del diseño de los motores de combustión interna.</p>

Tabla No. 14

Algunas aplicaciones de los motores diesel:

Camiones, Autobuses, tractores, escavadoras, plantas de construcción de maquinaria y equipos mineros: Los motores diesel tiene todas estas aplicaciones. La razón principal es que el motor diesel provee de una potencia y alta eficiencia, que ningún otro puede y es por ello que no puede ser remplazado.

Instalaciones Fijas de fuerza: se utilizan en elevadores de agua, servicios ferroviarios, instalaciones de fuerza en minas, perforación de pozos petrolíferos e instalaciones provisionales de emergencia.

Usos navales: Los motores diesel son muy utilizados en servicios marítimos de varias clases, tales como propulsión de barcos de pasajeros, lanchas rápidas a motor, transbordadores, remolcadores, barcos de guerra

y rompehielos. Las principales razones para emplear estos motores es como siempre el bajo costo de sus combustibles en comparación con el vapor.

Motor a Gasolina

El motor a gasolina convierte un fenómeno químico (la expansión que se produce al comprimir y explotar con la chispa de una bujía, a la mezcla de aire y gasolina dentro del cilindro herméticamente sellado) en uno mecánico que es el empuje que recibe el pistón y que lo trasmite a la biela y esta al cigüeñal, produciendo finalmente un movimiento de giro que será aprovechado por el sistema de transmisión del vehículo para hacer que las ruedas se muevan.

Este está basado en una ingeniosa distribución de las carreras del pistón (movimientos ascendentes y descendentes) aprovechando cuatro tiempos o movimientos para recibir el combustible, comprimirlo, explotarlo y finalmente expulsar los gases que deja la combustión. Esos cuatro pasos (Admisión, Compresión, Explosión y Escápe) los utiliza el motor de explosión de cuatro tiempos y se llevan a cabo en la cámara de combustión.

Cámara de combustión: esta es el área donde la compresión y la combustión tienen lugar. Mientras el pistón se mueve de arriba a abajo, el tamaño de la cámara de combustión cambia. Tiene un volumen máximo y un mínimo. La diferencia entre el máximo y el mínimo es llamada desplazamiento, y es medida en litros o en centímetros cúbicos donde 1000 cc equivalen a un litro. Así que si tiene un motor de cuatro cilindros y cada cilindro se desplaza medio litro, entonces el motor es "un motor de 2.0 litros". Si cada cilindro se desplaza medio litro y hay 6 cilindros colocados en V tiene un "3.0 litros V6". Generalmente el desplazamiento le dice algo acerca de cuánto poder tiene un motor. Un cilindro que desplace medio litro puede almacenar el doble de aire, combustible que desplaza un cuarto de litro, y por ello se esperará cerca del doble de poder del cilindro más grande (si todo lo demás es igual). Así que un motor 2.0 litros es la mitad de poderoso que uno 4.0 litros. Puede obtener mayor desplazamiento incrementando el número de cilindros o agrandando la cámara de combustión (o los dos).

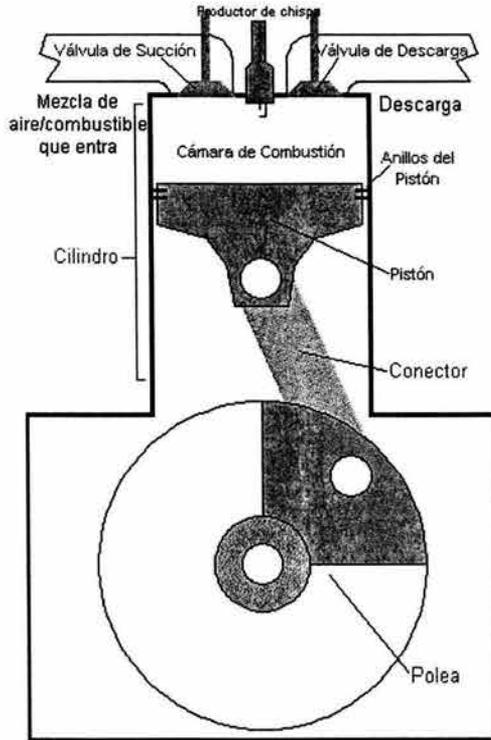


Figura No.18

Los cuatro Tiempos:

Admisión: El pistón inicia una carrera descendente dentro del cilindro y aprovechando que la válvula de admisión está abierta, succiona la mezcla (aire + gasolina) para llenar el vacío.

Compresión: El pistón sube. Como las válvulas de admisión y de escape están cerradas, la mezcla no puede salir del cilindro y entonces es comprimida por el pistón.

Explosión: Al ser comprimida la mezcla, esta se calienta y facilita el efecto de explosión que produce una chispa que salta de la bujía, haciendo que el pistón baje con una poderosa fuerza.

Escape: Por último, la combustión que se ha producido, deja algunos gases que ahora son expulsados a través del orificio que ha dejado la válvula de escape abierta y que son empujados por el pistón en esta carrera ascendente.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

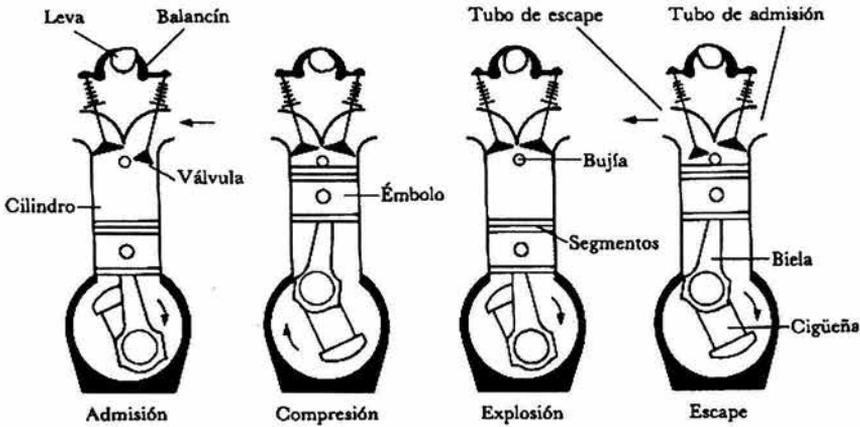


Figura No. 19

Los cuatro tiempos, están complementados con algunos sistemas que permiten su óptimo desempeño. Ellos son:

<p>Funcionamiento: La alimentación a los cilindros del motor se hace mezclando la gasolina líquida depositada en el tanque, con el aire de la atmósfera. Mezcla que se realiza en el carburador si el vehículo posee este sistema, o cerca a los cilindros si el sistema es de inyección como la totalidad de los vehículos modernos en México. La gasolina es impulsada del tanque hacia el carburador o al sistema de inyección, por la bomba, que puede ser eléctrica (ubicada generalmente dentro del tanque de gasolina) o una bomba mecánica, adosada al bloque de cilindros en el motor y accionada por el árbol de levas.</p>	<p>Partes: Tanque de Gasolina, Conductos, Bomba de Gasolina, Carburador, Filtro de Aire:</p> <p>Con inyección: En el sistema de inyección, la bomba envía la gasolina a los inyectores que están ubicados en el múltiple de admisión cercana a la entrada donde se aloja la válvula de admisión. El momento y la cantidad de combustible están controlados por un microcomputador.</p> <p>Este método aporta una pulverización muy fina asegurando una distribución ideal lo que hace funcionar óptimamente todo el conjunto, dando mayor potencia, economizando combustible y asegurando una menor contaminación ambiental.</p>
--	--

Tabla No.15 Sistema de Alimentación

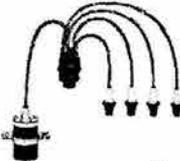
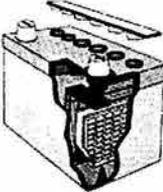
<p>Encendido</p> <p>Funcionamiento: Cuando el conductor gira la llave y hacer trabajar al motor de arranque comienzan los primeros giros del motor iniciándose así el funcionamiento del sistema de encendido. La corriente pasa de la batería, por el switch hacia el distribuidor. Primero al condensador y luego a los platinos (en el sistema clásico), como los platinos se abren y se cierran por acción de la leva, generan en la bobina la inducción de la corriente de alta tensión (la inducción se genera cada vez que los platinos se abren). El impulso de corriente producido sale conducido por el cable que lo lleva hasta la tapa del distribuidor entrando por la terminal hasta tocar la escobilla que en este momento está girando por acción del eje del distribuidor. La escobilla pasa la corriente a su punta transmitiéndola luego a la terminal de salida más cercana siguiendo por el cable camino a la bujía correspondiente. Ya en la bujía forma una chispa al saltar de un electrodo a otro. Si todo va bien en ese instante el pistón debe estar comprimiendo la mezcla cosa que hará que se produzca la explosión.</p> <p>En este momento los platinos se han cerrado. Al abrirse nuevamente se generará el siguiente impulso que la escobilla transmitirá al siguiente pistón que esté listo para la explosión.</p> <p>El encendido electrónico es igual al de <u>platinos</u>, solo que en lugar de los platinos este trabajo es realizado por el generador de impulsos</p>  	<p>La Batería, Bobina, Bujías:</p> <p>Distribuidor:</p>  <p>Partes del Distribuidor: Tapa, Rotor o Escobilla, Platinos</p> <p>Instalación de alta Switch o interruptor de encendido</p>   
--	---

Tabla No.16 Sistema de Encendido

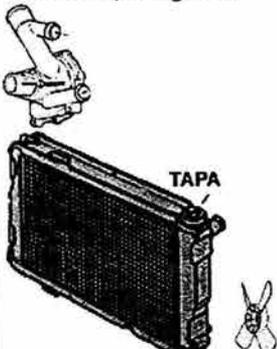
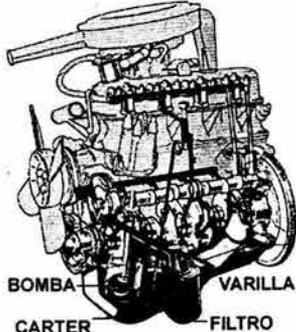
<p>Refrigeración Funcionamiento: En la mayoría de los autos se utiliza el agua como refrigerante, aunque algunos lo hacen con el aire. En el momento que el motor enciende, las explosiones que lo hacen posible, generan una altísima temperatura en el interior. Si esta temperatura subiera exageradamente, produciría una deformación de las piezas que dejarían inservible al motor. Para evitar este fenómeno, cuando la temperatura llega a su máximo permitido, el termostato se abre, permitiendo que la bomba haga circular el agua hacia el radiador donde por efecto del movimiento del ventilador se hará la transferencia de calor, regresando luego ya refrigerada al motor para completar su ciclo.</p>	<p>Partes: Radiador, Ventilador, Bomba de agua, Termostato, Mangueras.</p> 
<p>Lubricación Funcionamiento: Con el motor apagado, el aceite permanece en estado de reposo en el interior del cárter. Al encender el motor, la bomba que es accionada por el árbol de levas, succiona el aceite, lo hace pasar por el filtro para su limpieza y lo impulsa hacia las partes que requieren lubricación, como los anillos, los apoyos del árbol de levas, los apoyos del cigüeñal etc. Mientras el motor permanezca encendido, el aceite estará circulando por los conductos, regresando al cárter y volviendo a circular por el filtro hacia los puntos de lubricación.</p>	<p>Partes: Cárter, Bomba de aceite, Filtro, Varilla medidora de aceite.</p> 

Tabla No.17 Sistema de Refrigeración y el Sistema de Lubricación

Los motores diesel de hoy en día se parecen muy poco a los de hace unos pocos años. No sólo ha aumentado su rendimiento gracias a la inyección del combustible directamente en la cámara de combustión en lugar de la precámara, también se ha suavizado su funcionamiento, disminuido el ruido y aumentado el régimen de giro del motor, hasta el punto de que muchos motores alcanzan 5.000 rpm. Todas estas transformaciones han permitido incrementar de manera notable sus prestaciones y disminuir su consumo, con un rendimiento termodinámico superior a los motores de gasolina y un funcionamiento cada vez más parecido a estos.

Capítulo IV

Aditivos en motores diesel

Aditivos en motor diesel

Los medios de transporte accionados por motores diesel son cada vez más populares debido a la eficiencia de combustible relativamente alta y la mayor durabilidad del motor si se compara con motores alimentados por otro combustible. Los motores diesel operan usando mezclas oxidantes, con relaciones aire/combustible mayores a 20, lo que resulta en una combustión de relativamente baja temperatura que produce menores emisiones de NO_x, CO e hidrocarburos. Dada la economía de combustible, también la emisión de CO₂ es menor que la producida por motores. Debido a que el diseño del proceso de combustión resulta en altos niveles de emisión de partículas, en los últimos años se han realizado esfuerzos tendientes a mejorar el diseño del inyector de combustible. Sin embargo, esto no ha sido suficiente para reducir la emisión de particulado a valores menores a los límites de las leyes actuales, por lo cual los tratamientos de post-combustión son necesarios.

Existen diversas tecnologías comerciales para el tratamiento de los efluentes de motores diesel. Entre ellas:

- **Metales nobles** depositados en soportes cerámicos, los cuales son activos para la combustión de la fracción líquida (SOF), y para la oxidación del CO e hidrocarburos volátiles [3]. Sin embargo, con este método no es posible eliminar la fracción sólida del hollín "dry soot".
- La tecnología **EGR** [4] es eficiente en disminuir la emisión de óxidos de nitrógeno y SOF, pero incrementa la emisión de sólidos.
- La vía más factible para la eliminación de partículas es la utilización de **filtros regenerables** periódicamente [5].
- La regeneración térmica por oxidación con aire requiere temperaturas mayores a 600° C lo cual origina severas tensiones en los materiales utilizados. A fines de disminuir esta temperatura y realizar **la regeneración continua in situ** es posible la utilización de catalizadores, los cuales pueden adicionarse al combustible en forma de moléculas órgano metálicas [6] o impregnarse en las paredes del filtro.

Recientemente, se ha anunciado la utilización comercial de "filtros regenerados in situ" mediante la oxidación del hollín con NO₂. En esta tecnología, se utiliza un metal noble como catalizador para generar el NO₂ mediante la oxidación catalítica del NO presente en los efluentes gaseosos del motor diesel.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Como resultado de programas de ahorro de energía y de control de la contaminación, se han desarrollado una serie de dispositivos y aditivos tendientes a resolver de manera parcial la problemática asociada a estos tópicos. Con relación a los aditivos existen diversos tipos que principalmente son sólidos o líquidos en los cuales está basado nuestro estudio.

Las partes Fundamentales de los motores diesel en donde se ha desarrollado la tecnología y se ha obtenido una combustión óptima son:

- cilindro
- pistón
- árbol o eje
- manivela
- cigüeñal
- válvulas
- pulverizador o inyector
- bombas inyectoras de combustible

Y son éstas partes las que suelen ensuciarse y o dañarse a causa de las impurezas del combustible, trayendo como consecuencia la reducción de la eficiencia del motor diesel.

La mayoría de las pruebas realizadas a los dispositivos y aditivos que contiene este documento fueron realizadas en la compañía AUTOTRANSPORTES URBANOS DE PASAJEROS R-100 Ciudad de México D. F en su módulos (sitios base en donde a los autobuses urbanos se les proporciona desde combustible hasta las reparaciones pertinentes para su buen funcionamiento, también son utilizados los módulos para guardar los autobuses urbanos cuando no están funcionando o en circulación) ubicados en distintos puntos de la ciudad y que son ocho módulos.

Cada dispositivo y aditivo tiene su clasificación por Ej. "Aditivos Químicos" la cual se utiliza por conveniencia comercial y así los denomina el personal que realiza los protocolos de las pruebas. Y la clasificación es: Dispositivos Mecánicos, Aditivos Físicos y Aditivos Químicos ya que son de acuerdo a la acción que generan el aplicarlos.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Dispositivos Mecánicos; ya que estos son los filtros que principalmente son utilizados para retener las partículas.

Físicos; son denominados así por que no son catalizadores y que son biodegradables.

Y los Químicos por que intervienen en la reacción siendo catalizadores finalmente y de origen petroquímico.

Catalizador

Acelerador de la reacción química que combina los compuestos de los gases de escape para obtener dióxido de carbono y vapor de agua como elementos finales. Utiliza platino y rodio para como elementos aceleradores de la reacción química. En los catalizadores por oxidación el monóxido de carbono lo convierte en dióxido de carbono al volverlo a combinar con el oxígeno. Los hidrocarburos también los hace combinar con el oxígeno obteniendo de nuevo dióxido de carbono y vapor de agua. Los catalizadores por reducción convierten los óxidos de nitrógeno en nitrógeno y oxígeno libre que se utiliza en los procesos anteriores. Un catalizador de tres vías combina los sistemas anteriores pero necesita una temperatura superior a 400° C para funcionar correctamente y que la mezcla de aire y gasolina sea la estequiométrica. Tampoco puede ser utilizado con gasolina con plomo al anular este material la función de los elementos del catalizador.

Aditivos

Para tratar de mejorar la combustión del diesel o de incrementar su número de cetanos (% de hexadecano) y reducir las emisiones, se ha sugerido el uso de diferentes aditivos. También son utilizados para eliminar los residuos de carbono dentro de las cámaras de combustión o de disminuir la opacidad producida por el diesel.

Se han estudiado una gran cantidad de compuestos para mejorar la combustión del diesel, siendo los más comunes los ésteres nitrificados. Los Peróxidos y otros reactivos se ha descartado por su peligrosidad o por sus efectos nocivos en el combustible. La gran mayoría de los aditivos están basados en el Etil Hexil Nitrato o en mezclas de Nitrato de Octilo, los cuales incrementan el número de cetano y se han utilizado en la Europa Occidental.

En un aditivo típico para un combustible diesel de número de cetano 45 el aumento por unidad de cetano es de 0.017% de incremento. Por lo tanto, para un consumo de 75 millones de toneladas al año con un incremento de 2 números de cetano, se necesitaría de 30,000 toneladas de aditivo y

tendría un costo muy grande. A esto es necesario añadir los costos que surgen tanto del almacenamiento como el manejo de aditivo.

Los aditivos están diseñados para eliminar también los depósitos dentro de las paredes internas de un motor de ignición por bujía, es decir en las cámaras de combustión. Estos depósitos se forman por el combustible, pero también interviene el aceite del motor.

El mecanismo de formación de depósitos parece que se inicia con las reacciones de adición y sustitución entre el combustible y el aceite para producir compuestos por oxidación, los cuales se depositan en las superficies calientes y se polimerizan. Lauer y Friel sugieren que es una pirólisis oxidativa de los depósitos precursores que condensan en las superficies. También se ha investigado que entre más elevada sea la temperatura a la que trabaja un motor, hay menos formación de depósitos.

En otro estudio denominado **Deposit Control additive Effects on CCD formation engine Performance and Emissions**; nos indica que los depósitos de residuos en las cámaras de combustión ha forzado a los fabricantes a controlar la calidad de los combustibles para evitar las emisiones de gases contaminantes. En este estudio se hace notar que al aumentar el depósito de residuos en la cámara de combustión, aumentan las emisiones de HC, CO y NOx, pero solamente se reduce los NOx al eliminar los residuos.

Así, los aditivos que controlan el depósito de residuos, tienen un papel fundamental dentro del área de los combustibles; además de tener como finalidad principal el mejoramiento del desempeño del motor pues los motores limpios producen menos emisiones y también contribuyen a limpiar el aire.

La tecnología de los aditivos puede ser una combinación de la función detergente y como carburante dentro de la cámara de combustión, sin embargo, no todos los aditivos funcionan de igual forma; algunos pueden mantener perfectamente limpio el motor, los inyectores de combustible y las válvulas pero puede ocasionar la formación de pesados residuos dentro de las Cámaras de Combustión, mientras de que otros pueden ser igualmente efectivos dentro del sistema de combustible pero no formar residuos ni aumentar el octanaje del combustible.

Características del Diesel

PEMEX Refinación ofrece al mercado sus productos PEMEX Diesel y Diesel Desulfurado para uso automotriz; para la industria se tiene el Diesel Industrial y el Diesel Industrial Bajo Azufre y para embarcaciones el Diesel Marino Especial.

Las principales diferencias existentes de estos diesel son: el contenido Máximo de azufre y el índice de Cetano.

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

ESPECIFICACIONES RESULTADOS PROMEDIO							
	Pemex Diesel	EUA Prom.	EUA Carb.	Canadá	Alemania	Japón	Chile
Azufre % P Max.	0.021	0.03	0.02	0.027	0.03	0.03	0.05
1. de Cetano. min.	53	46	48.2	44	50.6	53	48
Viscosidad Cinemática a 40°C CST	3.0	2.5		2.0	2.58	3.0	1.9
Densidad			0.83		0.820-0.860		0.84
Aromáticos	22	37	23				20-30

Tabla No. 18

Requisitos para el Petróleo Diesel Grado A1 y Grado A2, establecidos por la CONAMA.

