

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

**Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero Mecánico Automotriz**

TEMA:

**“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS
UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM EN UN
VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”**

AUTORES:

Alexander Martín Cóndor Sisalima

Edgar Fabián Narváez León

DIRECTOR:

Ing. José Ulloa

CUENCA – 2011

CERTIFICO

Yo, Ing. José Ulloa certifico que los estudiantes Alexander Cóndor y Fabián Narváez han culminado con éxito todo el respectivo proyecto de tesis previa obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz.

Cuenca, 18 de octubre del 2011

Ing. José Ulloa



DECLARATORIA

El presente documento y su contenido, así como los resultados son de total responsabilidad de los autores del presente proyecto, los firmantes

Cuenca, 18 de octubre del 2011

ATENTAMENTE

Sr. Alexander Córdor

Sr. Fabián Narváez



DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Dios, que ha sido la principal fuente de fuerza y energía durante este trayecto estudiantil, también se la dedico de manera especial a mis padres JOSÉ y CARMITA quienes me han sabido guiar y apoyar en todo momento, a mis hermanos Erick y Andrés, a Katty, Pachi y Daniel, que han sido pilares fundamentales en mi vida, a todos aquellos que nunca dejaron de creer en mí y a los que no creyeron también, porque esta es la prueba de que todos los sueños y metas se pueden alcanzar.

Se la dedico también a todos aquellos que se adelantaron en el viaje hacia la eternidad, porque desde el cielo me cuidan y protegen.

ALEX.



DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios por ser mi fortaleza en todo momento, a mis padres José y Carmen, por no perder las esperanzas en mí y apoyarme en todo momento a pesar de haberles defraudado muchas veces, de manera especial a ti, Andrea B. por haber crecido juntos en este sentimiento tan especial que ha cambiado nuestras vidas y por ser el motor que me impulsa a seguir adelante buscando nuevas metas que cumplir.

A mis hermanos Diego, Marcela, Juan y Sandra por ser mi inspiración para ser cada día mejor.

A la memoria de mi abuelito Miguel Ángel León por todas las enseñanzas y el cariño que me brindó.

FABIAN.



AGRADECIMIENTO

Le agradezco infinitamente a Dios, por haberme dado la salud y sabiduría para lograrlo, a mis padres por haberme dado su amor incondicional, a mis hermanos por su apoyo en todo momento, tíos, tías, primos, primas, y a todos aquellos que de alguna u otra forma hicieron que esto que comenzó como un sueño, se haya vuelto realidad, a todas las personas que compartieron un poco de su conocimiento conmigo. A mi pana y compañero Fabián Narváez, con quien ponemos punto final a una etapa más de nuestra vida estudiantil y a todas aquellas personas que durante el trayecto estudiantil compartimos buenos momentos en las aulas.

No se equivoca el ave que ensayando el primer vuelo cae al suelo; se equivoca aquella que por temor a caerse, renuncia a volar...

ALEX



AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mi Dios y creador por darme la oportunidad de darle sentido a mi vida y aprovechar todo lo bondadoso que es conmigo. A mis padres por sus enseñanzas, sacrificio, amor, apoyo y trabajo, por ser los gestores de todo lo que soy.

A mis verdaderos amigos que no me dieron la espalda a pesar de mis equivocaciones, en especial a mi fiel amigo Alex, por todas las ganas que puso para la culminación de este trabajo de tesis, gracias por todo ese apoyo y confianza.

A mis maestros y a todas las personas que fueron un respaldo primordial para que este trabajo sea una realidad y sea el comienzo de un nuevo sueño profesional.