	Características	Grado A1	Grado A2	Método de Ensayo
1	Punto de inflamación, °C, mínimo	52	52	NCh 69
2	Punto de escurrimiento, °C, máximo	-1	2	NCh 1983
3	Agua y sedimento, % (v/v), máximo	0,10	0,10	NCh 1982
4	Residuo carbonoso (i) sobre 10% residuo, % (m/m), máximo - según Ramsbottom - según Conradson	0,21 0,20	0,21 0,20	NCh 1985 NCh 1986
5	Cenizas, % (m/m), máximo	0,01	0,01	NCh 1984
6	Destilación, temperatura °C al 90% recuperado - mínimo - máximo	282 338	282 366	NCh 66
7	Viscosidad cinemática a 40°C, cSt (i) - mínimo - máximo	1,9 5,5	1,9 5,5	NCh 1950
8	Azufre % (m/m), máximo	0,15(vi)	0,2(vii)	NCh 1947
9	Corrosión de la lámina de cobre, máximo	Nº2	Nº2	NCh 70
10	Número de cetano, mínimo	48 (ii) (vii)	-	NCh 1987
11	Densidad kg/L, a 15°C	0,84±0,01	Informar	NCh 822
12	Aromáticos % (v/v)	Informar	Informar	(v)
13	Aromáticos policíclicos % (m/m)	Informar	Informar	(v)
14	Nitrógeno ppm	Informar	Informar	(v)
15	Color	prohíbese el uso de colorantes	Azul (iv)	

Tabla No.19

Como en cada aditivo estudiado se menciona el protocolo de prueba no es necesario describirlo ahora. Sin embargo solo un aditivo presenta la prueba del análisis del aceite que consiste en lo siguiente.

¿Por qué revisar el aceite del motor?

Las instalaciones para el mantenimiento de flotillas generan una gran cantidad de aceite usado, producto del mantenimiento rutinario de los motores. Los cambios de aceite de motor se realizan típicamente de acuerdo con el millaje o calendario establecido, con base en información promedio para una variedad de vehículos. Como resultado, los cambios de aceite de motor se realizan con una periodicidad aleatoria. Si éste es el caso en su instalación, usted está comprando y desechando más aceite del que necesita o dañando el motor. Aquí gracias a la prueba de un aditivo podemos describir cómo un programa de análisis puede extender la vida del aceite de motor y consecuentemente disminuir el consumo de aceite, reducir la generación de aceite usado y disminuir los costos operativos sin riesgo alguno de los vehículos.

Ventajas del análisis del aceite

Conservación de recursos. El aceite es un recurso no renovable; las fuentes de suministro están decreciendo, lo cual derivará en un incremento de precios.

Al extender la vida del aceite de motor mediante su análisis.

Reducción de recursos. Al reducir la frecuencia del cambio de aceite a través del análisis, se reduce la generación de aceite usado en la fuente.

Ahorros. Al extender la vida del aceite se reducen los costos de compra y disposición de éste, así como la mano de obra invertida en los cambios.

Monitoreo de las prácticas de mantenimiento. Después de algunas pruebas, se puede identificar las tendencias para verificar que el mantenimiento rutinario se realiza adecuadamente.

Mantener la menor cantidad de reparaciones menores. La prueba permite de manera temprana identificar problemas de los componentes del motor antes de que se vuelvan más serios, lo cual permitirá:

- 1) reducir los costos de reparación,
- 2) ayudarlo a anticipar el tiempo de reparación del vehículo, y
- 3) minimizar el desmantelamiento y la inspección innecesarios.

ASPECTOS AMBIENTALES DEL ACEITE

- El 50% del aceite se consume y el 50% se convierte en aceite usado; el 31% del aceite usado, o sea cerca de 420 millones de galones nunca se recicla! Mucho de éste va al medio ambiente!
- El aceite usado se recicla mediante su quema para producción de energía o es re-refinado. La quema de aceite tiene como resultado contaminación atmosférica, la que incluye emisiones de azufre e hidrocarburos.
- De 3 a 5% del aceite usado que es re-refinado termina como lodo considerado como desecho peligroso.

Prueba del aceite

El muestreo del aceite de motor debe realizarse en intervalos regulares. Inicia el programa enviando las muestras a un laboratorio fuera del sitio para su análisis. Las muestras se colectan durante la revisión periódica de los mantenimientos preventivos o de seguridad. Es decir cuando se cambia el aceite.

Recomendaciones para la toma de muestras:

- Encender el motor y tomar la muestra inmediatamente después de apagarlo.
- Colectar una muestra mediante:
 - 1) la instalación de una válvula para drenar aceite justo antes del filtro,
 - 2) la extracción de aceite a través de una manguera delgada insertada en el tubo de la varilla, ó
 - 3) la toma de una muestra cuando el aceite se ha cambiado (15 minutos después de que el motor se haya apagado).
- Mantener las manos fuera de los envases para las muestras y mantenerlos tapados antes y después del muestreo para minimizar la contaminación externa.

Análisis del aceite

A continuación se identifican fuentes de contaminación del aceite de motor.

- **El anticongelante** contamina el aceite de motor a través de fugas, lo que causa daños al cojinete y desgastes del pistón, anillos y recubrimiento. La primera señal de una fuga del anticongelante es la detección de sodio, potasio o boro en el aceite.
- **Los metales por el desgaste** del motor contaminan el aceite (ver cuadro siguiente "Contaminación por metales y sus fuentes").
- **El combustible** contamina el aceite de motor como resultado de inyectores defectuosos, lo que reduce la calidad lubricante del aceite, disminuye su viscosidad y esto provoca fallas de cojinetes. Con tan sólo un 1% de contenido de combustible disminuye la viscosidad del aceite de 4 a 6%.
- **La arena y la tierra (silicas)** llegan al aceite del motor de fuentes exteriores y causan desgaste abrasivo en las partes del motor.
- **La contaminación por Agua del aceite de motor** es causada generalmente por la condensación en el cárter. Grandes cantidades de agua contribuyen a la formación de ácidos que corroen metal y dañan los pistones, anillos y recubrimientos. El rendimiento del aceite se ve afectado cuando su contenido de agua excede 0.3%.

Metal	Consecuencia
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste del pistón o cojinete • Componentes de la transmisión • Bombas del sistema hidráulico
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • Anillos de pistones • Rodillos del cojinete en los compartimentos de engranaje • Desgaste del vástago de la válvula
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> • "Lixiviación" del sistema de enfriamiento del aceite • Desgaste en la tracción del cojinete • Desgaste de la transmisión o disco del volante
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste del engranaje, eje o recubrimiento del cojinete
Plomo	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste del cojinete
Silicio	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste material y "gasket"
Boro	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste del motor
Sodio	<ul style="list-style-type: none"> • Aditivos

Tabla No. 20

4) Evaluación general de los resultados en la prueba de aceite de un aditivo

El laboratorio de análisis proporciona los umbrales de los contaminantes específicos que ayudan a decidir cuándo y por qué cambiar el aceite.

Las siguientes reglas aplican a dos análisis comunes; la viscosidad y la constante dieléctrica:

- Se requiere acción si la viscosidad incrementa en más de 20% o disminuye en más de 10% del valor básico.
- Cambios en la constante dieléctrica indican problemas potenciales como los siguientes:
 - Un incremento moderado indica la presencia de contaminantes tales como tierra, ácidos, hollín y productos de oxidación
 - Un incremento extremo indica la presencia de agua, anticongelante o partículas metálicas: se requiere acción inmediata para evitar daños en el motor.
 - Un incremento moderado indica la presencia de combustible: se requiere acción inmediata para evitar daños en el motor.

Pruebas con diferentes Aditivos

Se analizaron distintos Aditivos y dispositivos de los cuales se menciona como hipótesis lo que cada compañía que los produce ofrece y /o utiliza para vender. Entendiéndose que las pruebas que se realizaron fueron para comprobar la eficiencia y eficacia de éstos productos; sirviendo para corroborar la hipótesis y /o lo que se refiere cada compañía es veraz.

“Aditivos Químicos”

Ecombs´ 90

Elaborado a base de elementos 100% orgánicos para la aplicación en los combustibles líquidos derivados del petróleo tales como: diesel, gasolina, combustóleo y queroseno.

Tayl de México, S.A. de CV. En la cual fabrican este aditivo.

Clasificación: Ecombs´90 EC-d

Aplicación: motores terrestres a diesel

Presentación. 1, 5,10, 20,50 y 200 litros.

Usos: motores estacionarios y / o móviles de combustión interna a diesel centrifugado (4 tiempos)

Las primeras 5 dosis sirven para limpieza y acondicionamiento. Puede verse mas humo del habitual.

Datos técnicos:

“Rectifica el grado de cetano, por mejor aprovechamiento del poder calorífico del combustible, mantiene el régimen apropiado del poder de ignición y reduce la excesiva vibración del motor.

La adecuada homogenización del combustible facilita su fluidez y atomización, después de haber trabajado un periodo de aproximación 200 horas es necesario recalibrar los inyectores ya que la des carbonización que propicia Ecomb´90 pudiera dejar fluir una mayor cantidad del combustible necesario, lo cual constituiría un desperdicio del mismo.

Optima combustión, mejor aprovechamiento del poder calorífico del combustible (kcal.-btu).

Considerable reducción de partículas de carbón (hollín), de humos densos y de otros gases nocivos que contaminan el medio ambiente.

Extraordinaria limpieza de las partes implicadas en la combustión, los periodos de mantenimiento, de calibración, se verán prolongados aprox. 50”.

“En el tanque: al agregarse en la proporción 1:2000 se inicia la acción catalizadora del aditivo, provocando una constante suspensión coloidal activa (típico movimiento browniano) en el seno del combustible (monomerización) de los elementos nocivos: lacas, gomas, parafinas, y otros, lográndose la homogenización y enriquecimiento del combustible por rectificado del grado cetano, hasta 50.

Bombas de elevación: trabajará con mayor facilidad, manteniéndose limpia por períodos más largos (50%), su mantenimiento se hará con menor frecuencia.

Filtros de aceite: se mantiene limpio más tiempo y se evita los taponamientos, esto aumentará en un 50% su durabilidad.

Bomba de combustible: por las impurezas del combustible, esta bomba es la que más se daña, al usar menor desgaste, por lo que su durabilidad aumentará también en un 50%.

Inyectores: estos elementos mecánicos durarán más tiempo calibrados, el abocardamiento se reducirá a su mínima expresión, se evitará el goteo y se obtendrá una mejor atomización y facilidad del quemado, por mejor combustión hay mejor aprovechamiento del poder calorífico del combustible, menos humo y gases expulsados a la atmósfera y por tanto menor contaminación ambiental, mayor potencia y eficiencia del motor y mejor rendimiento del combustible (mayor kilometraje por litro)”.

Hipótesis

- “Contribuye a lograr de manera notable, los siguientes beneficios:
- ❖ Combustión óptima del combustible
- ❖ Abatir considerablemente la formación de humos y gases contaminantes
- ❖ Mayor aprovechamiento de la potencia del motor
- ❖ Verdaderas economías en los costos por mantenimiento y consumo de combustible.
- ❖ Protección interna de los motores y equipos de combustión, alargando su vida útil substancialmente”,

La prueba se realizó durante un periodo continuo de 30 días aplicando el “aditivo catalizador” Ecombs’90 para diesel motor terrestre, directamente en los tanques de almacenamiento, en la proporción de un litro de Ecombs’90 por dos mil litros de diesel.

“Los resultados de estas pruebas fueron:

1. Notable disminución en la emanación de humo
2. Substantial ahorro en el consumo de combustible
3. Mayor potencia operativa
4. Limpieza excelente en inyectores, bomba de combustible, cámaras de combustión y sistema de combustible.

Para camiones y vehículos en general, plantas estacionarias, motores a diesel en minas, etc.

Ventaja principal, tenemos:

De 10 a 14% de ahorro de combustible

Comparación económica	
Costo 2000 litros de diesel:	\$2,000,000.00
Costo de 1 litro de Ecombs'90	\$68,785.00
Ahorro con Ecombs'90 (17%)	\$340,000.00
Ahorro real por cada 2000 litros de combustible (14%)	\$271,215 .00

Tabla No.21

Estos resultados son emitidos por la compañía Tayl de México, S.A. de CV sin que se fundamenten en un anexo de historial de datos obtenidos.

Aditivo "GCAP"

(Global Clean Air Products) para diesel

Hipótesis

- ❖ "Reduce emisiones de humo hasta 80%
- ❖ Reduce el monóxido de carbono desde 70% hasta un 80% en carretera.
- ❖ Reduce el monóxido de carbono desde 85% hasta un 99% en la ciudad,
- ❖ Reduce los hidrocarburos desde un 70% hasta un 80% en carretera
- ❖ Reduce los hidrocarburos desde un 70% hasta un 90% en la ciudad.
- ❖ Reduce el consumo de combustible entre 8% a 20% o más.
- ❖ Incrementa la potencia del motor
- ❖ Elimina depósitos de carbón
- ❖ Lubrica y limpia líneas de combustible, inyectores, válvulas y anillos.
- ❖ Controla la acción del ácido sulfúrico
- ❖ Controla el agua y las algas en diesel.
- ❖ Mejora el encendido y motor silencioso.
- ❖ Reduce el mantenimiento hasta un 50%".

Prueba (No.1)

"Seven-up botting company" realizadas en la ciudad de Los Ángeles California.

Comienzo de prueba	Enero 23, 1992
Equipo	Tracto camión #22 motor Cummins 400 Diesel Peterbuitt , semi.
Capacidad de combustible	984 litros
Capacidad de aceite	32 litros
K/l antes de la prueba	2.13

Tabla No.22

Cambio de aceite, filtro de aire y filtro de aceite en enero 20, 1992.

Fecha	Odómetro Kilómetros	Kilómetros Recorridos	Litros combustible Llenada de tanque	km/l
Enero 23 hasta	436638	4047	1491	2.71
Enero29	440685			
Enero 30 hasta	440685	3223	1226	2.63
Febrero 05	443908			
Febrero 06 hasta	443908			
Febrero 12	447164	3133	1177	2.66
Febrero 13 hasta	447164			
Febrero 20	450297	13659	5162	2.65
Totales para el periodo de prueba				

Tabla No.23

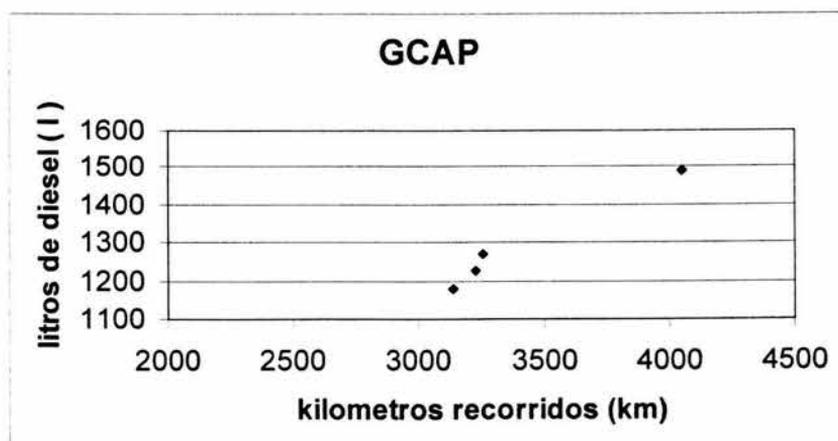


Figura No.20

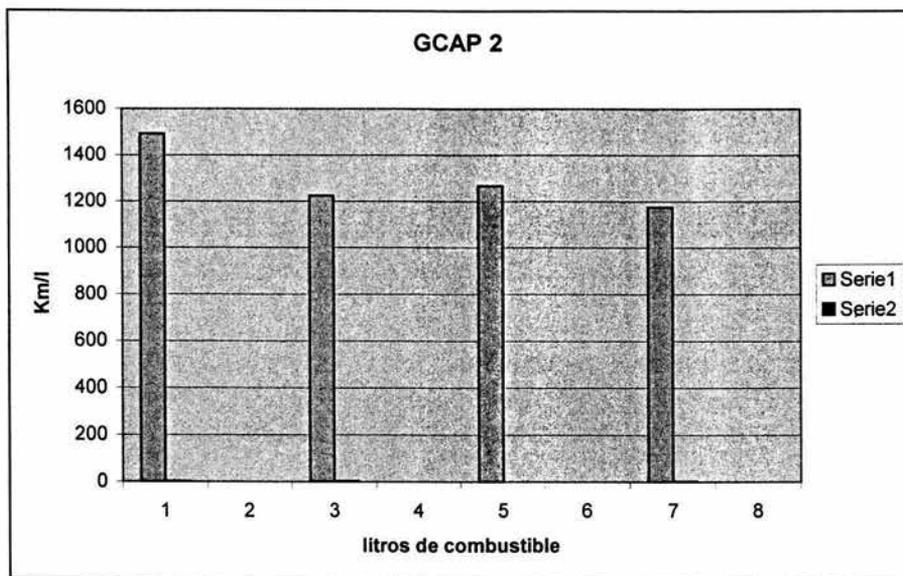


Figura No. 21

Prueba No.2

Dichas pruebas se realizaron en auto transportes urbanos de pasajeros R'100.

Primero por separado y después la aplicación del aditivo.

Para efectuar monitoreo de reducción de contaminación ambiental y consumo de combustible. Se utilizaron 6 autobuses de transporte de pasajero, los cuales fueron debidamente identificados. La prueba duro 30 días, en los cuales 15 días sin tratamiento, registrando kilómetros por día, cantidad de combustible, cambios de aceite y filtros. Revisión de emisiones diario (no hay historial de datos). Y 15 días administrando aditivo y comparándolo con los 15 días anteriores.

Parámetros	Iniciales	Con GCAP	Diferencia Unidad	Diferencia %	Resultado
Opacidad Unidad	24	28	4	16	-
Hartridg					
HC ppm	80	60	20	25	+
CO ppm	60	60	--		-

CO ₂ %	2.5	2.0	0.5	20	-
NO _x ppm	200	200			
SO ₂ ppm	3	1	2	66	+
km/h (dinamómetro)	80	86	6	7.5	+
HP	100	124	24	24	+
RPM	2400	2400			
Torque	219	271	52	23	+
km /h	31.51	33.15	164	5.2	+
km/l	2.26	2.28	0.02	0.9	+
Litros/ km	0.442	0.438	0.004	0.9	+

Tabla No. 24

A continuación se muestra gráficamente la comparación de cada parámetro.

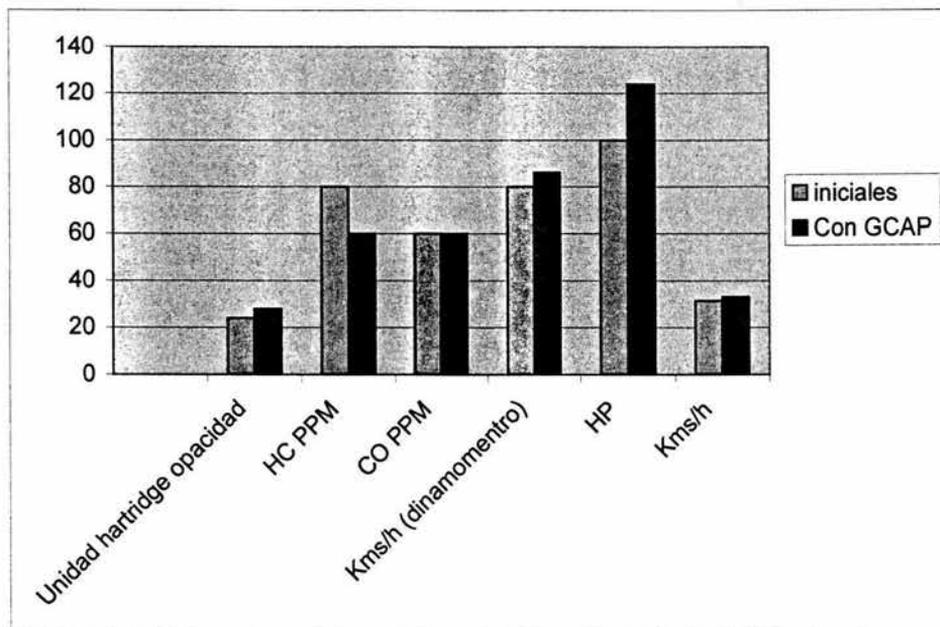


Figura No. 22

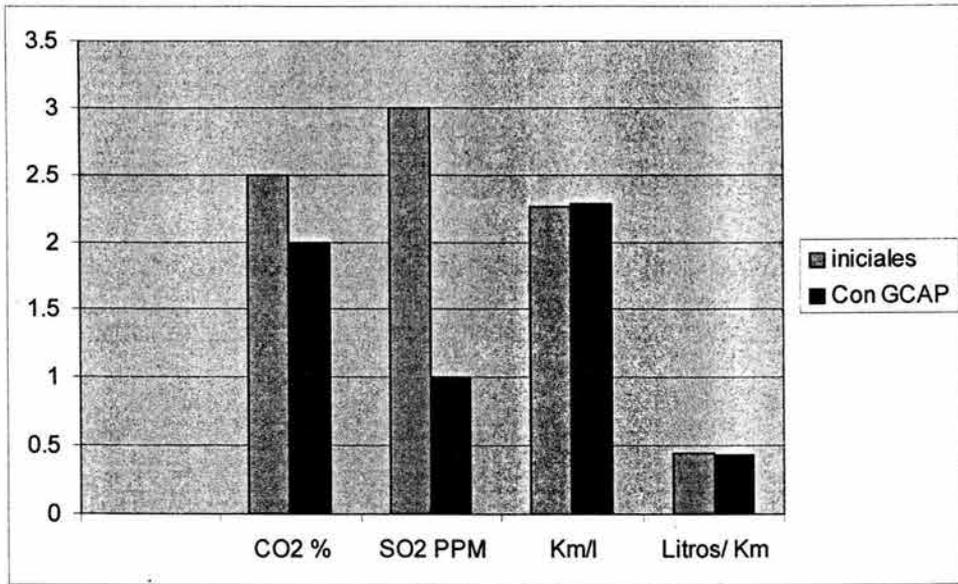


Figura No.23

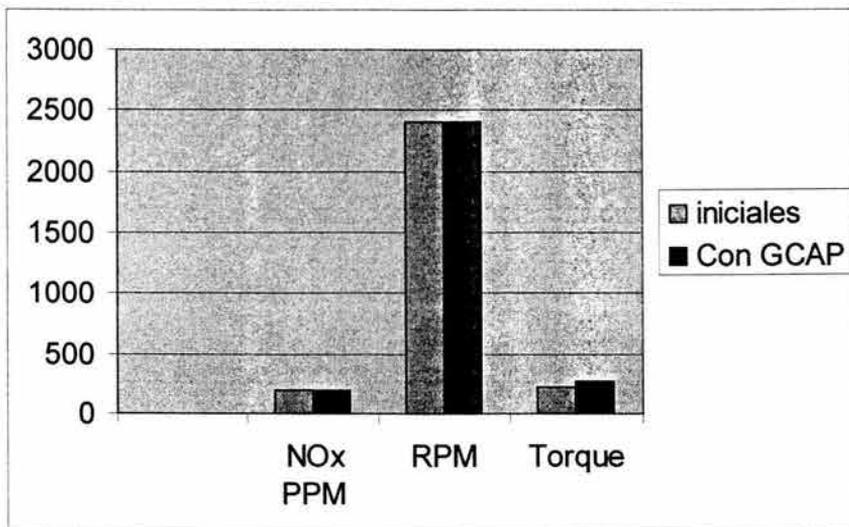


Figura No. 24

Resultado de la prueba No.1

Promedio antes de la prueba	2.13 k/l
Después de 30 días de prueba	2.65 k/l

Tabla No.25

“Esto es un incremento de 24% en kilometraje por litro”.