FABIAN



INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PETRÓLEO.....	3
1.1 GENERALIDADES.....	3
1.1.1 COMPOSICIÓN.....	4
1.1.2 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL PETROLEO	5
1.1.3 REFINADO DEL PETRÓLEO.....	7
<i>1.1.3.1 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO</i>	<i>7</i>
1.2 COMBUSTIBLE DIESEL.....	9
1.2.1 PROPIEDADES	9
1.2.2 NORMAS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS.	10
1.2.3 DIESEL 2	12
<i>1.2.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS.....</i>	<i>12</i>
1.2.4 DIESEL PREMIUM	13
<i>1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS.....</i>	<i>14</i>
1.3 COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM.	15
1.4 PRINCIPALES GASES CONTAMINANTES QUE EMITEN AL AMBIENTE.....	15



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y
DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

1.4.1 ÓXIDOS DE NITRÓGENO	16
1.4.2 HIDROCARBUROS.....	16
1.4.3 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	16
1.4.4 MONÓXIDO DE CARBONO	17
1.4.5 DIÓXIDO DE AZUFRE	17
1.4.6 DIÓXIDO DE CARBONO.....	17
1.4.7 MATERIAL PARTICULADO	18
1.5 ADITIVOS PARA COMBUSTIBLE.....	18
1.5.1 TIPOS	18
1.5.2 ADITIVOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO.....	19
<i>1.5.2.1 COMPARACIÓN ENTRE BENEFICIOS OFRECIDOS POR DICHOS ADITIVOS</i>	19
CAPITULO II.....	22
ESTUDIO DEL MOTOR DIESEL	22
2.1 GENERALIDADES.....	22
2.2 CICLO DE FUNCIONAMIENTO	23
2.3 CICLO TEÓRICO DE FUNCIONAMIENTO.	25
2.4 CICLO PRÁCTICO DE FUNCIONAMIENTO.	27
2.5 ÓRGANOS DEL MOTOR DIESEL.....	29
2.5.1 BLOQUE.....	29



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y
DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

2.5.2 CULATA.....	29
2.5.3 VÁLVULAS.....	30
2.5.4 CIGÜEÑAL.....	32
2.5.5 PISTONES	32
2.5.6 BIELAS.....	33
2.5.7 CÁMARAS DE COMBUSTIÓN.....	33
2.6 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO HYUNDAI H 100	35
2.7 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	38
2.7.1 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE	40
2.7.2 LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.....	41
2.7.3 FILTRO DE COMBUSTIBLE	41
2.7.4 BOMBAS DE INYECCIÓN ROTATIVA TIPO VE	43
2.7.4.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LA BOMBA.....	44
2.7.4.1.1 VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN.....	45
2.7.4.1.2 GRUPO REGULADOR DEL CAUDAL DE COMBUSTIBLE.....	46
2.7.4.1.3 ESTRANGULADOR DE REBOSE (RETORNO A DEPOSITO).	47
2.7.4.1.4 CABEZAL HIDRÁULICO Y BOMBA DE ALTA PRESIÓN.	48
2.7.4.1.5 BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE ALETAS.	51
2.7.4.1.6 VARIADOR DE AVANCE A LA INYECCIÓN.	52
2.7.4.1.7 DISCO DE LEVAS.....	53



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

2.7.4.1.8 VÁLVULA ELECTROMAGNÉTICA DE PARADA.....	53
2.7.4.2 ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA	54
2.8. INYECTORES	55
CAPITULO III	58
PRUEBAS.....	58
3.1 GENERALIDADES.....	58
3.2 PRUEBAS DE CONSUMO	64
3.2.1 GENERALIDADES	64
3.2.2 PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE	66
3.2.3 RESULTADOS DE CONSUMO.....	70
3.2.3.1 CONSUMO EN BASE AL KILOMETRAJE.....	70
3.2.3.1.1 CONSUMO CON DIESEL 2 Y LOS DIFERENTES ADITIVOS.....	70
3.2.3.1.2 CONSUMO CON DIESEL PREMIUM Y LOS DIFERENTES ADITIVOS.....	72
3.2.3.2 CUADRO RESUMEN COMPARATIVO ENTRE RESULTADOS	75
3.2.3.3 CUADRO RESUMEN DE LINEAS BASE (DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM)	76
3.2.3.4 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 1.....	78
3.2.3.5 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 2.....	79
3.2.3.6 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 3.....	80
3.3 PRUEBAS DE MEDICION DE POTENCIA.....	81
3.3.1 GENERALIDADES	82