A 2.13 k/l por 13659 kilómetros, 6412 litros se usarían

A 2.65 k/l por 13659 kilómetros, 5162 litros se usaron.

“Este es un ahorro de 1250 litros de diesel en el periodo de 30 días usando el aditivo “GCAP”.

Resultados No.2

Parámetros	Observaciones
Opacidad	Aumento opacidad 16%
Unidad Hartridge	
HC ppm	Disminuye hidrocarburos 25%
CO ppm	No registro variaciones
CO ₂ %	Disminuyo bióxido de carbono 20%
NO _x ppm	No registro variaciones
SO ₂ ppm	Disminuyo contenido 66%
km/h (dinamómetro)	Aumento velocidad sin variar RPM 7.5%
HP	Aumento potencia sin variar RPM24%
RPM	-----
Torque	Aumento el torque un 23%
km/h	Aumento la velocidad 5.2%
km/l	Por litro se recorren 20 metros mas
l/ km	Se ahorran 9 ml por kilómetro

Tabla No.26

Dupont dda-2500 & dda-2510

Diesel detergents

Marzo 1994

Propiedades físicas

Propiedades dda-2500 dda-2510		
Apariencia	Ámbar oscuro líquido	
Specific gravity, 68 F	0.93	0.93
Ponds/gallon, 68f (20c)	7.70	7.70
Flash point pmcc, F	134.00	118.00
Pour point, F	-22.00	-27.00
Viscosity (68 F)	457.00	899.00
Viscosity 32 F	2037.00	4811.00

Tabla No.27 No se reportan los datos de viscosidad con unidades

En la tabla se muestra la base del DDA-2500 DDA-2510 contiene:

	ppm	mg/l	Wt%
DDA-2500	400	114.0	86.0
DCI-4 ^a	60	17.1	12.9
DMD-2	5	1.4	1.1
Total	465	132.5	100

Tabla No. 28

Usa concentraciones de 450-460 ppm.

Hipótesis

- ❖ "Reducción de ensuciamiento de filtros
- ❖ Reducción de carbonización
- ❖ Reducción de desgaste de inyectores y bomba de combustible
- ❖ Reducción de emisiones contaminantes"

Prueba

Se consideran 6 camiones de la terminal de Palestina 170. Que circulan por la ciudad durante dos semanas sin aditivo. Y durante 4 meses se pone el aditivo. Antes de poner el aditivo se realiza mantenimiento y afinación.

Estado inicial

A seis camiones de ruta -100 de la terminal de Palestina se les medirá, antes y después para **mantenimiento**.

1. Limpieza de inyectores
2. Opacidad de emisiones
3. Atomización de inyectores
4. Potencial
5. Consumo de combustible
6. Velocidad
7. Torque

Afinación

1. Inyectores
2. Bombas de combustibles
3. Filtros
4. Aceite
5. Post enfriador
6. Turbo cargador

Registro de Emisiones

parámetros	Inicio	DDA-2500 (128 mg/l)	DDA-2500 (212 mg/l)
Hidrocarburos	0.305	0.280	0.255
Monóxido de carbono	0.861	0.667	0.675
NO _x	12.67	11.34	10.99

Tabla No.29

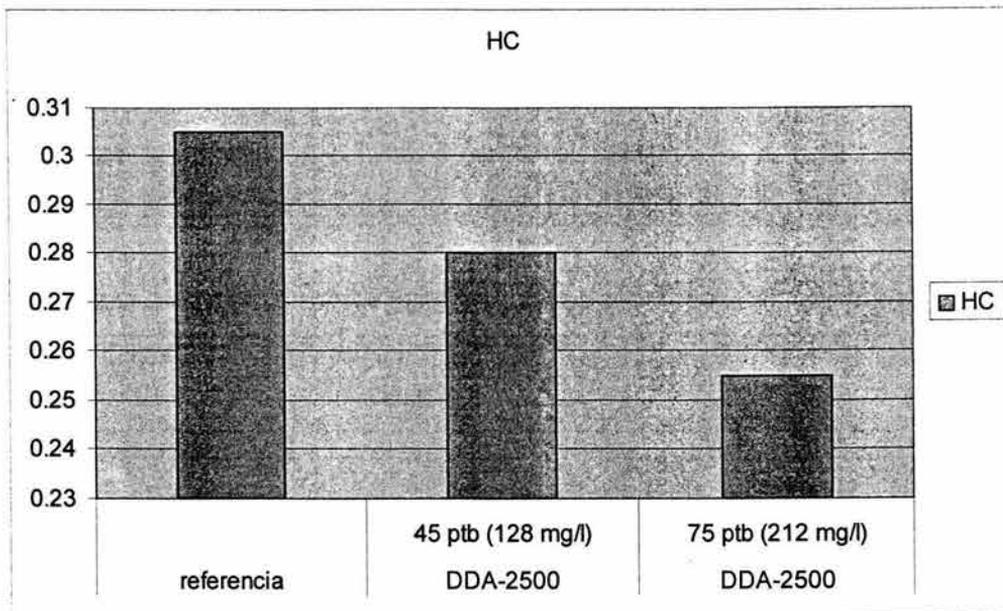


Figura No.25

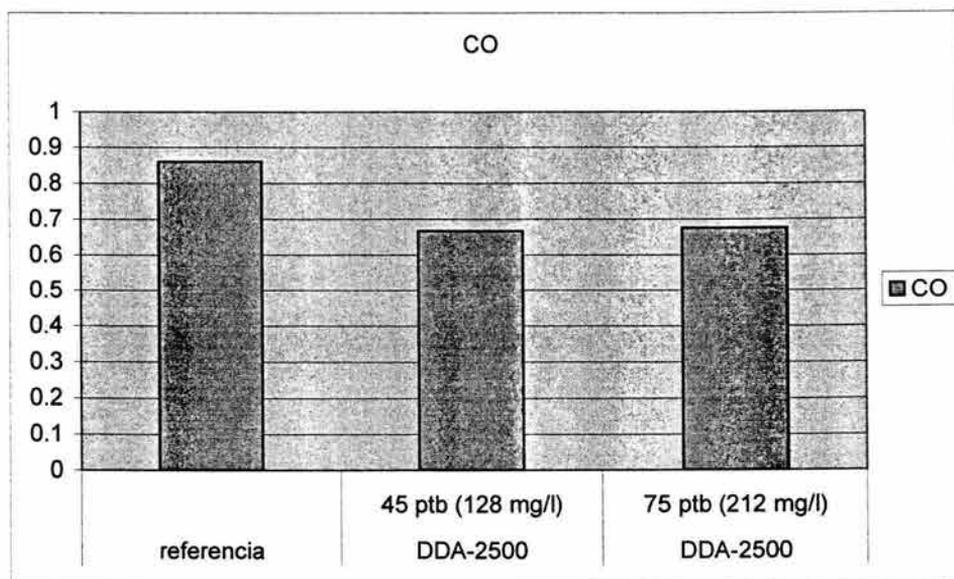


Figura No. 26

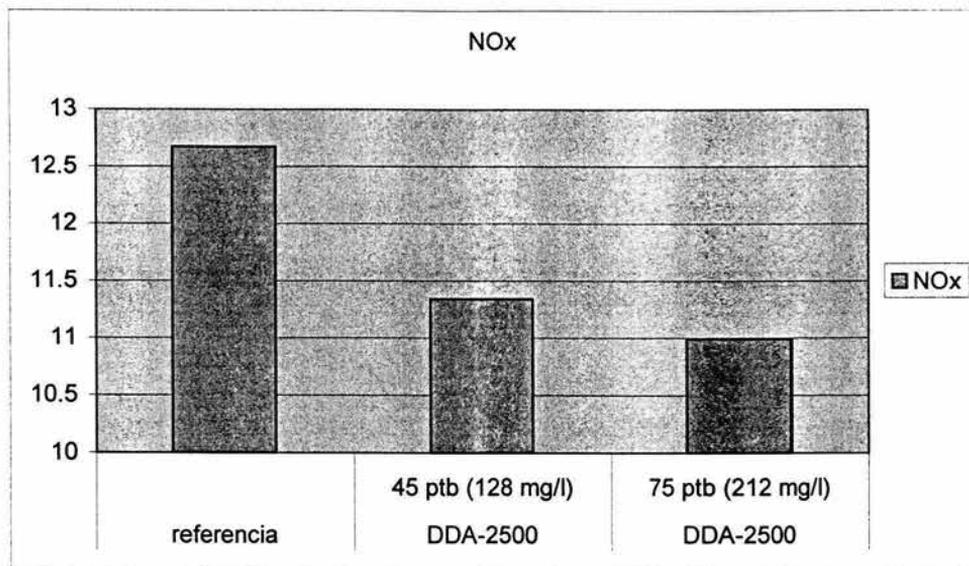


Figura No. 27

Parámetros	DDA-2500	DDA-2500	DDA-2500	DDA-2500
		diferencias	invierno	verano
HC		0.025	0.05	8.2
CO		0.194	0.186	22.5
NOx		1.33	1.68	10.5
				13.2

Tabla No. 30 Resultados

Tipo	Sin aditivo	DDA-2500
ASTM 4625, 13w 110F	2.6	0.6

Tabla No. 31 Estabilidad del combustible

Combustible base	ASTM D1094 Rating	
	Separación	Interfase
Sin aditivo	2	4
DDA-2500	1	3

Tabla No. 32 Efecto del DDA-2500 en la separación del agua

- “2.9 % es mas económico cuando se utiliza en un periodo de 6 meses y recorre 16000 millas / autobús”

Aditivo MQT-2

Hipótesis

“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.

Prueba

Se realizo en 4 unidades del servicio de transportes eléctricos el DF como por combustibles ecológicos, S.A. de CV. El cual básicamente divide la prueba en dos etapas; la primera de ellas denominada línea base (sin aditivo) para establece un punto de comparación y la segunda con las unidades con aditivo. La prueba duró 26 días correspondiendo a los meses de octubre noviembre 1998.

Características de las unidades

Modelo	Las unidades U-18
Potencia	330 HP
Capacidad de combustible	400 litros
Velocidad promedio	15 km/h
Motor marca	Detroit Diesel
Motor modelo	6V-92 DDEC-III

Tabla No. 33

	Opacidad			
	autobús I	autobús II	autobús III	autobús IV
Sin Aditivo	1.13	1.95	1.18	3.05
Con Aditivo	0.53	0.99	0.47	1.37
Reducción Emisiones %	46.9	50.8	39.8	44.9

Tabla No. 34

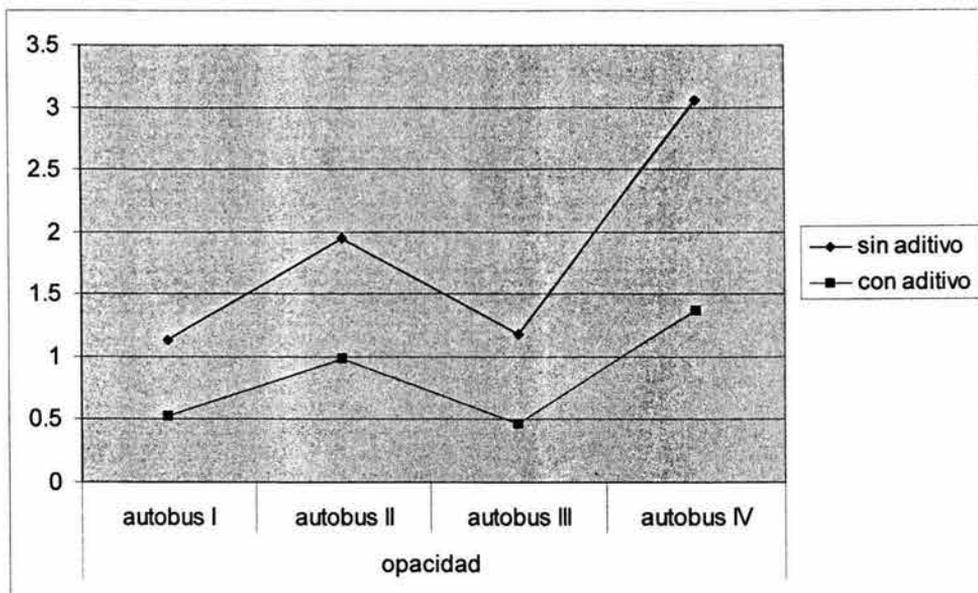


Figura No. 28

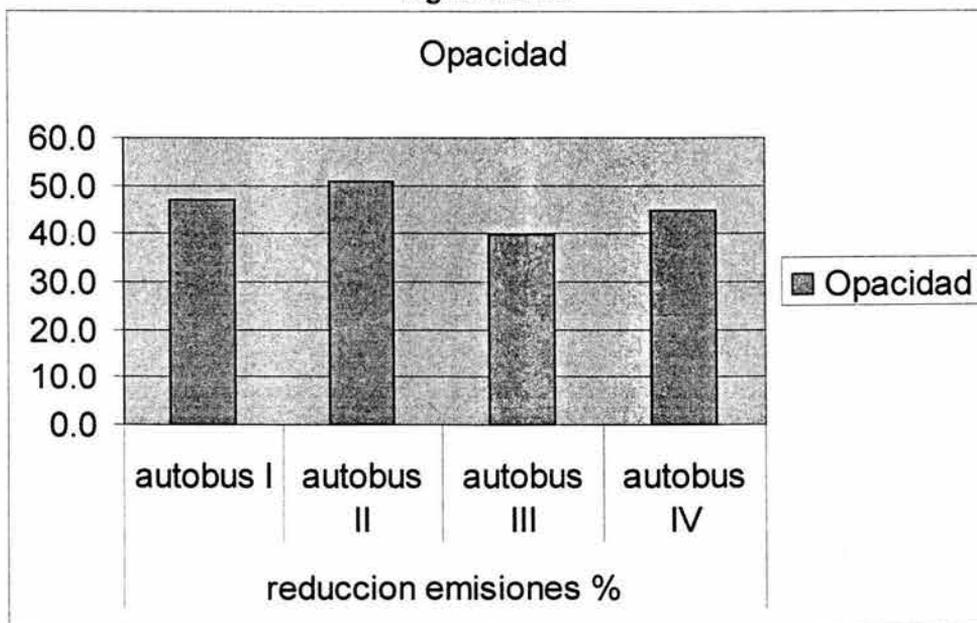


Figura No. 29

	autobús I	autobús II	autobús III	autobús IV
kilómetros recorridos	4445.4	5138	5193.9	4320.6
sin l combustible	4684.7	4448.5	5325	430.9
aditivo km/l	0.95	1.15	0.98	0.99
kilómetros recorridos	1593.9	21617.4	2389	1677.22
con l combustible	1538.1	1807.7	2229	1680.3
aditivo km/l	1.04	1.2	1.07	1

Tabla No.35

Rendimiento de combustible correspondiente a las líneas base y con aditivo

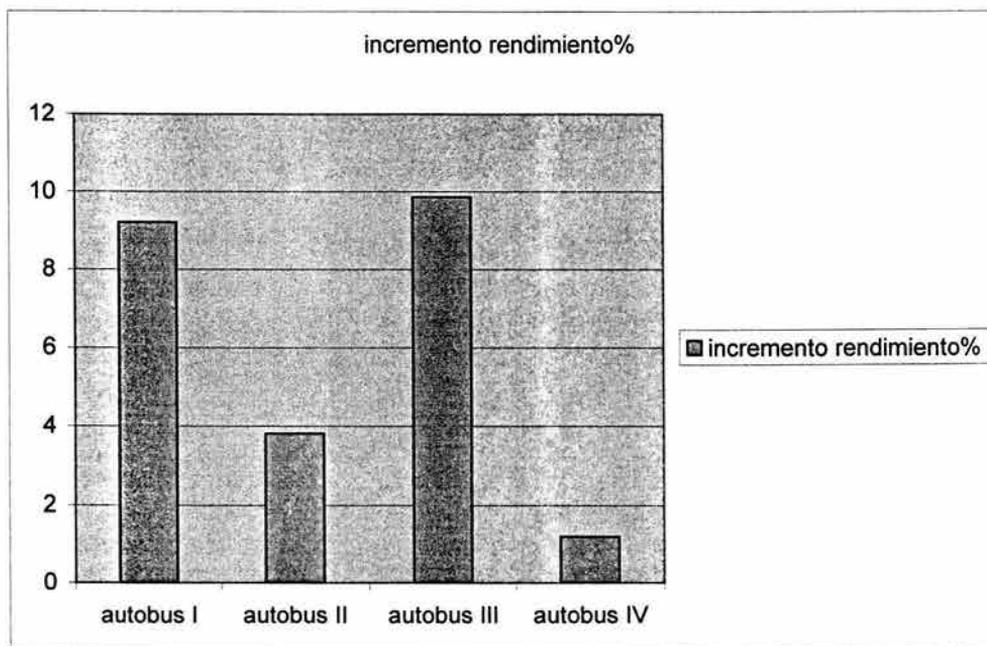


Figura No.30

	autobús I	autobús II	autobús III	autobús IV
Incremento rendimiento %	9.21	3.81	9.86	1.21

Tabla No.36

“El costo del aditivo es de \$ 0.16 M.N por cada litro que se le ponga aditivo”.

Aditivo Solvemotor

Hipótesis

“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.

Prueba

Se realizó en 39 unidades del servicio de transportes eléctricos el DF como por combustibles ecológicos, S.A. de CV. El cual básicamente divide la prueba en dos etapas; la primera de ellas denominada línea base (sin aditivo) para establecer un punto de comparación y la segunda con las unidades que contienen aditivo. La prueba duró 14 días correspondiendo al mes de enero 2000.

Resultados

promedio de rendimiento	
	km/l
Sin Aditivo	1.944
Con Aditivo	2.033
Diferencia	0.089
Porcentaje	4.41%

Tabla No.37

Estos datos son de una prueba de 2 periodos de 15 días con 5 vehículos.

Tabla No.38

Autobús	Opacidad	Diferencia De Combustible
	unidades Hartridge	km/l
1	95	135.16
2	90	-77.82
3	90	162.6
4	95	-468.59
5	90	102.9

Tabla No. 39

Modulo 24	
	km/l
Sin Aditivo	2.33
Con Aditivo	1.96
Diferencia	-0.37
porcentaje	18.88%

“Los límites obtenidos para la opacidad no son buenos ya que el límite opacidad autorizada ecológicamente es de 57 unidades Hartridge. Y en las observaciones hay exceso de humo azul, blanco-negro, azul-blanco. Por lo tanto las emisiones no disminuyen pero en cambio si aumentaron”.

Aditivo catalizador de combustible diesel NOVORUMO- 2000 (agosto de 1992)

Hipótesis

“Reducción de emisiones de gases y opacidad provocada por motores a diesel”.