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

3.3.2 RESULTADOS DE MEDICION DE POTENCIA CON DIESEL 2.....	91
3.3.3 RESULTADOS DE MEDICION DE POTENCIA CON DIESEL PREMIUM.....	93
3.3.4 COMPARACION DE RESULTADOS DIESEL 2 vs. DIESEL PREMIUM.....	96
3.4 PRUEBAS DE OPACIDAD.....	97
3.4.1 GENERALIDADES	97
3.4.2 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL 2 A 40 SEGUNDOS DE INICIADA LA PRUEBA	107
3.4.2.1 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL 2 (VALORES MÁS ALTOS).....	110
3.4.3 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL PREMIUM A 40 SEGUNDOS DE INICIADA LA PRUEBA	113
3.4.3.1 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL PREMIUM (VALORES MAS ALTOS).....	116
3.5 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS DEL COMBUSTIBLE.....	119
3.5.1 GENERALIDADES	119
3.5.2 RESULTADOS GENERALES UTILIZANDO DIESEL 2 MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS	119
3.5.2.1 RESULTADOS POR PARAMETROS UTILIZANDO DIESEL 2 MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS	120
3.5.3 RESULTADOS GENERALES UTILIZANDO DIESEL PREMIUM	129
3.5.3.1 RESULTADOS POR PARAMETROS UTILIZANDO DIESEL PREMIUM MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS.....	130
CAPITULO IV	138



4.1 GENERALIDADES	138
4.2 ANALISIS DE RESULTADOS CON DIESEL 2	138
4.2.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE [KM/GAL]	138
4.2.2 ANALISIS DE POTENCIA	140
4.2.3 ANALISIS DE OPACIDAD.....	141
4.2.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS.....	142
4.2.4.1 ANÁLISIS DEL INDICE DE CETANO.....	143
4.2.4.2 ANALISIS DEL CONTENIDO DE AZUFRE	144
4.3 ANALISIS DE RESULTADOS CON DIESEL PREMIUM	145
4.3.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	145
4.3.2 ANALISIS DE POTENCIA	146
4.3.3 ANALISIS DE OPACIDAD.....	148
4.3.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS.....	149
4.3.4.1 ANALISIS DEL INDICE DE CETANO.....	150
4.3.4.2 ANALISIS DEL CONTENIDO DE AZUFRE	151
4.4 COSTO – BENEFICIO EN BASE AL KILOMETRAJE	153
5.1 CONCLUSIONES	154
5.2 RECOMENDACIONES	156
5.3 BIBLIOGRAFIA	158
5.4 ANEXOS	160



INTRODUCCIÓN

En el presente estudio comenzamos describiendo lo referente a los derivados del petróleo, pero, centrandó nuestra atención en el detalle de los combustibles que fueron utilizados en este proyecto, es decir, el DIESEL 2 y el DIESEL PREMIUM, definiendo sus características y propiedades físico – químicas basados en la Norma *NTE INEN 1489:99. Productos Derivados del Petróleo. Diesel. Requisitos.*

Comparamos los requisitos del diesel 2 con los del Diesel Premium, para tener claro los conceptos a evaluar, detallamos también los principales gases que se emiten al ambiente luego de la combustión del diesel, así como sus valores más representativos y las consecuencias que trae su emanación al medio ambiente. Posterior a esto pasamos a definir los aditivos a utilizarse, definiendo el tipo de aditivo, así como sus principales características.

Una vez definidos los combustibles y aditivos, se presenta un estudio del motor diesel, definiendo las generalidades que lo caracterizan, así como su funcionamiento y los elementos que los componen. Posterior a esto delimitamos nuestro campo de investigación, el que está situado en la ciudad de Cuenca, que se encuentra ubicada a una altura de 2 535m.s.n.m.; posee un parque automotor de 7 500 vehículos a diesel aproximadamente, de los cuales el 8,31% se dedican al servicio de transporte escolar, es decir 623 vehículos están legalizados en la Empresa para la Movilidad de Cuenca (EMOV), de las cuales 188 son de marca HYUNDAI H100, lo que representa el 30% de población de furgonetas escolares, y se realiza un análisis del motor de este vehículo, haciendo énfasis en su sistema de alimentación.

En la fase de pruebas, procedemos a realizar un diseño de la línea base, que esta específicamente conformada por el Diesel 2 y el Diesel Premium, para realizar la evaluación en cuanto a los siguientes parámetros:

- Consumo de combustible en kilómetros sobre galón de combustible
- Potencia del motor, expresada en kilowatts.



- Opacidad expresada en porcentaje.
- Propiedades físico – químicas del diesel, basado en las normas INEN vigentes para el análisis de cada uno de los parámetros del diesel.

Se presenta además la manera en la cual fueron desarrolladas las pruebas, cuando se las realizaron bajo la supervisión de los autores de este informe, tal es el caso de las pruebas de consumo de combustible, de potencia del motor y de índices de opacidad, en la parte que respecta al análisis de las propiedades físico – químicas del diesel, al ser enviadas a instituciones externas a las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, el proceso de desarrollo no pudo ser observado, por lo cual nos limitamos únicamente a reproducir los resultados obtenidos en las mismas.

Para concluir con este trabajo, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, así como una interpretación y conclusión en cada una de las pruebas, lo que en el caso particular de cada aditivo actúan de diferente manera sobre un determinado tipo de diesel, por lo que los resultados de este trabajo solamente se aplican para el vehículo en estudio, que presenta un sistema de inyección por bomba mecánica rotativa, pero que deja abierta la posibilidad de ser aplicado en otro tipo de sistema de inyección.

Como se dijo anteriormente cada aditivo presenta resultados diferentes, ya sea mezclado con Diesel 2 o Diesel Premium, es por eso que se analizan los resultados que cada combinación presenta, para que exista una mejor comprensión de los mismos y no exista confusión para el lector, pero respetando un orden en dicho análisis.



CAPÍTULO I

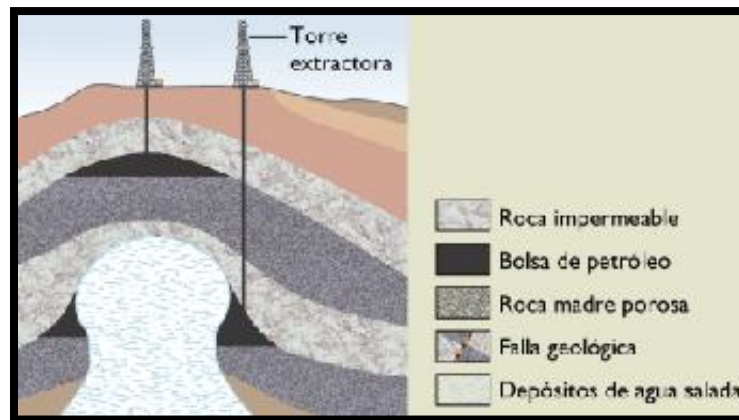
EL PETRÓLEO

1.1 GENERALIDADES

El petróleo es una mezcla heterogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos que no se pueden diluir en agua.

La transformación química del petróleo se debe en su mayor parte al calor y a la presión que experimenta durante su proceso de compactación. Dicho proceso se da en sucesivas etapas, desde betún hasta hidrocarburos cada vez más ligeros (líquidos y gaseosos). Estos productos ascienden hacia la superficie, por su menor densidad, gracias a la porosidad de las rocas que las cubren en forma de tapones. Cuando se dan las circunstancias geológicas que impiden dicho ascenso (trampas petrolíferas como rocas impermeables, estructuras anticlinales, márgenes de diapiros salinos, etc.) se forman entonces los yacimientos petrolíferos (Fig. 1.1).

Fig. 1.1 Ubicación del petróleo



Fuente: www.kalipedia.com

En condiciones normales es un líquido graso que puede presentar gran variación en diversos parámetros como color y viscosidad (desde amarillentos y poco viscosos como la gasolina hasta líquidos negros tan viscosos que apenas fluyen). Estas variaciones



se deben a la diversidad de concentraciones de los hidrocarburos que componen la mezcla.