Prueba

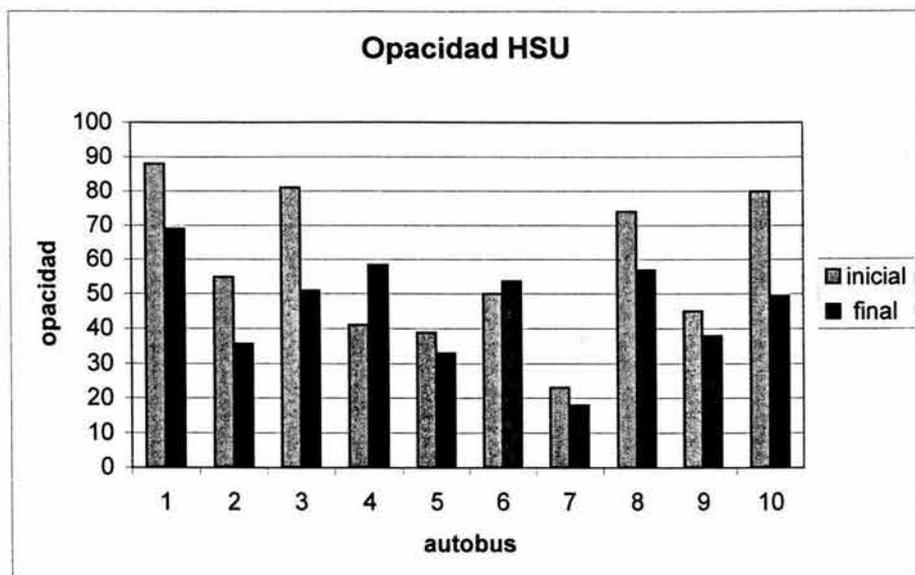
El periodo fue de un mes, desde el inicio de la prueba se suministro el aditivo a 10 autobuses directamente en los tanques de combustible mediante 180 ml. Diarios de producto aplicado por el representante de la empresa. Realizándose 4 mediciones y obteniéndose los resultados.

Al principio de la prueba no se tomaron mediciones de emisiones debido a que la empresa llevara su equipo especial de medición de éstos parámetros.

Resultados

Opacidad H.S.U.				
No autobús	No .medición			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
1	88	76	62	-
2	55	22	49	36
3	81	48	51	54
4	41	45	72	-
5	39	32	34	-
6	50	46	53	62
7	23	24	19	11
8	74	70	66	35
9	45	43	43	28
10	80	60	45	43

Tabla No.40

**Figura No.31**

“Hay una irregularidad de la tendencia en cuanto a las lecturas iniciales y finales hubo una disminución real en 7 autobuses aproximadamente 16% en opacidad”.

Al no tener valores definitivos en cuanto a emisiones de gases tóxicos, no se considera plenamente demostrado que este producto coadyude al control de contaminantes.

No autobús	Promedio		diferencia	Reducción %	
	inicial	final			
1	88	69	19	22	
2	55	36	19	35	
3	81	51	30	37	
4	41	58.5	-17.5	-43	aumento
5	39	33	6	15	
6	50	54	-3.7	-7	aumento
7	23	18	5	22	
8	74	57	17	23	
9	45	38	7	16	
10	80	49	30.7	38	

Tabla No.41

Aditivo VEHAFINO

Disolvente aditivo para motores diesel.
Refacciones y aditivos automotrices, S.A.
1992

Hipótesis

“Se emulsifica con el diesel, dicha mezcla actúa en el tanque, línea de combustible, toberas e inyectores, reblandeciendo gomas, barnices, azufre y demás impurezas, que al desprenderse por acción del aditivo se van a la cámara de combustión, dejando limpio el sistema de inyección”.

Prueba

Se aplicara en 10 autobuses.

La aplicación fue de 3 litros por unidad directamente al tanque de combustible (200 lts)

Primer día;

1. Revisión general de los autobuses
2. Medición inicial con unidad lastrada (emisiones)
3. Recorrido en ruta establecida 5 horas de duración.
4. Determinación del consumo de combustible después de 5 horas de operación.

Segundo día;

1. Aplicación del producto
2. Recorrido en ruta establecida, 15 horas de duración.

Tercer día;

1. Recorrido en ruta establecida con 5 horas de duración.
2. Determinación del consumo de combustible después de 5 horas de operación.

Cuarto día;

1. Recorrido en ruta establecida con 5 horas de duración.
2. Determinación del consumo de combustible después de 5 horas de operación.
3. Medición inicial con unidad lastrada (emisiones)

Quinto día;

1. Análisis de resultados

Resultados

Opacidad H.S.U.			
No autobús	1ª sin aditivo	2ª con aditivo	3ª con aditivo
1	45	44	73
2	55	48	59
3	51	20	18
4	45	40	28
5	45	36	58
6	47	44	40
7	47	31	12
8	42	16	30
9	48	52	-----
10	60	31	31

Tabla No 42

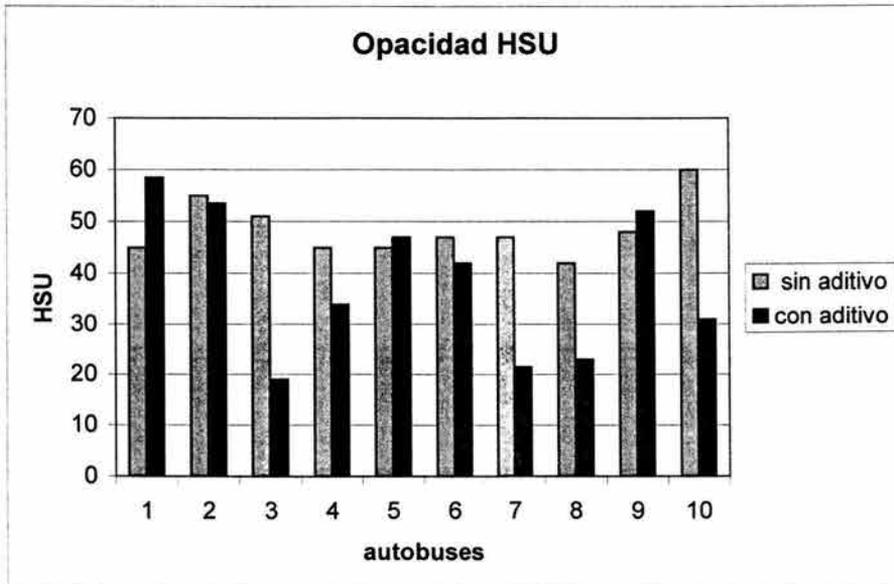


Figura No.32

Emisiones		
	Sin dispositivo	Con dispositivo
CO ppm	60	60
CO ₂ %	2.5	3
HC ppm	600	400
NO _x ppm	100	180
SO ₂	1.3	1.2

Tabla No.43

No autobús	diferencia	% reducción	
1	-13.5	-30	aumento
2	1.5	2.7	
3	32	62.7	
4	11	24.4	
5	-2	-4.4	aumento
6	5	10.6	
7	25.5	54.3	
8	19	45.2	
9	-4	-8.3	aumento
10	29	48.3	

Tabla No.44

Los resultados obtenidos son:

- “Reducción considerable de opacidad de humos contaminantes, con la consecuente aprobación de las unidades al pasar la verificación de SEDUE
- Mayor limpieza de inyectores y toberas obteniendo como resultado una operación mas limpia y eficiente incremento en el rendimiento de combustible km/l “.

Dispositivos Mecánicos

BRASMEX/ KADRON

“Es un filtro de partículas que elimina hasta 95% de humo emitido por los motores diesel y que es auto generativo, permitiendo la operación sin interrupción del vehículo. El sistema esta instalado en el conjunto de escape, próximo al motor, substituyendo el silenciador original”.

Hipótesis

- ❖ Proceso de regeneración del automático sin intervención del motorista
- ❖ No necesita una fuente externa de energía
- ❖ No altera el desempeño del motor
- ❖ Aplicable a cualquier motor diesel
- ❖ Las partículas son totalmente transformadas en CO₂

Pruebas

1. Seleccionar 5 autobuses
2. Tomar datos iniciales: potencia, torque, velocidad, opacidad, compresión de pistones, gases.
3. Se da mantenimiento preventivo y afinación: (sin cambio de aceite)
4. Instalación de equipo, medición de opacidad
5. Se entregan unidades durante: 160 km y regresa a volver a tratar el aceite.
6. Se toman datos de esta situación a los autobuses
7. Se determina l periodo siendo este de 15 días y se vuelve a hacer la toma de datos.

Resultados

Pruebas de dinamómetro: llamamos testigo al autobús referencia

Testigo Atrapador			
Velocidad	78	78	km/h
Potencia	135	135	HP
Torque	4.5	4.5	
RPM	2600	2600	
Opacidad	26	26	H.S.U

Tabla No.45

Emisiones		
carreras		
CO ppm	10	60
CO ₂ %	2	3.00
HC ppm	2	225
NO _x ppm	5	100
SO ₂	15	-----

Tabla No.46

La contrapresión en el sistema de escape fue la siguiente:

Testigo	" HG
RALENTI	0.100
1500 RPM	0.150
2000 RPM	0.180
2500 RPM	0.200
Máx. RPM	0.300

Tabla No.47

	" HG		funcionando el equipo
	sin Kadron	con Kadron	
RALENTI	0.1	0.25	
1500 RPM	0.15	0.4	
2000 RPM	0.2	0.7	
2500 RPM	0.24	0.8	
Máx. RPM	0.32	0.9	4.2

Tabla No.48

"Opacidad final se obtuvo en el testigo 35 H.S.U y cero con Kadron"

Aditivo Ecolizer

Fecha de la prueba: 16 de octubre 1992

Hipótesis

- ❖ "Por el crecimiento de presión de vapor de combustible el *Ecolizer* provee un incremento de poder en la máquina y disminución en emisiones de gases, haciendo más dúctil el consumo de gas en los cilindros.
- ❖ La misma acción limpiadora del *Ecolizer*, ayuda a la reducción de residuos contaminantes en el inyector, lo que da por resultado un mínimo de mantenimiento.
- ❖ Economiza el costo del mantenimiento de los servicios, el porcentaje de mejoramiento relativo dependiendo de la técnica individual de cada conductor.
- ❖ El costo del *Ecolizer* es de \$475.00 UDS" por litro.

Pruebas

1. Seleccionar 1 autobús tipo bóxer OM-366-LA Mercedes Benz
2. Tomar datos iniciales: potencia, torque, velocidad, opacidad, R.P.M, gases.
3. Se da mantenimiento preventivo y afinación: (sin cambio de aceite)
4. Instalación de equipo, medición de opacidad

5. Se entrega unidades durante: 160 km y regresa a retratamiento de aceite.
6. Se toman datos de esta situación al autobús
7. Se determina l periodo siendo este de 15 días y se vuelve a hacer la toma de datos.

Resultados

	inicio	final	
Velocidad	60.4	60.5	km/h
Potencia	135.7	135.0	H.P
Torque	5.9	5.9	lb/pie
RPM	2600	2600	
Opacidad	34	33	H.S.U

Tabla No.49

	Emisiones		
	carreras	Sin retardador	Con retardador
CO ppm	10	60	60
CO ₂ %	2	5.5	4.5
HC ppm	2	700	500
NO _x ppm	5	400	350
SO ₂	15	20	+25
opacidad		45	8

Tabla No.50

“Se disminuyo en 18% la opacidad.

La potencia se mantuvo sin cambios en 135 H.P, conforme a la lectura inicial sin Ecolizer”.

En emisiones:

“Reducción de 9% de CO₂, 15% en HC, 25% de NO_x, aumentó en SO₂ más de 25%”.

Inyectores Ecológicos 7E-60

Reymo, S.A. de CV.

Hipótesis

“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.

Pruebas

1. Seleccionar 1 autobús motor 6V-71
2. Tomar datos iniciales: potencia, torque, velocidad, opacidad, R.P.M, gases.
3. Se da mantenimiento preventivo y afinación: (sin cambio de aceite)

4. Instalación de equipo, medición de opacidad
5. Se entregan unidades durante: 160 km y regresa a retratamiento de aceite.
6. Se toman datos de esta situación a los autobuses
7. Se determina l periodo siendo este de 15 días y se vuelve a hacer la toma de datos.

Resultados

Pruebas de dinamómetro	Sin retardador	
Velocidad	119	km/h
Potencia	134.8	H.P
Torque	3.0	
Rpm	2000	
Opacidad	84	HSU

Tabla No.51

	Emisiones		
	carreras	Sin retardador	Con retardador
CO ppm	10	60	60
CO ₂ %	2	2.5	2.00
HC ppm	2	2500	100
NO _x ppm	5	200	200
SO ₂	15	25	4
Opacidad		45	7

Tabla No.52

“Los resultados de opacidad y emisiones fueron positivos”.

Precipitador electrostático de partículas

Corporativo Ecológico Mexicano.

El principio de funcionamiento del precipitador esta basado en la IONIZACIÓN de las partículas de carbono para provocar sus precipitaciones hacia el casco de dispositivo y posteriormente retiro por medios mecánicos del Hollín recolectado.

Hipótesis

- Reduce la contaminación
- Aumenta la potencia del motor
- Mayor velocidad de salida
- Arranque instantáneo
- Mejor respuesta del motor

Prueba

Primera etapa

Duración 3 días

1. Pruebas iniciales: medición de humo en la unidad piloto, así como mediciones de potencia dinamómetro, con el objeto de comparar los resultados una vez instalado el dispositivo.
2. Pruebas de banco: instalar el precipitador fuera de la unidad para medir su efectividad mediante la valoración de las emisiones de humo y cantidades de ruido.
3. Dimensionar y ubicar el dispositivo en el autobús de prueba.

Segunda parte Duración 2 días

1. Medición de humos
2. Medición de potencia
3. Pruebas de ruta que deben concluir con mediciones de humos y potencia.

Las mediciones efectuadas sobre la unidad tipo METROBUS Mod.78, motor Mercedes Benz y se obtienen los siguientes resultados:

Opacidad promedio	63 HSU
Potencia	99.9 HP
Torque	43 lb/ft
RPM	2600
Velocidad	60.1 km/h
Temp. prueba	80 C

Tabla No.53

Se iniciaron las pruebas conectando corriente alterna de 115V, y utilizando un transformador de 115/12V en valores nominales.

Segunda parte: carrocería Moyada

Opacidad promedio	66 HSU
Potencia	120.7 HP
Torque	52 lb/ft
RPM	2600
Velocidad	60.4 km/h
Temp. prueba	80 C

Tabla No.54

Se observó:

- ❖ “Disminución en la coloración de los gases de expulsión.
 - ❖ Humidificación de los humos”.
- Mediante pantallas blancas de fibra de porcelana, se notó:
- ❖ “Coloración negra a la salida del escape antes del dispositivo.
 - ❖ Coloración negra en menor proporción a la salida del dispositivo con el motor frío.
 - ❖ Coloración ligeramente negra pero amarillosa a la salida del dispositivo con el motor tibio.
 - ❖ Mínima coloración negra y disminución del amarillo con el motor caliente”.

Las mediciones de opacidad efectuadas con el Smokemeter son:

Antes del dispositivo : 68 HSU

Salida del dispositivo: 57 HSU

“Cabe notar que aun con la disminución de coloración de los gases de escape, éstos siguen siendo irritantes”.

Emisiones		
	Sin dispositivo	Con dispositivo
CO ppm	60	60
CO ₂ %	4	4
HC ppm	300	500
NO _x ppm	100	100
SO ₂	2.5	2.5

Tabla No.55

“En virtud de los resultados obtenidos, los representantes de la Empresa Promotora informaron su decisión de no continuar con ésta experimentación”.

Aditivos Físicos

Aditivo Bio Power

Hipótesis

“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.

Prueba

Se realizó en 4 unidades del servicio de transportes eléctricos el DF el cual básicamente divide la prueba en dos etapas; la primera de ellas denominada línea base (sin aditivo) para establecer un punto de comparación y la segunda con las unidades con aditivo. La prueba duró 15 días correspondiendo a los meses de Agosto septiembre 1995.

1. Seleccionar 5 autobuses Mercedes Benz.
2. Tomar datos iniciales: potencia, torque, velocidad, opacidad, compresión de pistones, gases.
3. Se da mantenimiento preventivo y afinación: (sin cambio de aceite)(1ª etapa)
4. Instalación del aditivo
5. Se entregan unidades durante: 160 Km. Y regresa a retratamiento de aceite.
6. Se toman datos de esta situación a los autobuses
7. Se determina el periodo siendo este de 15 días y se vuelve a hacer la toma de datos.(2ª etapa)

Resultados

Parámetros	inicial	1ª etapa	2ª etapa
	sin aditivo	con aditivo	
Presión De Aceite (lb/Pulg)	85	80	80
Velocidad De Holgar	600	600	600
Máxima Aceleración RPM	2600	2600	2600
Opacidad Unidades Hartidge	60	60	70
km/H En Dinamómetro	61	55.4	53.6
RPM En Dinamómetro	2600	2600	2600
Potencia Máxima H.P	149.7	138.8	132.7

Tabla No.56

Emisiones			
	<i>sin aditivo</i>	<i>con aditivo</i>	
	<i>inicial</i>	<i>1ª etapa</i>	<i>2ª etapa</i>
CO ppm	300	500	300
CO₂ %	2.5	3.60	5.8
HC ppm	250	300	300
NO_x ppm	300	400	400
SO₂	15	0	0
Torque	318.4	319.7	

Tabla No.57

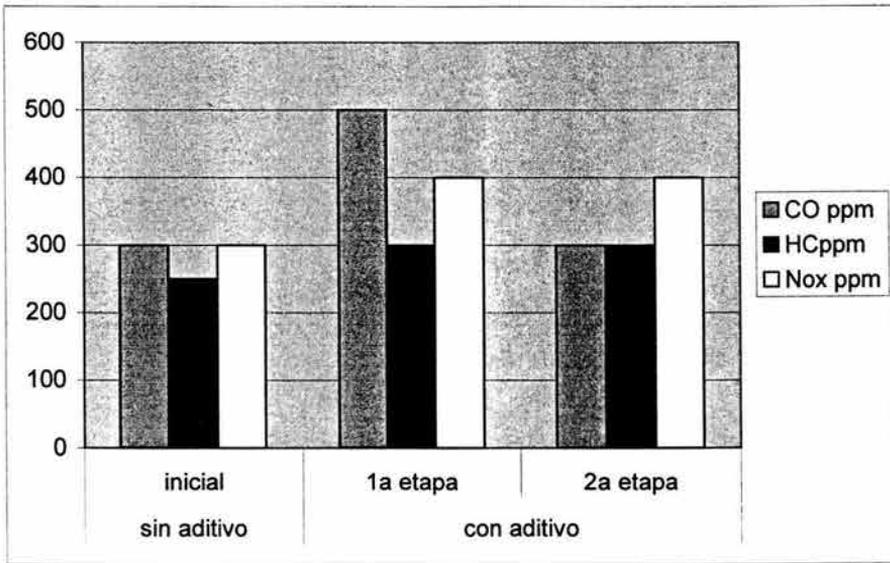


Figura No.39

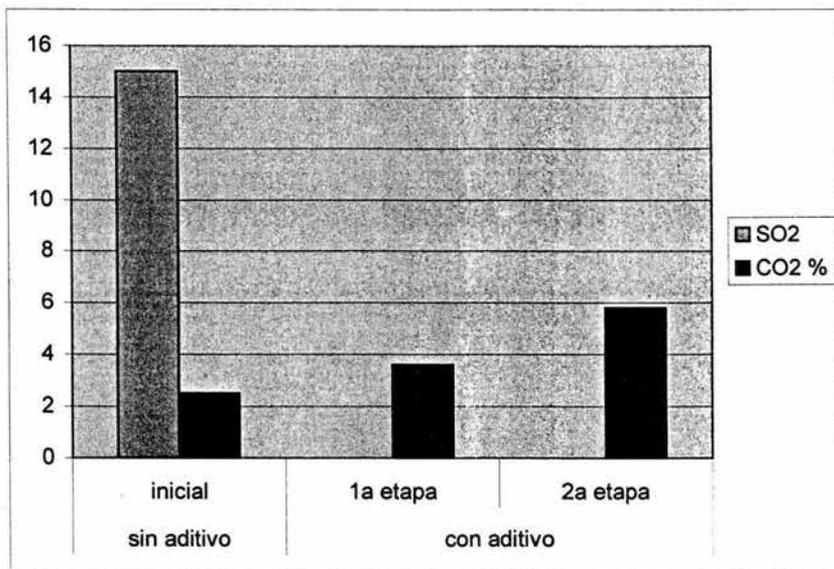


Figura No.40

“Análisis de costo beneficio ruta 100”.

2600 autobuses	
100	litros de diesel de consumo diario por autobuses
26	días efectivos al mes por vehículos
\$1.41	precio por litro de combustible

Tabla No.58

“El costo de tratamiento representa menos del 3% del costo del combustible y cualquier ahorro superior al 3% exclusivamente en combustible genera utilidad; esto sin agregar el ahorro considerable que se genera en mantenimiento y prolongación de la vida de los motores; en la prueba realizada por el departamento de control ambiental. Se obtuvieron ahorros de combustible superiores al 10% y en un uso continuo se podría obtener beneficios notables también en la reducción de gastos de mantenimiento y emisiones contaminantes”.

Aditivo BIO Frenedly

Se basa en los cúmulos de cristales de agua.

Hipótesis

“Tiene como finalidad principal limpiar el motor así como incrementar el índice de cetanos con objeto de disminuir el consumo de diesel aumentando su rendimiento en km/l, y evitar que emita una gran cantidad de humo”.