El petróleo está formado principalmente por hidrocarburos, que son compuestos formados por hidrógeno y carbono, en su mayoría parafinas, naftenos y aromáticos. Junto con cantidades variables de derivados saturados homólogos del metano (CH_4). Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

1.1.1 COMPOSICIÓN

- Hidrocarburos aromáticos:
- Hidrocarburos cíclicos insaturados constituidos por el benceno (C_6H_6) y sus homólogos. Su fórmula general es C_nH_n .
- Alquenos u olefinas:
- Moléculas lineales o ramificadas que contienen un enlace doble de carbono ($-\text{C}=\text{C}-$). Su fórmula general es C_nH_{2n} . Tienen terminación "-eno".
- Dienos:
- Son moléculas lineales o ramificadas que contienen dos enlaces dobles de carbono. Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.
- Alquinos:
- Moléculas lineales o ramificadas que contienen un enlace triple de carbono. Su fórmula general es: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Tienen terminación "-ino".

Además de hidrocarburos, el petróleo contiene otros compuestos orgánicos, entre los que destacan sulfuros orgánicos, compuestos de nitrógeno y de oxígeno. También hay trazas de compuestos metálicos, tales como Sodio (Na), Hierro (Fe), Níquel (Ni), Vanadio (V) o Plomo (Pb).



1.1.2 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL PETROLEO

- **COLOR**

Por transmisión de la luz, los crudos pueden tener color amarillo pálido, tonos de rojo y marrón hasta llegar a negro. Por reflexión de la luz pueden aparecer verdes, amarillos con tonos azules, rojo, marrón y negro. Los crudos pesados y extrapesados son negro casi en su totalidad. Crudos con altísimo contenido de cera son livianos y de color amarillo. El crudo más liviano o condensado llega a tener un color blanquecino, lechoso y a veces se usa en el campo como gasolina cruda.

- **OLOR**

El olor de los crudos es aromático como el de la gasolina, del querosene u otros derivados. Si el crudo contiene azufre tiene un olor fuerte y hasta repugnante, debido a la presencia del ácido sulfhídrico H₂S (huevo podrido).

- **DENSIDAD**

Los crudos pueden pesar menos que el agua o tanto o más que el agua. De allí que la densidad pueda tener un valor de 0,75 a 1,1. Estos dos rangos equivalen a 57,2 y -3° API.

- **SABOR**

El sabor de un crudo es una propiedad que se torna importante cuando el contenido de sal es bastante alto. Esta circunstancia requiere que el crudo sea tratado adecuadamente en las instalaciones de producción del campo para ajustarle la sal al mínimo (gramos por metro cúbico) aceptable por compradores y refinerías.

- **ÍNDICE DE REFRACCIÓN**

Medido con un refractómetro, los hidrocarburos acusan valores de 1,39 a 1,49. Se define como la relación de la velocidad de la luz al pasar de uno a otro cuerpo.

- **COEFICIENTE DE EXPANSIÓN**

Varía entre 0,00036 y 0,00096°C por volumen.



- **PUNTO DE EBULLICIÓN**

No es constante, Debido a sus constituyentes varía algo menos que la temperatura atmosférica hasta la temperatura igual o por encima de 300 °C.

- **PUNTO DE CONGELACIÓN**

Varía desde 15,5 °C hasta la temperatura de -45°C. Depende de las propiedades y características de cada crudo o derivado.

- **PUNTO DE DEFLAGRACIÓN**

Varía desde -12 °C hasta 110 °C. Reacción vigorosa que produce calor acompañado de llamas y/o chispas.

- **PUNTO DE QUEMA**

Varía desde 2 °C hasta 155 °C.

- **PODER CALORÍFICO**

Puede ser entre 8.500 a 11.350 calorías/gramo. Entre BTU/libra puede ser de 15.350 a 22.000. (BTU es la unidad térmica británica).

- **CALOR ESPECIFICO**

Varía entre 0,40 y 0,52. El promedio de la mayoría de los crudos es de 0,45.

- **CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN**

Para la mayoría de los hidrocarburos parafínicos y metilenos acusa entre 70 a 90 kilocalorías/kilogramo ó 130 a 160 BTU/libra.

- **VISCOSIDAD**

La viscosidad indica la resistencia que opone el crudo al flujo interno. Esta se mide en poise o centipoise (0,01 poise) que se define como la fuerza requerida en dinas para mover un plano de un centímetro cuadrado de área, sobre otro de igual área y separado un centímetro de distancia entre sí y con el espacio relleno del líquido investigado, para obtener un desplazamiento de un centímetro en un segundo.



1.1.3 REFINADO DEL PETRÓLEO

El refinado del petróleo sirve para convertir crudo en derivados útiles. Una vez extraído el crudo, se trata con productos químicos y calor para eliminar el agua y los elementos sólidos, y se separa el gas natural.

Algunas fracciones tienen que someterse a tratamientos térmicos y químicos para convertirlas en productos finales como gasolina o grasas.

Fig. 1.2 Destilación de petróleo



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos36/refinacion-petroleo>

1.1.3.1 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO

- **Gasolina ligera:**

Destilada a partir del petróleo crudo, debe separarse del butano y del propano, y luego neutralizar los compuestos sulfurados malolientes y corrosivos con ayuda de un catalizador y de un reactivo adecuado.

- **Gasolina pesada:**

Debe ser reformada para hacerla apta como combustible en motores de explosión. Esta operación se efectúa en presencia de un catalizador de platino a 500°C y a una presión de 35 Kg/cm². El proceso se llama *reformación*



catalítica y convierte a los alcanos y los cicloalcanos procedentes de la destilación del petróleo en HC aromáticos, contribuyendo a proveer materias primas para la síntesis en gran escala de otra amplia gama de compuestos.

Esta reacción va acompañada de otras, principalmente de desulfuración, y da lugar a una gasolina de alto índice de octano, útil como combustible para los motores de alto grado de compresión.

- **Gasolina de aviación:**

Se obtiene por síntesis a partir de hidrocarburos gaseosos. Esta operación, conocida con el nombre de *alquilación*, utiliza el ácido fluorhídrico como catalizador. La calidad final de los carburantes es mejorada mediante la incorporación de plomo *tetraetilo*, (averiguar si se utiliza el xileno, tolueno,) que le confiere el índice de octano deseado y actúa como antidetonante, aunque en la actualidad se sustituye por otros compuestos menos tóxicos y contaminantes.

- **Petróleo lampante o queroseno:**

Durante muchos años fue el único producto obtenido por destilación del petróleo. Era utilizado en los quinqués y lámparas de mecha, antes de que fuera reemplazado por el alumbrado eléctrico. Sirve igualmente como combustible para ciertas estufas.

- **Gas-oil o gasóleo:**

Es el carburante propio para motores diesel rápidos. Debe ser desulfurado por hidrogenación catalítica. Puede ser sometido a una operación de *cracking* a 500°C en presencia de un catalizador de cobalto/molibdeno, proceso del que se obtienen gasolinas de excelente calidad.

- **Fuel-oil industrial o mazut:**

Son los residuos pesados de la destilación. Son utilizados para calefacción doméstica o industrial.

- **Aceites, parafinas y betunes:**

Proviene de una destilación al vacío del residuo de la primera destilación y del desasfaltado de este residuo al vacío. Estas materias deben ser tratadas con



la ayuda de un disolvente (fenol o furfuro), para extraer de ellas los compuestos inestables y aromáticos, desparafinados luego por filtración a -20°C por arcillas absorbentes. Los betunes, utilizados para el revestimiento de las carreteras o tejados, se obtienen como residuo o subproducto de la destilación al vacío, previa reincorporación de asfalto precipitado mediante propano, que hace de disolvente.

- **Coque del petróleo:**

Algunas refinerías amplían incluso la separación de los productos brutos hasta la obtención del llamado *coque*, empleado en la fabricación de elastómeros, colorantes y electrodos.