Prueba

El día 22 de febrero de 2000 se hizo la entrega a RTP de los hidómetros (para recolectar la muestra de aceite cerca de la bomba de aceite del motor) para que fueran instalados y se inició la prueba el día 24 de febrero. La prueba se hizo en 4 unidades del modulo 8 que se localiza en Braulio Maldonado No. 100.

Se tuvo en la prueba dos camiones Somex con motor Detroit Diesel, son de dos tiempos, turbó cargados, muy potentes con seis cilindros en V conocidos como 6V92 y dos unidades Boxer, de motor Mercedes Benz de 4 tiempos y 2500 RPM, turbo cargados con 6 cilindros en línea OM366, todos tienen inyectores y son modelo 1990.

Unidad Económica	Símbolo	Marca	Motor
8-027	Boxer	Mercedes Benz	3M-366-LA
8-091	Boxer	Mercedes Benz	3M-366-LA
8-095	Somex	Detroit Diesel	6V32TA7FP
8-108	Somex	Detroit Diesel	6V32T

Tabla No.59

El aceite que se empleó fue el SAE 30W. Al principio y al final se midió la opacidad y se cambió el aceite a cada unidad antes de la prueba y cuando se agregó el aditivo. La prueba duro 15 días sin aditivo y 15 días con aditivo.

Resultados

Rendimiento de consumo Km/l

Promedio	8-027	8-091	8-095	8-108
Sin aditivo	2.36	2.11	1.885	1.687
Con aditivo	2.37	1.95	1.926	1.71
Porcentaje %	+1	-7.2	+2.1	+1.3

Tabla No.60

Consumo de aceite

Promedio	8-027	8-091	8-095	8-108
Sin aditivo	8	2	12	12
Con aditivo	1	0	28	24
Porcentaje %	7	2	-16	-12

Tabla No.61

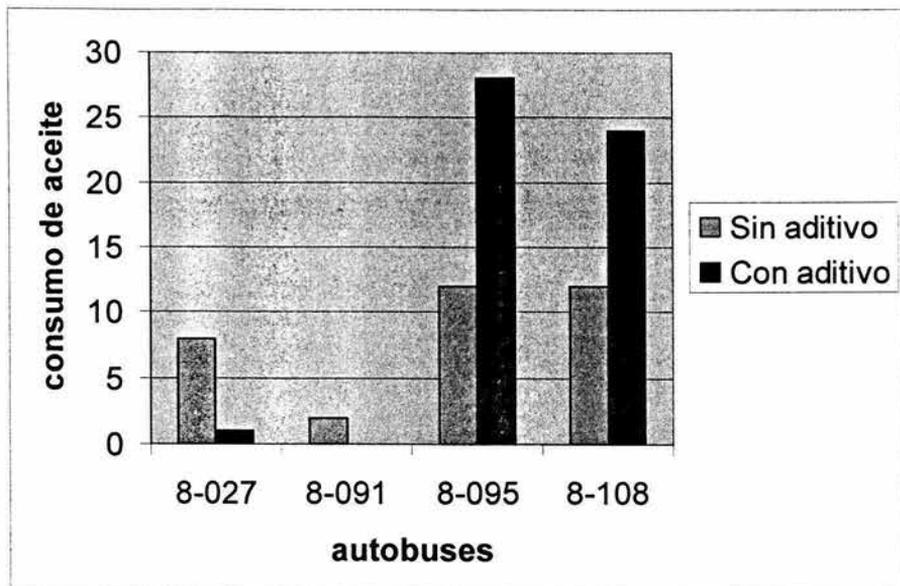


Figura No.41

Opacidad:

Unidad Económica	24 febrero Hg.	10 marzo Hg.	13 marzo Hg.	24 marzo Hg.
8-027	0.36	1.85	0.23	0.07
8-091	0.06	2.51	0.01	0.03
8-095	0.13	0.21	0.32	0.01
8-108	0.55	0.64	0.6	0.2

Tabla No.62

Pruebas de aceite

Aceite Aditivos y otros metales		
	Sin Aditivo	Con Aditivo
Antimonio	0	0.5
Bario	1	1
Boro	20	9.5
Cadmio	0	0
Molibdeno	0	0
Níquel	0	0
Fosforo	432	529
Plata	0	0

Sodio	2	4
Titanio	0	0
Cinc	501	622

Tabla No.63

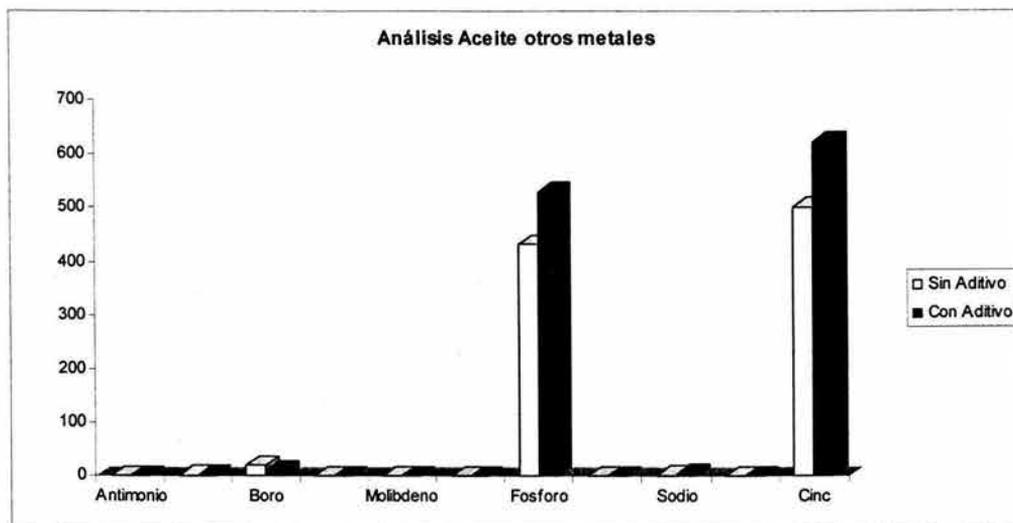


Figura No.42

	Antes	Después
Calcio	260	3130
Magnesio	1352	447

Tabla No.64

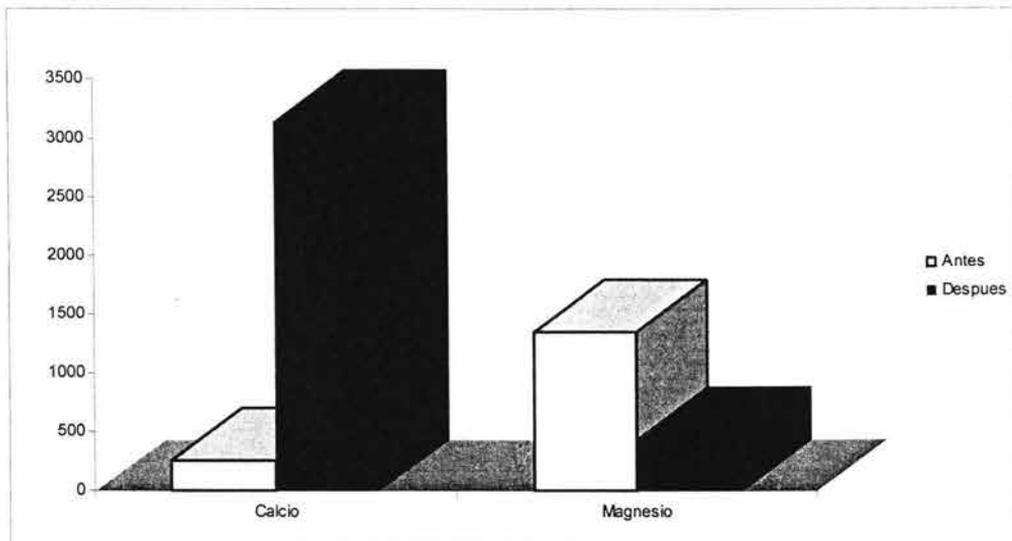


Figura No.43

“Si bien no se tiene una gran respuesta del aditivo en cuanto al incremento de Km/l de rendimiento, puesto que el mejor de los casos fue de 4% y en promedio de las cuatro unidades se tiene un aumento en el rendimiento de 0.04%.”

“En las pruebas que se realizaron en cada una de las unidades, se pudo determinar una notable disminución de metales, lo que nos indica que el motor se daña mucho menos cuando se emplea el aditivo”.

“Los cambios mas notables se tiene cuando a la opacidad, en humos vertidos a la atmósfera es mucho menor”.

“El análisis del aceite es además un punto importante, ya que, indica el estado del motor, según se observa en las gráficas los cuatro Vehículos redujeron la presencia de metales, como el hierro el camión 8-027 bajó un 59 %, el 8-091 bajó un 80 %, el 8-095 un 47 % y el 8-108 un 68.4 %, el Plomo, Estaño y Cobre rebajaron en un promedio importante.”

“El caso de otros metales como el magnesio se redujo notablemente y un caso especial es el Calcio que creció, si se considera que el aditivo NO TIENE PRODUCTOS QUÍMICOS, en este caso, este crecimiento se señala como posible problema una contaminación de agua de enfriamiento y/o incrustaciones de residuos de agua por filtración. Cabe destacar que la presencia de este metal NO es dañina para el motor toda vez que es común agregar aditivos de calcio como reservas de alcalinidad en el aceite.”

Biofriendly Prueba No. 2**Objetivo**

Disminuir las emisiones contaminantes de los autobuses de la red de transporte de Pasajeros del DF, utilizando un producto eficiente y eficaz, aditivando directamente los tanques de despacho.

Hipótesis

- Disminución de emisiones contaminantes
- Cumplimiento de la normatividad ecológica vigente
- Reducción de consumo de aceite de relleno
- Mayor eficiencia del combustible

Prueba No. 2

“El aditivo para combustible **Biofriendly**, se sometió a prueba en 20 motores, diez GCM y diez Mercedes Benz. De los 20 motores, en cuatro el porcentaje de vida útil era de 10% aproximadamente; la finalidad de las pruebas en estos motores fue determinar la posibilidad de efectos secundarios como: desgaste excesivo, rápido deterioro de la vida útil y/o cualquier causa que incidiera directamente en las condiciones mecánicas de los mismos.

Resultados**1. Reducción de emisiones contaminantes (Opacidad).**

ECO No.	Lec1	Lec.2	Lec.3	Lec.4
08-025	3.43	3.47	0.1	0.06
08-028	3.19	3.16	0.12	0.2
08-029	2.11	2.65	0.17	0.35
08-044	3.22	3.51	0.02	0.43
08-050	2.53	2.021	0.14	0.33
08-053	2.24	3.48	0.1	0.28
08-072	2.47	3.48	0.25	0.26
08-077	3.33	3.21	0.15	0.41
08-079	3.16	3.47	0.23	0.59
08-102	3.61	3.99	1.42	0.81
08-103	3.22	3.48	0.26	0.31
08-105	3.49	4	0.25	0.01
08-111	3.05	3.19	0.18	0.14
08-116	2.47	3.21	0.28	0.33
08-117	3.49	4	0.27	0.27
08-119	4	3.07	0.13	0.32
08-127	3.15	3.58	0.15	0.11
08-130	3.13	3.12	0.25	0.11
08-150	2.93	3.07	0.04	0.19
08-169	3.23	3.36	0.36	0.57
			Biofriendly	Biofriendly

total: 20	61.45	66.521	4.87	6.08
promedio	2.93	3.17	0.23	0.29

Tabla No.66

“Reduce un 92.1%”

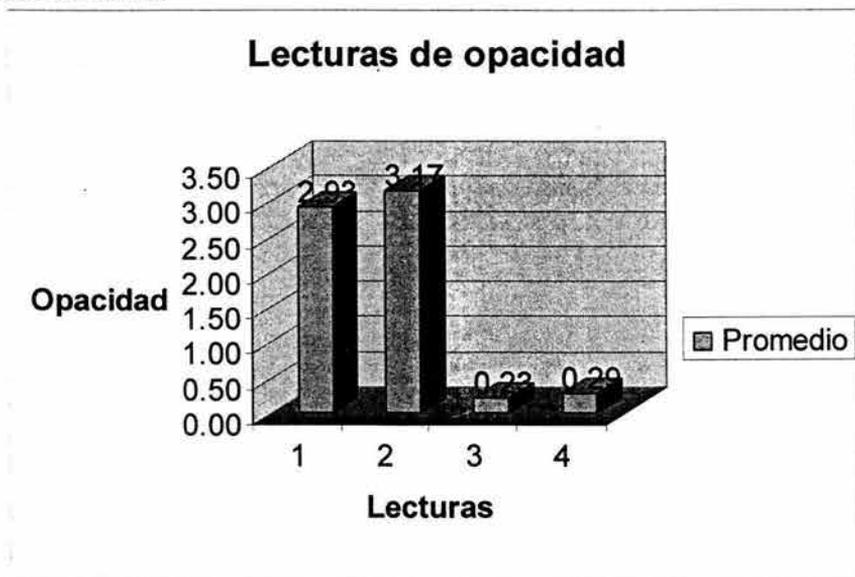
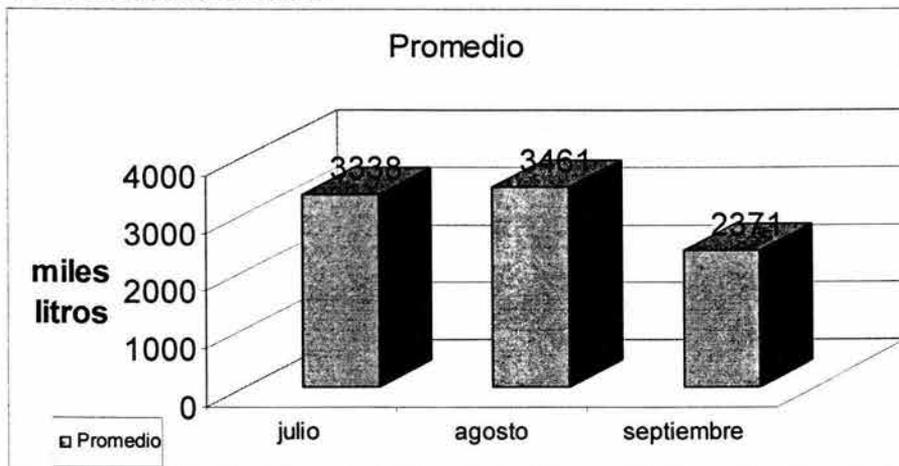


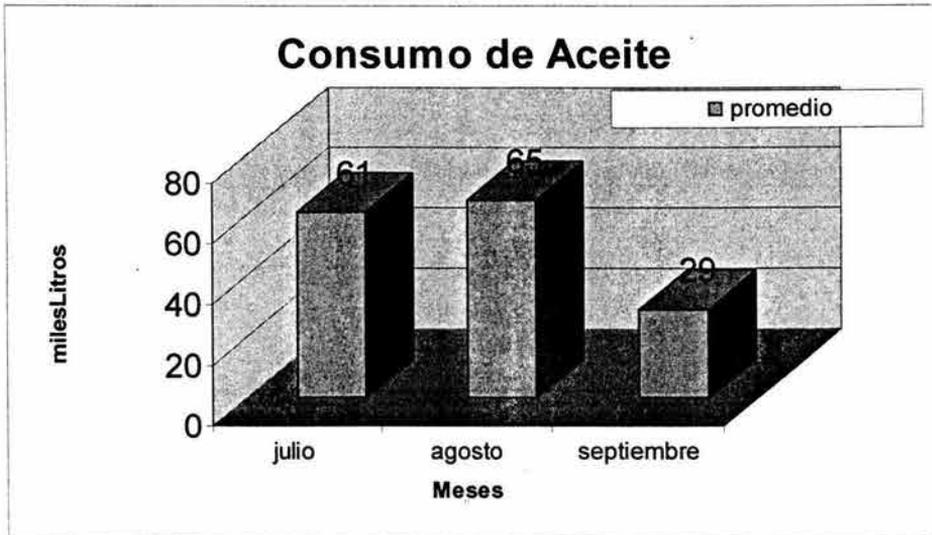
Figura No.44

2. Ahorro de combustible.



“Consumo de diesel disminuye en un 30.24%” Figura No.45

3. Reducción de consumo de aceite para relleno.



La Figura No.46 nos muestra un 54% de reducción en el consumo de aceite.

4. Análisis de metales en el Aceite

Metal	%	Observación
Cromo	10.0	Disminuye
Cobre	63.8	Disminuye
Hierro	43.1	Disminuye
Plomo	46.1	Disminuye
Estaño	53.6	Disminuye
Aluminio	30.8	Disminuye
Silicio (Sucio)	50.6	Disminuye
Antimonio	-1600.0	Aumenta
Bario	92.3	Disminuye
Boro	91.6	Disminuye
Cadmio	75.0	Disminuye
Calcio	-27.1	Aumenta
Magnesio	18.3	Disminuye
Molibdeno	7.7	Disminuye
Níquel	-250.0	Aumenta
Fósforo	-41.9	Disminuye
Plata	0.0	Igual
Sodio	72.0	Disminuye
Titanio	0.0	Igual
Cinc	-47.3	Aumenta

Tabla No.67

Presencia de Metales en el Aceite

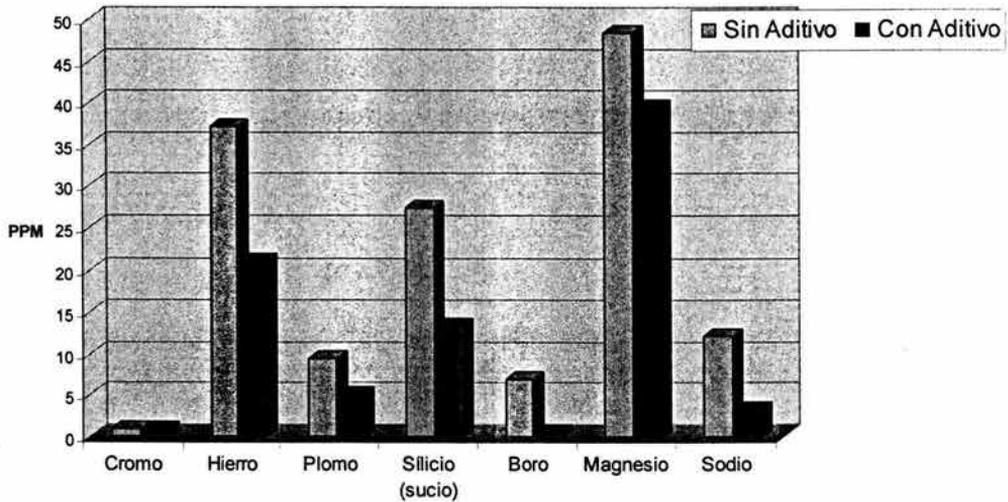


Figura No.47

Presencia de Metales en el Aceite

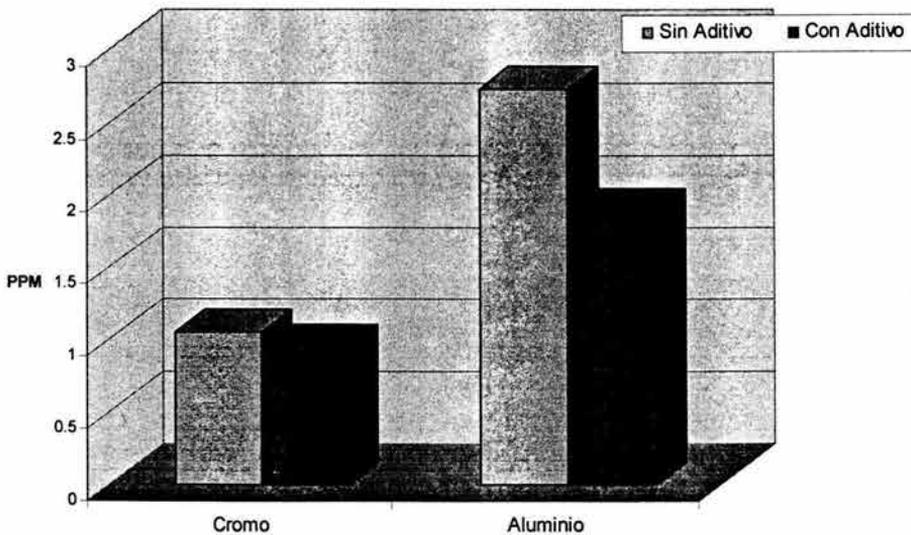


Figura No.48

Aditivo Bio-ZAMC

Hipótesis

“Disminución de los niveles de emisión de gases de combustión de los motores diesel, lo que mejorará la calidad de vida de la población, por estar expuesta a menor cantidad de contaminantes que dañan la salud.

Disminución de la opacidad a través de la emisión de una menor cantidad de partículas.

Aumento en el rendimiento del combustible, lo que implica un ahorro de energía para la sociedad y por tanto un uso más eficiente de recursos”.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS

La prueba de operación del motor diesel se realiza a cabo con la siguiente ruta de trabajo en el laboratorio de Maquinas térmicas de la FAC. De Ingeniería UNAM con una duración de 5 días y se realizó una prueba de rendimiento de combustible en Santiago de Chile en 5 vehículos diesel:

COMBUSTIBLE

El combustible diesel fue suministrado de la siguiente forma: 50 litros de combustible Diesel sin aditivo para observar como opera el motor Diesel y después tres tanques con 50 litros de combustible Diesel con aditivo, cada uno, previamente mezclado.