- **Combustible para motores:**

Tetraetilo de plomo, sustancia que confería a la gasolina condiciones antidetonantes, es decir, retarda la ignición espontánea de la mezcla sometida a presión. Además se debía añadir a su vez bromuro etílico, ya que permitía que el plomo se evaporara tras la combustión y no dañara el motor. El hidrocarburo más antidetonante, es decir, el que mayor resistencia tiene a quemarse bajo presión, es el conocido como *isooctano*.

1.2 COMBUSTIBLE DIESEL

El combustible diesel proviene de una fracción de petróleo crudo llamada destilado. Las moléculas de hidrocarburos en el combustible diesel son más grandes que las de gasolina. Hay varias características que los destilados tienen en común: deben ser capaces de fluir (viscosidad), evaporarse en un tiempo limitado (volatilidad) y ser limpios.

1.2.1 PROPIEDADES

Estos combustibles tienen ciertas propiedades que los hacen adecuadas para ser empleados en los motores diesel.



- **Viscosidad y densidad:**

En nuestro país la viscosidad del diesel va del 2,5 a 6 cSt (centistokes).

- **Punto de inflamación:**

El punto de inflamación del diesel es mínimo 51°C, lo cual los hace mucho más seguros para el manejo y el almacenamiento que la gasolina, que se vaporiza a todas las temperaturas atmosféricas.

- **Contenido de azufre:**

Un contenido alto de azufre determina un desgaste excesivo de los cilindros por la formación de ácidos en el aceite lubricante. Además este contribuye significativamente a las emisiones de material particulado (PM). Los combustibles diesel, no deben contener más de 0,05% en peso de contenido de azufre.

- **Índice de cetano:**

Típicamente los motores se diseñan para utilizar índices de cetano entre 40 y 55, un valor debajo de los 38 incrementa en retardo a la inyección.

- **Aromáticos:**

La influencia del contenido de poli aromáticos en el combustible afecta la formación de PM y las emisiones de este tipo de hidrocarburos en el tubo de escape.

- **Poder calórico:**

El poder calórico o calor de reacción, es el calor generado que se requiere para quemar completamente una unidad másica de combustible, la calidad del combustible se determina por su poder calórico.

1.2.2 NORMAS Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS.

En el siguiente cuadro resumen se detallan los principales detalles de las propiedades físico – químicas que debe cumplir tanto el diesel 2 como el diesel Premium. Se destaca el número de la norma, su título y un extracto del método utilizado para la determinación de los valores.



Tabla 1.1 Resumen análisis propiedades físico – químicas.

REQUISITO	NORMA	TITULO	BASE DE ESTUDIO
Punto de inflamacion	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-93-00. Standard Test Method for Flash Point by Pensky Martens Closed Cup Tester. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 1493:2005	Determinacion del punto de inflamacion en vaso cerrado (pensky - martens)	
Temperatura de destilacion 90°	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-86. Standard Method of Test for Distillation of petroleum products. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 926	Ensayo de destilacion	
Agua y sedimentos	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-1 986. Water and sediment in crude oils and fuel oils by centrifuge. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 1494	Determinacion de agua y sedimentos por centrifugacion.	
Indice de cetano calculado	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-976. Calculated cetane index of distillate fuels. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 1495	Determinacion del indice de cetano calculado	
Residuo carbonosos sobre el 10% del residuo	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-189-1975. Conradson carbon residue of petroleum products. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 1491	Determinacion del residuo de carbon conradson	
Cenizas	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-482. Ash form petroleum products. American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 1492	Determinacion de cenizas.	
Viscosidad cinematica a 38°c	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-445-1979. Binematic viscosity of transparent and opaque liquids (and the calculation of dynamic viscosity). American Society for Testing and Materials.
	NTE INEN 810	Determinacion de la viscosidad cinematica y dinamica en liquidos transparente y opacos	



Contenido de azufre	Norma Técnica Ecuatoriana	Productos de petroleo.	ASTM D-129. Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products.
	NTE INEN 1490	Determinacion del contenido de azufre.	General Method Bomb. American Society for Testing and Materials.
	Primera Revisión.	Metodo de la bomba.	