ARRANQUE

La operación del motor diesel debe de mantenerse durante la realización de la prueba dentro de los siguientes parámetros:

Temperatura de gases de combustión: 300 - 335 °C

Temperatura de agua de enfriamiento a la salida: 34 - 46 °C

rpm del motor diesel: 1500

Carga: variable de 2 hasta 10 Kg

ACCIONAMIENTO DEL EQUIPO ACCESORIO

Habiendo alcanzado sus condiciones de operación y encontrándose el motor en estado estable, se pone en funcionamiento el motor eléctrico.

Se regula la aplicación de la carga del freno hidráulico (dinamómetro) de forma gradual en intervalos de 2 [Kg] hasta alcanzar 5 mediciones.

Tiempo de estabilización del equipo a la carga predeterminada.

TOMA DE DATOS

Temperatura ambiente y Humedad relativa: Datos obtenidos de un Psicrómetro de carátula ubicado en el cuarto del motor.

Tiempo para consumo de un centímetro de columna (100 ml) del tanque diesel: El motor diesel tiene un tanque de combustible de 10 [cm] ancho, 10 [cm] largo y una altura de 60 [cm], Con capacidad de 6 litros; este tiene graduaciones cada centímetro (100 ml), en el cual referencia la toma del tiempo de consumo de combustible. Esta lectura es hecha de forma simultánea a la de las rpm.

Temperatura de salida de gases de combustión: El tubo de escape tiene conectado una sonda, el cual conduce los gases a un termómetro en grados centígrados [°C], situado al lado del tablero de control del motor diesel.

Temperatura de entrada de agua de enfriamiento: Termómetro situado en el tanque inferior de suministro de agua de enfriamiento.

Temperatura de salida de agua de enfriamiento: Termómetro situado en el tanque superior, a la salida del agua de enfriamiento del motor diesel.

Revoluciones por minuto: Se mide con un tacómetro óptico digital en el eje del motor diesel, al cual se le pintó una marca en aluminio para el retorno de señal.

Gases de combustión: El tubo de escape tiene una sonda a la cual se conecta el BACHARACH, el cual mide el Oxígeno (en porcentaje), y el Dióxido de carbono (en porcentaje).

Carga. Se aplica con el freno hidráulico en el motor eléctrico, y su lectura se realiza en la carátula del freno hidráulico.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

PLANTA GENERADORA A DIESEL

ESPECIFICACIONES

MOTOR DIESEL

Marca:	General Motors
Capacidad:	30 a 200 [KW]
Modelo:	2150
Unidad:	2A-60612
RPM:	1500, máximo sin carga 1575
Número de cilindros:	2
Diámetro del cilindro:	107.9 [mm]
Carrera del pistón:	112.7 [mm]
Relación de compresión	17:1
Desplazamiento total:	2.326 [lt]
Máquina base	71
Gabinete de control	212

GENERADOR

Componente esencial de la planta de emergencia, utilizado para generar la energía eléctrica necesaria para abastecer la carga simulada:

Marca: DELCO
 Modelo: I-538MS
 Capacidad: 27.5 [KW]
 Factor de potencia: 80%
 RPM máximas: 1500
 Voltaje de excitación: 125 V
 Corriente de excitación: 9.5 A
 Temperaturas: 50 [°C] en la armadura, 80 [°C]

MOTOR ELÉCTRICO

Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, para poder ser utilizada por la carga simulada.

Marca: RELIANCE
 Modelo: 284U

Servicio Continuo

HP	RPM	V	A	Ciclos	Temperatura
20	3250	220/440	52/26	60	40 [°C]
20	2930	220/440	54/27	50	50 [°C]

FRENO HIDRÁULICO (dinamómetro)

Dispositivo que simula la carga necesaria a alimentar por el motor Diesel

Marca: FROUDE
 Tipo: DPXO
 Potencia al freno máxima 60 HP de 6000-10000 rpm

ANALIZADOR DE GASES DE COMBUSTIÓN

Analiza los gases producto de la combustión, en base seca, como son CO, CO2 y O2

Marca: BACHARACH
 Modelo: FYRITE
 Parte: 10-5021

Resultados

Combustible diesel sin aditivo

Fecha:		08-Abr-03		Hora de inicio:		11:15	
Tamb	23°	Ø	68%	Hora de termino:	12:15		
No.	RPM	F Kg	fcolumna	h _c (cm)	O ₂	CO ₂	
1	1486	2.5	79.56	1	-	-	
2	1484	4.25	68.63	1	-	-	
3	1478	6.4	56.66	1	-	-	

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

Gasto de Combustible	Energía aprovechada por la fecha del motor	Potencia Indicada	Energía Suministrada	Eficiencia Térmica al freno	Consumo específico de combustible	Presión media efectiva al freno	Presión media efectiva indicada
[Kg /s]	[KW]	[KW]	[KW]	[%]	[kg/kJ]	[Pa]	[Pa]
0.00098	2.91	9.65	43.95	6.62	0.000337	9.05	36.0
0.00129	5.87	12.61	57.70	10.17	0.000219	18.31	39.3
0.00140	8.28	15.02	62.65	13.21	0.000169	25.71	46.6
0.00166	10.93	17.67	74.39	14.70	0.000152	34.15	55.2
0.00218	14.65	21.39	97.72	14.99	0.000149	45.67	66.6
	b=0.0006639	m=0.00009826	Wp=6.757				

TABLA No. 69.A: CON ADITIVO

Prueba 2

Fecha:		25-Abr-03	Hora de inicio:		11:15	
T _{amb}	22°C	Ø	66%	Hora de termino:	12:30	
No.	RPM	F [Kg]	t _{columna}	h _c (cm)	O ₂	CO ₂
1	1507	1.8	89.16	1	17.5	3
2	1500	4.05	71.94	1	16.5	3.5
3	1491	6	61.37	1	16	4.5
4	1490	8	50.03	1	14.5	5
5	1488	10.3	41.34	1	13.5	6.5

TABLA No. 70: CON ADITIVO

Simbología

T _{amb}	Temperatura ambiente [°C]	t _{columna}	Diferencial de tiempo [s]
Ø	Humedad relativa	RPM	Revoluciones Por Minuto
h _c (cm)	Altura diferencial de columna de combustible	F [Kg]	Fuerza en el freno
O ₂	Oxígeno [%]		
CO ₂	Dióxido de carbono [%]		

Gasto de Combustible	Energía aprovechada por la fecha del motor	Potencia Indicada	Energía Suministrada	Eficiencia Térmica al freno	Consumo específico de combustible	Presión media efectiva al freno	Presión media efectiva indicada
[Kg /s]	[KW]	[KW]	[KW]	[%]	[kg/kJ]	[Pa]	[Pa]
0.00091	2.41	9.17	40.78	5.91	0.000377	7.41	28.18
0.00113	5.40	12.16	50.55	10.68	0.000209	16.66	37.53
0.00132	7.95	14.72	59.25	13.42	0.000166	24.68	45.68
0.00162	10.60	17.36	72.68	14.58	0.000153	32.91	53.92
0.00196	13.62	20.39	87.96	15.49	0.000144	42.38	63.41
	b=0.0006377	m=0.0000938	Wp=6.797				

TABLA No. 70.A: CON ADITIVO, Prueba 2

Figuras

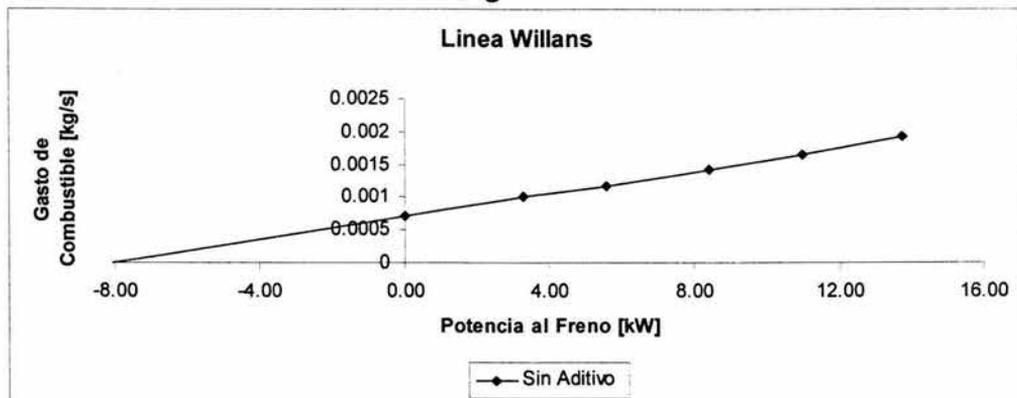


Figura No.48

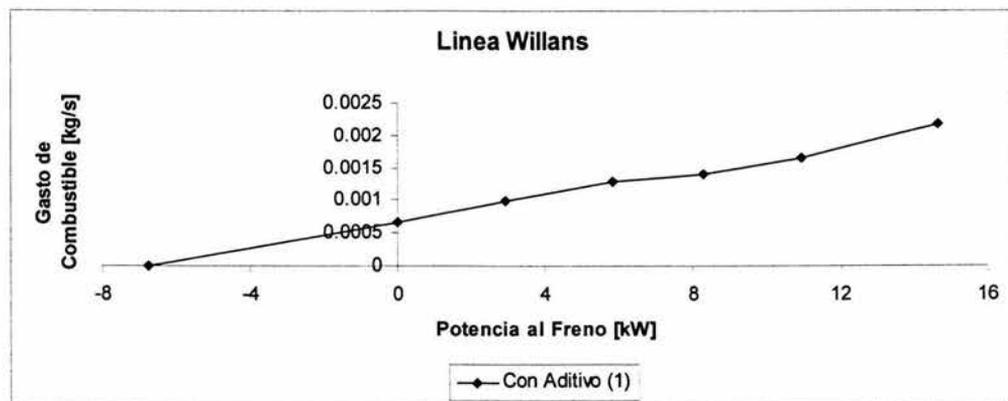
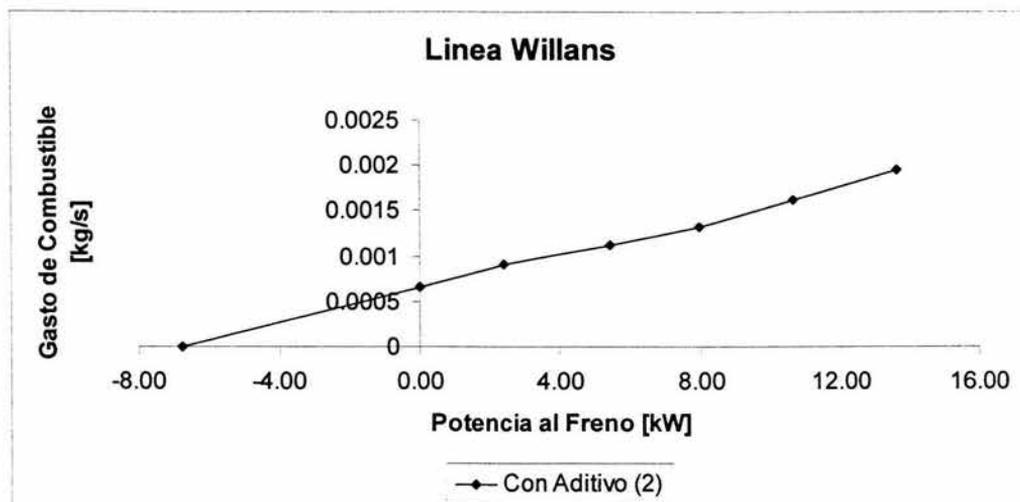


Figura No.49

**Figura No.50**

“De las graficas de la línea Willans, se puede observar que existe un incremento no significativo del consumo de combustible al utilizar el aditivo, en comparación con las pruebas realizadas sin aditivo.

Emisión de gases de combustión.

De las tablas de datos correspondientes se observa un incremento en el CO_2 y la correspondiente disminución en el O_2 al utilizar el aditivo Bio-ZAMC, esto refleja un decremento en la producción de monóxidos de carbono.

Medición de mancha. (Adicional)

De las muestras tomadas el numero de mancha durante las pruebas se observo que inicialmente el número de mancha fue 8 y en el periodo final de la prueba el número de mancha correspondió al numero 6, de acuerdo con el comparador F. W. DWER”.

A continuación se muestra el resultado de la prueba que se realizó en Santiago de Chile del rendimiento de combustible.

No. De Máq.	Sin Aditivo (L)	Con Aditivo (L)
5	3.33	3.7
36	2.73	3.43
61	3.05	3.38
87	2.92	3.02
92	3.16	3.05

Tabla No. 71

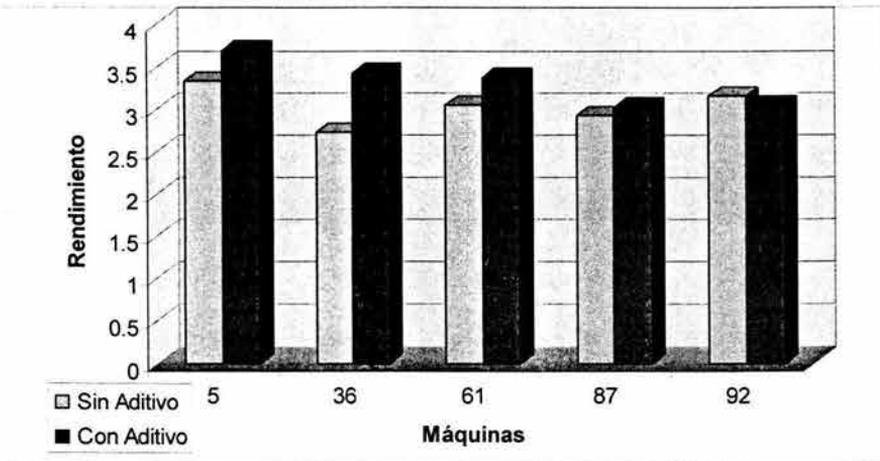


Fig.51

No. De Máq.	Incremento rendimiento
5	11%
36	26%
61	11%
87	3%
92	-3%

Tabla No. 72

Como se puede observar en la Tabla No. 72 se obtuvo que en los vehículos diesel (máquinas) en el No.5 un rendimiento aumentó de un 11%, en el No.36 aumentó un 26%, en el No.61 fue de 11%, en el No.87 el incremento fue de 3% y en el No. 92 disminuyó un 3%. Mientras que en cuatro vehículos aumentó considerablemente.

Capítulo V

Cuadro Comparativo

Aditivo	Lo que promueven las compañías que hace el Aditivo	Parámetros evaluados	Resultados comprobables del aditivo
<p>"GCAP" (Global Clean Air Products) Pruebas realizadas en: 6 autobuses y duro 30 días</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ "Reduce emisiones de humo hasta 80% ❖ Reduce el CO desde 70 a 80% en carretera y de 85 a 99% en la ciudad, ❖ Reduce los HC desde 70 a 80% en carretera y 70 a 90% en la ciudad. ❖ Reduce el consumo de combustible entre 8 a 20% o más. ❖ Incrementa el HP. ❖ Elimina depósitos de carbón ❖ Lubrica y limpia líneas de combustible, inyectores, válvulas y anillos. ❖ Controla la acción del ácido sulfúrico ❖ Controla el agua y las algas en diesel. 	<p>Opacidad HC ppm CO ppm CO₂ % NO_x ppm SO₂ ppm km/h (dinamómetro) Potencia RPM Torque Rendimiento del combustible</p>	<p>Parámetros Opacidad Unidad Hartridge HC ppm CO ppm CO₂ % NO_x ppm SO₂ ppm km/h (dinamómetro) HP RPM Torque km/h km/l l/ km</p> <p>Observaciones Aumento opacidad 16% Disminuye hidrocarburos 25% No registro variaciones Disminuye bióxido de carbono 20% No registro variaciones Disminuyo contenido 66% Aumento velocidad sin variar RPM 7.5% Aumento potencia sin variar RPM24% ----- Aumento el torque un 23% Aumento la velocidad 5.2% Por litro se recorren 20 metros mas Se ahorran 9 ml por kilometro</p>

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

<p>Ecombs´ 90 <i>Prueba realizada en:</i> 200 unidades vehiculares <i>duración:</i> 30 días</p>	<p>❖ Mejora el encendido y motor silencioso.</p> <p>❖ Combustión óptima del combustible</p> <p>❖ Abatir considerablemente la formación de humos y gases contaminantes</p> <p>❖ Mayor aprovechamiento de los HP</p> <p>❖ Verdaderas economías en los costos por mantenimiento y consumo de combustible.</p> <p>❖ Protección interna de los motores y equipos de combustión, alargando su vida útil substancialmente”,</p>	<p>Opacidad Rendimiento De Combustible Potencia</p>	<p>5. Notable disminución en la emanación de humo</p> <p>6. Substantial ahorro en el consumo de combustible</p> <p>7. Mayor potencia operativa</p> <p>8. Limpieza excelente en inyectores, bomba de combustible, cámaras de combustión y sistema de combustible.</p>
<p>Dupont dda-2500 & dda-2510 <i>Prueba realizada en:</i> 6 camiones</p>	<p>❖ “Reducción de ensuciamiento de filtros</p> <p>❖ Reducción de carbonización</p> <p>❖ Reducción de desgaste de</p>	<p>8. Emisiones Hidrocarburos, Monóxido De Carbono Dióxidos De Nitrogeno</p>	<p>parámetros inicio</p> <p>DDA-2500 (128 mg/l)</p> <p>DDA-2500 (212 mg/l)</p> <p>Hidrocarburos 0.305</p> <p>Monóxido de carbono 0.861</p> <p>NO_x 12.67</p> <p>0.280</p> <p>0.667</p> <p>0.255</p> <p>0.675</p> <p>11.34</p> <p>10.99</p>

<p><i>duración:</i> 4 meses</p>	<p>inyectores y bomba de combustible ❖ Reducción de emisiones contaminantes”</p>																																																		
<p>MQT-2 <i>Prueba realizada en:</i> 4 camiones <i>duración:</i> 26 días</p>	<p>“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.</p>	<p>Opacidad Rendimiento</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Opacidad</th> </tr> <tr> <th></th> <th>autobús I</th> <th>autobús II</th> <th>autobús III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin Aditivo</td> <td>1.13</td> <td>1.95</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td>Con Aditivo</td> <td>0.53</td> <td>0.99</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>Reducción</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emisiones %</td> <td>46.9</td> <td>50.8</td> <td>39.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>44.9</td> </tr> <tr> <th colspan="4">autobúsautobús autobús autobús</th> </tr> <tr> <th></th> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> <tr> <td>Incremento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>rendimiento %</td> <td>9.21</td> <td>3.81</td> <td>9.86</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.21</td> </tr> </tbody> </table>	Opacidad					autobús I	autobús II	autobús III	Sin Aditivo	1.13	1.95	1.18	Con Aditivo	0.53	0.99	0.47	Reducción				Emisiones %	46.9	50.8	39.8				44.9	autobúsautobús autobús autobús					I	II	III	Incremento				rendimiento %	9.21	3.81	9.86				1.21
Opacidad																																																			
	autobús I	autobús II	autobús III																																																
Sin Aditivo	1.13	1.95	1.18																																																
Con Aditivo	0.53	0.99	0.47																																																
Reducción																																																			
Emisiones %	46.9	50.8	39.8																																																
			44.9																																																
autobúsautobús autobús autobús																																																			
	I	II	III																																																
Incremento																																																			
rendimiento %	9.21	3.81	9.86																																																
			1.21																																																
<p>Solvemotor <i>Prueba realizada en:</i> 39 camiones <i>duración:</i> 14 días</p>	<p>“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.</p>	<p>Rendimiento Opacidad</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">promedio de rendimiento</th> <th colspan="2">Modulo 24</th> </tr> <tr> <th></th> <th>km/l</th> <th></th> <th>km/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sin Aditivo</td> <td>1.944</td> <td>Sin Aditivo</td> <td>2.33</td> </tr> <tr> <td>Con Aditivo</td> <td>2.033</td> <td>Con Aditivo</td> <td>1.96</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Diferencia</td> <td>-0.37</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>porcentaje 18.88%</td> </tr> </tbody> </table>	promedio de rendimiento		Modulo 24			km/l		km/l	Sin Aditivo	1.944	Sin Aditivo	2.33	Con Aditivo	2.033	Con Aditivo	1.96			Diferencia	-0.37				porcentaje 18.88%																								
promedio de rendimiento		Modulo 24																																																	
	km/l		km/l																																																
Sin Aditivo	1.944	Sin Aditivo	2.33																																																
Con Aditivo	2.033	Con Aditivo	1.96																																																
		Diferencia	-0.37																																																
			porcentaje 18.88%																																																
<p>NOVORUMO-2000 <i>Prueba realizada en:</i> 10 camiones <i>duración:</i></p>	<p>“Reducción de emisiones de gases y opacidad provocada por motores a diesel”</p>	<p>Opacidad</p>	<p>Disminución de la opacidad en un 15.8% de acuerdo a los datos de 10 camiones.</p>																																																

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

<p>30 días VEHAFINO <i>Prueba realizada en:</i> 10 camiones <i>duración:</i> 5 días</p>	<p>“reblandeciendo gomas, barnices, azufre y demás impurezas, que al desprenderse por acción del aditivo se van a la cámara de combustión, dejando limpio el sistema de inyección”.</p>	<p>Opacidad</p>	<p>Disminución de la opacidad en un 20.5 % de acuerdo a los datos de 10 camiones.</p>
---	---	-----------------	---

<p>BRASMEX/ KADRON <i>Prueba realizada en: 5 camiones duración: 15 días</i></p>	<p>“Es un filtro de partículas que elimina hasta 95% de humo emitido por los motores diesel y que es auto generativo, permitiendo la operación sin interrupción del vehículo. El sistema esta instalado en el conjunto de escape, próximo al motor, substituyendo el silenciador original”.</p>	<p>Potencia, Torque, Velocidad, Revoluciones Opacidad, Emisiones</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Testigo/Atrapador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Velocidad</td> <td>78 km/h</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>135 HP</td> </tr> <tr> <td>Torque</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>2600</td> </tr> <tr> <td>Opacidad</td> <td>26 H.S.U</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Emisiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>carreras</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>CO ppm</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>CO₂ %</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>HC ppm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>NO_x ppm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">“ HG funcionando</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sin Kadron</td> <td>con Kadron</td> </tr> <tr> <td>RALENTI</td> <td>0.1 0.25</td> </tr> <tr> <td>1500 RPM</td> <td>0.15 0.4</td> </tr> <tr> <td>2000 RPM</td> <td>0.2 0.7</td> </tr> <tr> <td>2500 RPM</td> <td>0.24 0.8</td> </tr> <tr> <td>Máx. RPM</td> <td>0.32 0.9 4.2</td> </tr> </tbody> </table>	Testigo/Atrapador		Velocidad	78 km/h	Potencia	135 HP	Torque	4.5	RPM	2600	Opacidad	26 H.S.U	Emisiones		carreras	10	CO ppm	60	CO ₂ %	3.00	HC ppm	2	NO _x ppm	5	SO ₂	15	“ HG funcionando		sin Kadron	con Kadron	RALENTI	0.1 0.25	1500 RPM	0.15 0.4	2000 RPM	0.2 0.7	2500 RPM	0.24 0.8	Máx. RPM	0.32 0.9 4.2
Testigo/Atrapador																																											
Velocidad	78 km/h																																										
Potencia	135 HP																																										
Torque	4.5																																										
RPM	2600																																										
Opacidad	26 H.S.U																																										
Emisiones																																											
carreras	10																																										
CO ppm	60																																										
CO ₂ %	3.00																																										
HC ppm	2																																										
NO _x ppm	5																																										
SO ₂	15																																										
“ HG funcionando																																											
sin Kadron	con Kadron																																										
RALENTI	0.1 0.25																																										
1500 RPM	0.15 0.4																																										
2000 RPM	0.2 0.7																																										
2500 RPM	0.24 0.8																																										
Máx. RPM	0.32 0.9 4.2																																										
<p>Ecolizer <i>Prueba realizada en: 1 camion duración: 15 días</i></p>	<p>“Ecolizer provee un incremento de poder en la máquina y disminucion en emisiones de gases. Ecolizer, ayuda a la reducción de residuos contaminantes</p>	<p>Potencia, Torque, Velocidad, Revoluciones Opacidad, Emisiones</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">inicio final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Velocidad</td> <td>60.4 60.5 km/h</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>135.7 135.0 H.P</td> </tr> <tr> <td>Torque</td> <td>5.9 5.9 lb/pie</td> </tr> <tr> <td>RPM</td> <td>2600 2600</td> </tr> <tr> <td>Opacidad</td> <td>34 33 H.S.U</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Emisiones</th> </tr> </thead> </table>	inicio final		Velocidad	60.4 60.5 km/h	Potencia	135.7 135.0 H.P	Torque	5.9 5.9 lb/pie	RPM	2600 2600	Opacidad	34 33 H.S.U	Emisiones																											
inicio final																																											
Velocidad	60.4 60.5 km/h																																										
Potencia	135.7 135.0 H.P																																										
Torque	5.9 5.9 lb/pie																																										
RPM	2600 2600																																										
Opacidad	34 33 H.S.U																																										
Emisiones																																											

	<p>en el inyector, lo que da por resultado un mínimo de mantenimiento. El costo del Ecolizer es de \$475.00 UDS".</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sin</th> <th>Con retardador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>carreras</td> <td>60</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>CO ppm</td> <td>5.5</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>CO₂ %</td> <td>700</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>HC ppm</td> <td>400</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>NO_x ppm</td> <td>20</td> <td>+25</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>45</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>opacidad</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>"Se disminuyó en 18% la opacidad.</p> <p>La potencia se mantuvo sin cambios en 135 H.P, conforme a la lectura inicial sin Ecolizer".</p> <p>En emisiones:</p> <p>"Reducción de 9% de CO₂, 15% en HC, 25% de NO_x, aumentó en SO₂ más de 25%".</p>		Sin	Con retardador	carreras	60	60	CO ppm	5.5	4.5	CO ₂ %	700	500	HC ppm	400	350	NO _x ppm	20	+25	SO ₂	45	8	opacidad		
	Sin	Con retardador																									
carreras	60	60																									
CO ppm	5.5	4.5																									
CO ₂ %	700	500																									
HC ppm	400	350																									
NO _x ppm	20	+25																									
SO ₂	45	8																									
opacidad																											

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA MEJORAR LA COMBUSTIÓN EN MOTORES DIESEL

<p>Inyectores Ecológicos 7E-60 <i>Prueba realizada en:</i> 1 camión <i>duración:</i> 15 días</p>	<p>“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.</p>	<p>Emisiones CO ppm CO₂ % HC ppm NO_x ppm SO₂ Opacidad</p>	<p>No hay cambio ni disminución de CO ni NO_x. Disminuye un 20% CO₂, 84% en Opacidad y SO₂ y 96% en hidrocarburos.</p>																				
<p>Precipitador electrostático de partículas <i>Prueba realizada en:</i> 1 camión <i>duración:</i> 3 días</p>	<p>Reduce la contaminación Aumenta la potencia del motor Mayor velocidad de salida Arranque instantáneo Mejor respuesta del motor</p>	<p>Emisiones y Opacidad</p>	<p>Opacidad Antes del dispositivo : 68 HSU Salida del dispositivo: 57 HSU</p> <table border="1" data-bbox="522 358 756 734"> <thead> <tr> <th colspan="2">Emisiones</th> </tr> <tr> <th>Sin dispositivo</th> <th>Con dispositivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO ppm</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>CO₂ %</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>HC ppm</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>NO_x ppm</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	Emisiones		Sin dispositivo	Con dispositivo	CO ppm	60	CO ₂ %	4	HC ppm	300	NO _x ppm	100	SO ₂	2.5						
Emisiones																							
Sin dispositivo	Con dispositivo																						
CO ppm	60																						
CO ₂ %	4																						
HC ppm	300																						
NO _x ppm	100																						
SO ₂	2.5																						
<p>Bio Power <i>Prueba realizada en:</i> 4 camiones <i>duración:</i> 15 días</p>	<p>“Reducción de emisiones de escape, así como incremento en el rendimiento de combustible”.</p>	<p>Emisiones, Presión De Aceite Velocidad De Holgar Máxima Aceleración, RPM Opacidad, En Dinamómetro RPM En Dinamómetro Potencia Máxima</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>% disminución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presión De Aceite (lb/Pulg)</td> <td>5.9</td> </tr> <tr> <td>Velocidad De Holgar</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Máxima Aceleración RPM</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Opacidad Unidades Hartidge</td> <td>-8.3</td> </tr> <tr> <td>km/H En Dinamómetro</td> <td>10.7</td> </tr> <tr> <td>RPM En Dinamómetro</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Potencia Máxima H.P</td> <td>9.3</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">%disminución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO</td> <td>-33.333</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	% disminución	Presión De Aceite (lb/Pulg)	5.9	Velocidad De Holgar	0.0	Máxima Aceleración RPM	0.0	Opacidad Unidades Hartidge	-8.3	km/H En Dinamómetro	10.7	RPM En Dinamómetro	0.0	Potencia Máxima H.P	9.3	%disminución		CO	-33.333
Parámetros	% disminución																						
Presión De Aceite (lb/Pulg)	5.9																						
Velocidad De Holgar	0.0																						
Máxima Aceleración RPM	0.0																						
Opacidad Unidades Hartidge	-8.3																						
km/H En Dinamómetro	10.7																						
RPM En Dinamómetro	0.0																						
Potencia Máxima H.P	9.3																						
%disminución																							
CO	-33.333																						

<p>BIO Frendly <i>Prueba realizada en:</i> 4 camiones <i>duración:</i> 90 días</p>	<p>Disminución de emisiones contaminantes Cumplimiento de la normatividad ecológica vigente Reducción de consumo de aceite de relleno Mayor eficiencia del combustible</p>	<p>Emissiones, pruebas de aceite para evaluar metales. Antimonio Bario Boro Cadmio Molibdeno Niquel Fosforo Plata Sodio Titanio Cinc</p>	<table border="1"> <tr> <td>ppm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO₂ %</td> <td>-88</td> </tr> <tr> <td>HC</td> <td>-20</td> </tr> <tr> <td>ppm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO_x</td> <td>-33.333</td> </tr> <tr> <td>ppm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Torque</td> <td>-0.4083</td> </tr> </table>	ppm		CO₂ %	-88	HC	-20	ppm		NO_x	-33.333	ppm		SO₂	100	Torque	-0.4083	
ppm																				
CO₂ %	-88																			
HC	-20																			
ppm																				
NO_x	-33.333																			
ppm																				
SO₂	100																			
Torque	-0.4083																			
		<table border="1"> <tr> <td>Reducción % opacidad en 4 autos</td> <td>86.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>98.44</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.94</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>METAL</td> <td>ANTES</td> <td>DESPUÉS</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>260</td> <td>3130</td> </tr> <tr> <td>Magnesio</td> <td>1352</td> <td>447</td> </tr> </table> <p>“Si bien no se tiene una gran respuesta del aditivo en cuanto al incremento de Km/l de rendimiento, puesto que el mejor de los casos fue de 4% y en promedio de las cuatro unidades se tiene un aumento en el rendimiento de 0.04%.”</p> <p>“En las pruebas que se realizaron en cada una de las unidades, se pudo determinar una notable disminución de metales, lo que nos indica que el motor se dañó mucho menos cuando se emplea el aditivo”.</p> <p>“Los cambios mas notables se tiene cuando a la opacidad, en humos vertidos a la atmósfera es mucho menor”.</p>	Reducción % opacidad en 4 autos	86.4		98.44		2.94		32.2	METAL	ANTES	DESPUÉS	Calcio	260	3130	Magnesio	1352	447	
Reducción % opacidad en 4 autos	86.4																			
	98.44																			
	2.94																			
	32.2																			
METAL	ANTES	DESPUÉS																		
Calcio	260	3130																		
Magnesio	1352	447																		

			<p>“El análisis del aceite es además un punto importante, ya que, indica el estado del motor, según se observa en las gráficas los cuatro Vehículos redujeron la presencia de metales, como el hierro el camión 8-027 bajó un 59 %, el 8-091 bajó un 80 %, el 8-095 un 47 % y el 8-108 un 68.4 %, el Plomo, Estaño y Cobre rebajaron en un promedio importante.”</p>
<p>Biofrendly Prueba realizada en: 20 camiones duración: 90 días</p>	<p>Disminución de emisiones contaminantes Cumplimiento de la normatividad ecológica vigente Reducción de consumo de aceite de relleno Mayor eficiencia del combustible</p>	<p>Emisiones, consumo de combustible, pruebas de aceite para evaluar metales. Antimonio Bario Boro Cadmio Molibdeno Niquel Fósforo Plata Sodio Titanio Cinc</p>	<p>Reduce un 92.1% las Opacidad “Consumo de diesel disminuye en un 30.24%” Hay un 54% de reducción en el consumo de aceite. El Cromo 10.0%, Cobre 63.8%, Hierro 43.1%, Plomo 46.1% Estaño 53.6 Aluminio 30.8 Silicio (Sucio) 50.6%, Bario 92.3%, Boro 91.6%, Cadmio 75.0%, Magnesio 18.3 %, Molibdeno 7.7%, Sodio 72.0% Disminuyen. Niquel -250.0 %, Calcio -27.1% , Cinc -47.3% Aumentan.</p>
<p>Bio-ZAMC Prueba realizada en: 1 motor duración: 5 días</p>	<p>“Disminución de los niveles de emisión de gases de combustión de los motores diesel.</p>	<p>Emisiones CO2, O2 Rpm Potencia Rendimiento de combustible</p>	<p>Existe un incremento no significativo del consumo de combustible al utilizar el aditivo, en comparación con las pruebas realizadas sin aditivo. Emisión de gases de combustión. De las tablas de datos correspondientes se observa un</p>

	<p>Disminución de la opacidad a través de la emisión de una menor cantidad de partículas.</p> <p>Aumento en el rendimiento del combustible".</p>	<p>Medición de mancha</p>	<p>incremento en el CO₂ y la correspondiente disminución en el O₂ al utilizar el aditivo Bio-ZAMC, esto refleja un decremento en la producción de monóxidos de carbono.</p> <p>Medición de mancha. (Adicional)</p> <p>De las muestras tomadas el número de mancha durante las pruebas se observo que inicialmente el número de mancha fue 8 y en el periodo final de la prueba el número de mancha correspondió al numero 6, de acuerdo con el comparador F. W. DWER".</p>
--	--	---------------------------	--

C

apítulo VI

Conclusiones

Conclusiones

1. El motor Diesel en este momento es irremplazable por su potencia, costo de mantenimiento y rendimiento.
2. Los estudios de contaminantes ambientales, causadas por vehículos diesel es vigente y continuará en el futuro inmediato.
3. Un motor no presenta 100% de eficiencia aún en óptimas condiciones y disminuye con el tiempo, lo que hace necesario un mantenimiento periódico.
4. Los aditivos en general han demostrado que mejoran las condiciones de operación de un motor, mejorando además los ahorros de combustible.
5. Los aditivos que mejor desempeño presentan son Bio-Frendly y Bio ZAMC.

Capítulo VII

Glosario Técnico

Glosario Técnico

Aceite

Derivado del petróleo que se usa como lubricante, los cuales se clasifican por letras para indicar su utilización; para motores a gasolina se utilizan aceites SA a SF, en motores diesel aceites ca a cd.

Aditivo

Un aditivo es un compuesto químico que se agrega a un fluido para mejorar su rendimiento, en un motor son muy conocidos para el combustible y para el aceite.

Afinación del motor

Serie de pruebas y ajustes para el mantenimiento del motor, sistema de encendido y sistemas de combustible.

Anillo

Anillo metálico que se coloca en el pistón para impedir que escapen los gases de la cámara de combustión o que entre aceite al cárter.

Anillo de aceite

Anillo colocado en la parte inferior del pistón para evitar que éste suba demasiado aceite dentro de los cilindros.

Anillo de compresión

Anillo metálico que se coloca en las ranuras superiores del pistón que evita que los gases de combustión lleguen al cárter, la mayoría de los pistones poseen dos anillos de compresión.

Anticongelante

Líquido utilizado en el circuito de refrigeración del motor que desciende el punto de congelación del agua. Según la proporción del anticongelante en el agua varía el punto de congelación. También evita que se produzcan corrosiones por el interior de los conductos de refrigeración del motor, sobre todo en las piezas de aluminio. Sus propiedades se pierden con el tiempo, haciendo recomendable su reemplazo cada dos años.

Antioxidante

Elemento que evita la oxidación al dificultar la reacción del oxígeno con el material protegido.

Año modelo del motor

El período comprendido entre el 1 de enero de un año y de 31 de diciembre del mismo.

Año modelo del vehículo

El período comprendido entre el 1 de Noviembre de un año y el 31 de octubre del siguiente.

Autobús urbano

El vehículo de transporte de pasajeros con motor diesel de hasta 250 HP , con capacidad de quince o más pasajeros que se dedican principalmente a la operación interurbana, es decir, dentro de los límites de una ciudad o de una gran metrópoli. La operación del autobús urbano se caracteriza por recorridos cortos y paradas frecuentes. Para facilitar este tipo de operación se instalan normalmente más de una entrada de acceso y salida rápida. Se caracterizan también por la ausencia de equipo e instalaciones para viajes de larga distancia tales como sanitarios, compartimentos grandes para equipaje o instalaciones para equipaje de mano.

Bomba de la gasolina

Aparato mecánico o eléctrico que succiona del tanque el combustible para enviarlo al carburador o a los inyectores.

Bomba de inyección Diesel

Elemento del circuito de alimentación de combustible en los motores Diesel, cuya finalidad es la de la distribución de combustible a los distintos cilindros, a través de los inyectores, para la combustión. La bomba de inyección Diesel es la encargada de la aspiración del combustible, de la regulación del régimen, del avance a la inyección, de la parada del motor, en definitiva, es el corazón de la motorización Diesel.

Boxer

Denominación del tipo de motor que tiene dos bancadas de cilindros a 180° y que cada pistón se acerca y se aleja del cigüeñal simultáneamente con el pistón opuesto. Se diferencia del motor de cilindros horizontales opuestos porque cada pistón tiene su muñequilla en vez de compartirla. En un motor de cilindros opuestos, un pistón se acerca al cigüeñal, mientras que su opuesto se aleja. Este tipo de motor se caracteriza por su bajo centro de gravedad y por su escasa altura. La colocación de los pistones le confiere un mejor equilibrado natural con respecto a un motor con el mismo número de cilindros en línea.

Bujía

Elemento encargado de permitir el salto de una chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión de un motor de gasolina. Está formado por un cuerpo metálico que se enrosca en la culata y que tiene unido el electrodo de masa. Por el interior del cuerpo se coloca el electrodo positivo recubierto por un aislante cerámico. Los extremos del electrodo positivos están descubiertos, el superior para permitir la conexión con el cable que viene de la bobina y por el inferior para permitir el salto de la chispa al electrodo negativo. La separación entre los electrodos es muy importante para crear una chispa con la mayor longitud y duración posibles. El aislante cerámico también sirve para disipar el calor que la bujía recoge de la combustión. Según la longitud del aislante se consigue una mayor o menor disipación del calor. La bujía debe trabajar a una determinada temperatura para que los depósitos de carbonilla no se adhieran a los electrodos. Si la temperatura es inferior, los depósitos dificultan el salto de la chispa y si es superior, los electrodos

se funden y caen sobre el pistón perforándolo. Un motor de altas prestaciones necesita bujías frías para que no se calienten en exceso, mientras que un motor más tranquilo necesita bujías más calientes para evitar que su temperatura de funcionamiento sea baja. Las bujías pueden fabricarse con uno, dos, tres y hasta cuatro electrodos de masa para mejorar el salto de la chispa.

Caballo de fuerza H.P. (horse power)

Una unidad de medición que se emplea para determinar la potencia de una máquina. Un caballo de fuerza (HP) se define como la fuerza que se necesita para levantar un peso de 33 000 libras (15 000 kg) un pie (30.5 cm) en un minuto

Cámara de combustión

Cavidad donde se inicia la combustión y está formada por la culata y la parte superior del pistón cuando está en el punto muerto superior (PMS). En la cámara de combustión se encuentran las válvulas que permiten la entrada y salida de los gases al interior del cilindro.

Canister

Filtro de carbón activo para hidrocarburos. Es uno de los componentes del sistema de recirculación de gases de hidrocarburos.

Carga

Se conoce como carga al llenado de los cilindros y depende de la posición del acelerador. Una carga parcial es cuando el acelerador está a medio accionar y a plena carga es con el acelerador completamente accionado. Para variar la carga en un motor gasolina se actúa sobre la posición de la mariposa colocada en el conducto de admisión. Mientras que en un motor Diesel la carga se controla con el caudal de combustible inyectado por la bomba, ya que no existe mariposa en el conducto de admisión.

Carrera

Se conoce como carrera al desplazamiento que tiene que realizar el pistón desde su Punto Muerto Inferior (PMI) hasta su Punto Muerto Superior (PMS). La cilindrada de un motor está en función de la carrera y de la superficie del pistón. La relación entre la carrera y el diámetro del pistón condiciona el comportamiento del motor. Un motor con carrera larga permite obtener gran par porque existe mucha palanca en la muñequilla del cigüeñal pero tiene limitada su potencia máxima porque las válvulas son pequeñas y tienen poca superficie para el llenado y vaciado del cilindro. Un motor con carrera corta tiene válvulas más grandes que permiten al motor "respirar" mejor a altas revoluciones, pero la palanca de la muñequilla del cigüeñal es pequeña lo que limita el par motor. Los motores deportivos se caracterizan por carreras cortas, mientras que los motores industriales son de carrera larga.

Cárter

Es la pieza que cierra la parte inferior del bloque y que recoge el aceite utilizado en la lubricación del motor. Se fabrica en chapa estampada al no tener que soportar esfuerzos. El cárter húmedo recoge el aceite y lo almacena hasta que la bomba lo recoge y lo envía al circuito de engrase. El cárter seco dispone de una bomba que recoge el aceite y lo envía a otro depósito de donde lo recoge la bomba principal. El cárter seco permite bajar el motor o aumentar la distancia libre al suelo. También evita entre aire a la bomba cuando se desplaza el aceite a causa de la fuerza centrífuga.

Cataforesis

Proceso electroquímico que se utiliza en los tratamientos anticorrosión de las carrocerías de chapa. También conocido como fosfatación. La carrocería es sumergida en un líquido formado por fósforo y sometido a una tensión positiva. Se aplica una tensión negativa sobre la carrocería lo que atrae a las partículas de fósforo de forma uniforme sobre la carrocería accediendo a todos los rincones.

Catalizador

Acelerador de la reacción química que combina los compuestos de los gases de escape para obtener dióxido de carbono y vapor de agua como elementos finales.

Centistokes

Unidad de medición de la viscosidad de los líquidos. Se considera al agua con una viscosidad de un centistokes y los demás líquidos se comparan con este valor. Se utiliza principalmente para medir las viscosidades de los aceites.

Cigüeñal

Pieza clave de un motor. Sirve para transformar (junto con la biela) el movimiento lineal del pistón en rotatorio que luego pasa al sistema de transmisión. Se compone de una serie de apoyos donde se sujeta al bloque a través de unos casquillos que permiten su giro. La biela se sujeta en las muñequillas que están descentradas con respecto al eje de giro del cigüeñal. Para equilibrar el conjunto se utilizan los contrapesos. El cigüeñal se fabrica en una sola pieza con acero forjado y aleados con cromo, molibdeno y vanadio. El número de apoyos, muñequillas y contrapesos depende del número y colocación de cilindros en el motor.

Cilindro

Cavidad del bloque motor por donde se desplaza el pistón en su recorrido alternativo. El cilindro puede estar mecanizado directamente sobre el bloque o estar formado por una camisa que se coloca en el bloque.

Coefficiente de absorción de la luz (K)

El coeficiente de absorción de una columna diferencial de gas de escape a la presión atmosférica y una temperatura de 70 C, expresado por metro (m^{-1}).

Colector de escape

Conducto por el cual el aire quemado sale del interior de la cámara de combustión y es canalizado hacia el sistema de escape. Se fabrica en fundición de hierro para que soporte las altas temperaturas de los gases de escape.

Color del aceite

Depende del aceite base y de los aditivos que lleva incorporados. Se utiliza la escala descrita en la norma ASTM-D-1500. Otorgando a los aceites claros los números bajos (0,5 en adelante) y a los aceites oscuros los números altos (hasta 8). No tiene relación con la calidad del aceite ni con sus propiedades.

Combustión

Autoinflamación del gasoil en el interior del cilindro originada por la alta temperatura del aire en compresión.

Compresión

Fase del funcionamiento de un motor de combustión donde se produce la compresión de los gases que han entrado al interior del cilindro durante la admisión. Durante esta fase, el pistón realiza una carrera ascendente desde el Punto Muerto Inferior (PMI) hasta el Punto Muerto Superior (PMS). El volumen del cilindro se reduce hasta el contenido en la cámara de combustión y la mezcla se calienta a la espera de la chispa en la bujía.

Condensador

Elemento empleado en los equipos de aire acondicionado que sirve para reducir la temperatura del gas (refrigerante) comprimido para forzar su paso a estado líquido. Consiste en un conducto fino formando un serpetín y unido por un panel de finas planchas de aluminio. Se coloca delante del radiador del motor para estar expuesto a gran cantidad de aire fresco. El aire al pasar por el condensador recoge el calor del gas comprimido y lo transmite a la atmósfera. El gas (a alta presión) al enfriarse a estado líquido. Si el flujo de aire es insuficiente, se activa un electroventilador que puede ser el empleado en el radiador del motor u otro adicional.

Conductos de admisión y escape

Canalizaciones dispuestas en la culata para comunicar los colectores con la cámara de combustión. Son conductos realizados desde la fundición de la culata y simplemente son mecanizados sus extremos en la cámara de combustión para colocar los asientos de las válvulas. Su diseño y acabado superficial afecta al llenado de los cilindros.

Conducto único (common-rail)

Denominación que recibe el sistema de inyección Diesel desarrollado por el grupo Fiat y Magneti Marelli e industrializado por Bosch. Se trata de aplicar la tecnología de alimentación de los motores de gasolina de inyección multipunto a los motores Diesel. El sistema está formado por una bomba de alta presión (no necesita calado con el cigüeñal) que envía combustible a través de un regulador de presión al

conducto único, al cual se conectan todos los inyectores. El combustible a presión (entre 150 y 1350 bares según las condiciones de funcionamiento del motor) del conducto único sale por los inyectores cuando son alimentados eléctricamente por una centralita electrónica. El momento de la inyección y su duración están determinados por la centralita a través de varios sensores que informan de las condiciones de funcionamiento del motor y de los deseos del conductor. Este sistema permite realizar una pre inyección, la inyección principal y una post-inyección de forma completamente libre sin las limitaciones de las bombas mecánicas. Este sistema presenta la ventaja de su menor costo de fabricación al ser mucho menor la mecanización sobre la bomba.

Consumo específico

Relación que existe entre el combustible que se introduce a la cámara de combustión para ser quemado y suministrar una determinada unidad de potencia y durante una unidad de tiempo determinada. Indica el rendimiento que se obtiene de un combustible en función del aprovechamiento conseguido por el motor. Los motores con menor consumo específico son los Diesel de inyección directa, seguidos por los Diesel de precámara, los de gasolina con inyección directa y los de gasolina de inyección indirecta.

Curva de potencia

Representación gráfica de la potencia desarrollada por el motor durante todos los regímenes de funcionamiento. La potencia se obtiene de multiplicar el par motor por el número de revoluciones y luego ajustar las unidades. La potencia máxima indica el momento de mayor capacidad de un motor para realizar un trabajo en el menor tiempo posible.

Chasis

Estructura donde se sujetan las suspensiones de un vehículo y soporta a la carrocería. Antiguamente el chasis se fabricaba de forma independiente de la carrocería en los automóviles, aunque este sistema se sigue utilizando en los vehículos industriales y en todo terreno. En la actualidad el chasis está integrado en las denominadas carrocerías autoportantes. El chasis también tiene que soportar al motor y al sistema de transmisión. El chasis suele estar formado por dos largueros longitudinales y por varios transversales para sujetarlos y aportar rigidez al conjunto.

Detergencia

Propiedad de los aceites para evitar los depósitos de las impurezas y productos ácidos sobre las paredes internas del motor. Esta propiedad indica la capacidad del aceite para limpiar internamente el motor.

Detonación

Proceso por el cual la mezcla alojada en la cámara de combustión no se quema sino que explota de forma espontánea. Se produce al saltar la chispa y quemar la mezcla que está cerca de los electrodos, el aumento de la temperatura y de la presión en la cámara de combustión hace llegar a la mezcla que se encuentra en otros puntos de la cámara de combustión a su punto de inflamación y explotar. Se detecta por el ruido a golpeteo metálico que se produce en la zona alta del motor. La detonación aparece a causa de un excesivo calentamiento de la mezcla por depósitos de carbonilla en la culata, número de octanaje del combustible demasiado bajo, encendido muy adelantado, una relación de compresión muy alta o una temperatura muy alta de los gases en la admisión. Para evitar la detonación se tiene que limpiar la cámara de combustión de carbonilla, reducir el avance del encendido, aumentar el octanaje del combustible o reducir la temperatura de los gases aspirados.

EGR

Exhaust Gas Recirculation. Sistema de recirculación de gases de escape. Modelos se colocan las barras por el interior de un tubo para protegerlas.

Embrague

Sistema que permite controlar el acoplamiento mecánico entre el motor y la caja de cambios. El embrague permite que se puedan insertar las diferentes marchas o interrumpir la transmisión entre el motor y las ruedas. Los embragues utilizados en los automóviles son por fricción entre un disco solidario con la caja de cambios y de una maza solidaria al cigüeñal del motor. El disco se coloca entre la maza y el volante de inercia y es presionado por un resorte llamado diafragma. Cuando el embrague está sin accionar (motor embragado) el disco tiene un gran rozamiento con la maza y transmite toda la fuerza generada en el motor. Cuando se acciona el embrague (motor desembragado) el diafragma es comprimido por el conductor y el disco queda suelto, siendo incapaz de transmitir la fuerza del motor a la caja de cambios. Según la posición del pedal del embrague se puede conseguir un acoplamiento total (pedal suelto) o acoplamientos parciales (pedal a medio pisar) que nos permiten variar la fuerza transmitida por el motor a la transmisión.

Encendido

Sistema eléctrico o electrónico del vehículo encargado de suministrar la chispa en el interior del cilindro para la explosión de la mezcla.

Escape

Es la fase final del proceso de combustión y comienza cuando se abre la válvula de escape y el pistón asciende desde el Punto Muerto Inferior (PMI) al Punto Muerto Superior (PMS). Los gases quemados salen a la atmósfera a través del conducto de escape por la diferencia de presiones. Al estar los gases todavía calientes en el interior del cilindro, la presión es mayor que la atmosférica y en cuanto se abre la

válvula los gases salen. El pistón en su recorrido ascendente termina de barrer los gases cuando la presión desaparece. La fase de escape finaliza dando

Espumosisad

Propiedad del aceite a crear espuma cuando es batido o tiene entradas de aire. Se mide según la norma ASTM-D-892.

Evaporador

Elemento empleado en los equipos de aire acondicionado para absorber el calor del aire que entra al habitáculo y reducir su temperatura. Consiste en un conducto fino colocado en forma de serpentín dentro de un panel de finas placas de aluminio. A su entrada se coloca la válvula de expansión que fuerza al refrigerante a expandirse dentro del evaporador. El refrigerante al expandirse recoge el calor de las paredes del conducto y del panel. El aire que entra al habitáculo cede su calor al evaporador al pasar a través de su panel. Parte de la humedad que tiene el aire se condensa en el evaporador y no entra al habitáculo, consiguiendo su deshumidificación.

Expansión

Fase del ciclo de funcionamiento de un motor de combustión donde se produce la expansión de los gases quemados. Es la única carrera del pistón que produce trabajo sobre el cigüeñal. Durante la fase de expansión el pistón es empujado por la presión de los gases desde el Punto Muerto Superior (PMS) al Punto Muerto Inferior (PMI). Finaliza cuando se abre la válvula de escape.

Explosión

Detonación de la mezcla de aire-gasolina mediante una chispa procedente de la bujía en el interior del cilindro.

Filtro de aire

Elemento colocado en la entrada del circuito de admisión del motor y sirve para recoger las impurezas que tiene el aire antes de entrar al interior del cilindro. Está formado por un pliego de papel sujeto en un armazón de metálico o de plástico. El elemento filtrante es el papel que recoge las pequeñas partículas de polvo o arena que están en suspensión en el aire y que son muy abrasivas. En los motores deportivos, el filtro del aire tiene menos capacidad de filtrado dejando pasar al aire más libremente. En algunos vehículos se llega incluso a eliminarlo por completo.

Humo

El residuo resultante de una combustión incompleta que se compone en su mayoría de carbón, ceniza y de partículas sólidas y líquidas visibles en la atmósfera.

Humo del diesel

El residuo resultante de una combustión incompleta que se compone en su mayoría de carbón, ceniza, y de partículas sólidas visibles en el ambiente.

Humo negro

Son partículas compuestas de carbón (hollín) de tamaño usualmente menores a 1 micrón, las cuales escaparon del proceso de combustión en el motor.

Humo blanco o azul

Son partículas compuestas esencialmente de líquido incoloro, que refracta y refleja la luz observada.

Nota: el color observado resulta del índice de refracción del líquido contenido en las gotas y al tamaño de las mismas. El humo blanco usualmente se debe al vapor de agua. El humo azul usualmente se debe a la presencia de aceite lubricante en las cámaras de combustión.

Inyección Diesel

Sistema de inyección que se basa en la afluencia de combustible filtrado a una bomba de inyección que a su vez suministra combustible a los inyectores. Al igual que en la inyección de gasolina, nos podemos encontrar con sistemas de inyección directa y sistemas de inyección indirecta, mediante cámaras de precombustión.

Inyección directa

Tipo de sistema de inyección que inyecta una cantidad de combustible, mediante un inyector directamente en el interior del cilindro. La inyección directa la podemos encontrar tanto en la inyección diesel como en la inyección gasolina.

Lubricante

Sustancia utilizada para reducir el rozamiento entre dos superficies con movimiento relativo. En el automóvil se utiliza el aceite (líquido), las grasas (semisólidos), el grafito y el nylon (sólidos).

Magnesio

Material ligero que se obtiene por electrólisis del cloruro de magnesio. Se emplea junto al cobre en las aleaciones de aluminio para aumentar la dureza, la resistencia y facilitar los procesos de fabricación con respecto al aluminio puro. Material empleado para reducir el peso en piezas pero que necesitan resistencia.

Minerales

En relación al aceite son los lubricantes desarrollados a partir de bases provenientes directamente de la destilación del petróleo.

Motor diesel

La fuente de potencia en la cual el combustible se inyecta a las cámaras de combustión del motor, para ser encendido durante la operación normal del pistón, mediante el calor generado por la compresión y que usa diesel como combustible.

Motor de cuatro tiempos

Motor de combustión interna alternativo que realiza los cuatro ciclos de funcionamiento en cuatro carreras del pistón. Los ciclos son la admisión, la compresión, la explosión y el escape y se realizan mientras el cigüeñal del motor gira dos vueltas completas. El motor de cuatro tiempos puede utilizarse en los ciclos Otto (gasolina) o Diesel.

Motor de dos tiempos

Motor de combustión interna alternativo que realiza los cuatro ciclos de funcionamiento en dos carreras del pistón. Los ciclos son la admisión, la compresión, la explosión y el escape y se realizan mientras el cigüeñal del motor gira una vuelta completa. El motor de dos tiempos puede utilizarse en los ciclos Otto (gasolina) o Diesel. Este tipo de motor carece de distribución (salvo algunas excepciones) y el llenado y vaciado del cilindro se realiza por orificios laterales llamados lumbreras. El cárter del motor se utiliza en la admisión para realizar la precompresión de la mezcla.

Módulo

Sitios base en donde a los autobuses se les proporciona desde combustible hasta las reparaciones pertinentes para su buen funcionamiento, también son utilizados los módulos para guardar los autobuses cuando no están funcionando o en actividad laboral.

Opacidad

El estado en el cual un material impide parcialmente o en su totalidad el paso del haz de luz. Hg mg/m³.

Pistón

Elemento móvil del motor de explosión alternativo que se encarga de comprimir la mezcla, cerrar la cámara de combustión por la parte inferior y de recoger la energía desarrollada durante la expansión de los gases quemados. Se conecta al cigüeñal a través del bulón y de la biela. En su periferia dispone de varios segmentos que se encargan de mantener la cámara de combustión estanca con el cilindro. El pistón trabaja a altas temperaturas al estar en contacto con los gases quemados y necesita ser refrigerado, normalmente a través del aceite del sistema de lubricación. En los motores de dos tiempo se refrigera en parte con los gases frescos que viene de la admisión. Se fabrican en aleaciones de aluminio y luego se mecanizan para conseguir un peso y unas dimensiones muy ajustadas. En los motores de competición se fabrican de aluminio forjado que consigue reducir el peso para una misma resistencia mecánica. El pistón se divide en la cabeza y la falda. La cabeza es la parte superior y la falda se encarga de alojar al bulón y guiar al pistón en su recorrido por dentro del cilindro.

Punto de inflamación

En relación a los lubricantes es la temperatura hasta la que se puede calentar un aceite sin peligro que puede inflamarse (aparición de un fognazo) en presencia de

una llama libre. La prueba se realiza según la norma ASTM-D-92, cuando se hace en recipiente abierto.

Unidades Hartridge Hg.

Unidad que es inglesa, mide el coeficiente de Absorción de luz.

Válvula

Pieza encargada de abrir y cerrar los conductos de entrada y salida de aire del cilindro. Consiste en una cabeza que se apoya en el asiento de la cámara de combustión y que por medio de un vástago se une al muelle que la mantiene cerrada y también la pone en contacto con la leva que la abre. Las válvulas son de admisión cuando se colocan en los conductos de entrada de aire y de escape cuando están en los conductos de salida de los gases quemados. Las válvulas se fabrican en acero, aunque algunos motores deportivos las tienen de titanio. Las válvulas de escape tienen que ser más robustas porque trabajan a una temperatura (800°C) mucho mayor que las de admisión

Válvula de descarga

O también conocida con su nombre en inglés de waste-gate. Se coloca en los motores sobrealimentados entre el elemento compresor y los conductos de admisión. Evita que la presión en el colector de admisión pueda superar un determinado valor y dañar los componentes del motor. La válvula permite salir una parte del aire de la admisión cuando la presión supera su valor. En función del tipo de motor, la válvula puede estar tarada en torno a los 0,7 - 0,9 bares (elevada potencia máxima), o entre 0,2 y 0,5 para los motores turboalimentados de bajo soplado (buena respuesta al acelerador).

Válvula de expansión

Empleada en los equipos de aire acondicionado para forzar al refrigerante a pasar de estado líquido a gaseoso. El gas, para poder mantenerse en este estado, recoge el calor del ambiente que lo rodea (el aire que entra al interior del vehículo). La válvula se coloca a la entrada del evaporador y se controla su funcionamiento por temperatura. El control de la válvula se suele hacer por la dilatación de un gas almacenado dentro de un bulbo en contacto con la superficie exterior del evaporador. En función de la temperatura, se amplía o se reduce el orificio de paso del refrigerante. La válvula divide las zonas de baja y de alta presión en los equipos de aire acondicionado.

Vehículo automotor

El vehículo de transporte de transporte terrestre que se utiliza en la vía pública, tanto de cara como de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz.

Vehículos en circulación

El vehículo automotor que transita por la vía pública

C

apítulo VIII

Bibliografía

Bibliografía

Artículos Consultados

- 1- Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana, INEGI México, 2000.
- 2- Bravo, Alvarez H., Sosa, Echeverria R. Torres, Jardon R. Los criterios y metodologías para medir la calidad del aire, C.N.D.H. México, 1992.
- 3- N.Hawker, Platinum Metals Review 39, 1 (1995) 2
- 4- J.C.Summers, S. Van Houtte, D.Psaras, Applied Catalysis B:Environmental 10 (1996) 139.
- 5- J.Widdershoven, F.Pischinger, G.Lepperhof, SAE paper 860013.
- 6- K.N.Pattas, A.M.Stamatelos, SAE paper 910137.
- 7- C.A.Querini, M.A.Ulla, F.Requejo, J.Soria, U.Sedrán, E.E.Miró, Applied Catalysis B:Environmental 15 (1998) 5.
- 8- V.Duriez, L.Monceaux, P.Courtine, Catalysis and Automotive Pollution Control III, Studies in Surface Science and Catalysis 96 (1995) 137.
- 9- Y.Teraoka, K.Nakano, S.Kagawa, W.F.Shangguan, Applied Catalysis B:Environmental 5 (1995) L181.
- 10- W.F.Shangguan, Y.Teraoka, S.Kagawa, Applied Catalysis B:Environmental 12 (1997) 237.
- 11- R.J.Farrauto, K.E.Voss, Applied Catalysis B:Environmental 10 (1996) 29.
- 12- P.Zelenka, W.Cartellieri, P.Herzog, Applied Catalysis B:Environmental 10 (1996) 3.
- 13- B.A.Lur'e, A.V.Mikhno, Kinetics and Catalysis 38, 4 (1997) 535.
- 14- S.Jelles, B.A.A.L. van Setten, M.Makkee, J.A.Moulijn, Catalysis and Automotive Pollution Control IV, Studies in Surface Science and Catalysis 116 (1998) 667.
- 15- R. M. Heck, R. J. Farrauto, "Catalytic Air Pollution Control", Van Nostrand Reinhold edit, 1995.
- 16- R.J. Farrauto, R.N.Heck, B.Speronello, Chemical and Engineering News 70, 36 (1992) 34.
- 17- Ley General de la Salud, Ediciones Andrade, México, 1984.

- 18- Reglamento de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada, Ediciones Andrade, México, 2000.
- 19- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ediciones Porrúa, México, 2003.
- 20- Normas: INEGI. Con base en: Comisión Ambiental Metropolitana /GDF// SEMARNAT. México, D.F., 2002.
- 21- Diesel Fuel quality and its relation with emissions from diesel engines, CONCAWE, Estados Unidos de America, 1987.
- 22- Kalghatgi, T.G. Combustion chamber deposits in Spark -Ignition Engines, Society of Automotive Engineers, Inc. Estados Unidos de América, 1995.
- 23- Papachristos, JM, Williams D. Vincent, W., Raath A. Deposit control additive effects con CCD formation engine performance and Emissions, Society of Automotive Engineers, Inc, Estados Unidos de América, 1995.
- 24- RTP información.
- 25- [www. Diferencias entre el ciclo Diesel y te=rico.htm](http://www.Diferencias entre el ciclo Diesel y te=rico.htm)
- 26- [www. Ciclo Diesel te=rico.htm](http://www.Ciclo Diesel te=rico.htm)
- 27- www.Eliminaci=n simultsnea de hollfn y =xidos de nitr=geno prove.htm
- 28- www.PemexDiesel.com
- 29- www.bibliotecavirtualsemarnat.gob

Biblioteca Virtual de la Secretaria del Medio Ambiente - Histórico de Contingencias en el Valle de México 1998-2002.htm