Fuente: Normas INEN

Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

1.2.3 DIESEL 2

Es un combustible utilizado para uso industrial y para motores de combustión interna que no necesiten de una bujía para su ignición. Cuando se observa el diesel a simple vista, debe estar limpio y no debe presentar agua o algún otro material que modifique su apariencia física. Su coloración se puede apreciar en la fig. 1.3.

Fig. 1.3 Coloración Diesel 2



Fuente: Los Autores

1.2.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS

Al ser un combustible comercializado a nivel nacional, este tipo de diesel debe cumplir ciertos parámetros de medidas, los cuales están basados en la normativa INEN,



misma que debe cumplirse obligatoriamente. Dichos requisitos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1.2. Características técnicas del diesel 2

Requisitos	Unidad	Mín.*	Máx.	Método Ensayo
Punto de Inflamación	°C	51	--	INEN 1493
Corrosión Lámina de Cobre	--	--	N° 3	INEN 927
Temperatura de destilación 90%	°C	--	370	INEN 926
Agua y Sedimentos	% en V	--	0.05	INEN 1494
Índice de Cetano Calculado		45		INEN 1495
Residuo Carbonoso sobre el 10% del residuo	% peso	--	0.15	INEN 1491
Cenizas	% peso	--	0.01	INEN 1492
Viscosidad Cinemática 38°C	cSt	2.5	6.00	INEN 810
Contenido de Azufre	% peso	--	0.70	INEN 1490
Calor de Combustión	--	--	--	--

Autor: PETROCOMERCIAL
Fuente: www.petrocomercial.com

1.2.4 DIESEL PREMIUM

El diesel ecológico Premium es un combustible obtenido de la destilación primaria del petróleo. Es un destilado medio que se encuentra entre el kerex y el aceite lubricante. Sus componentes elementales son el carbono, el hidrógeno y el azufre. Presenta un máximo de 500ppm y es utilizado igualmente en el campo automotriz pero comercializado únicamente en las ciudades de Quito y Cuenca por pedido expreso de sus municipios.

El producto ecológico tiene un máximo del 0.05% de azufre, es decir 0.65% menos que el diesel 2. Esta característica cumple con la Ordenanza Municipal que prohíbe el expendio de diesel que esté fuera de las especificaciones de la Norma INEN 1489. Su coloración se puede apreciar en la fig. 1.4.



Fig. 1.4 Coloración Diesel Premium



Fuente: Los Autores

1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS

Al ser un combustible comercializado a nivel nacional, este tipo de diesel debe cumplir ciertos parámetros de medidas, los cuales están basados en la normativa INEN, misma que debe cumplirse obligatoriamente. Dichos requisitos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1.3. Características técnicas del diesel Premium.

Requisitos	Unidad	Mín.*	Máx.	Método Ensayo
Punto de Inflamación	°C	51	--	INEN 1493
Corrosión Lámina de Cobre	--	--	N° 3	INEN 927
Temperatura de destilación 90%	°C	--	370	INEN 926
Agua y Sedimentos	% en V	--	0.05	INEN 1434
Índice de Cetano Calculado		45		INEN 1495
Residuo Carbonoso sobre el 10% del residuo	% peso	--	0.15	INEN 1491
Cenizas	% peso	--	0.01	INEN 1492
Viscosidad Cinemática 38°C	cSt	2.5	6.00	INEN 810
Contenido de Azufre	% peso	--	0.05	INEN 1489



Calor de Combustión -- -- -- --

Fuente: www.petrocomercial.com
Autor: PETROCOMERCIAL

1.3 COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM.

Tabla 1.4 Comparación de características del diesel 2 y diesel Premium

Requisitos	Diesel 2	Diesel Premium
Punto de Inflamación	51	51
Corrosión Lámina de Cobre	Nº3	Nº3
Temperatura de destilación 90%	370	370
Agua y Sedimentos	0,05	0,05
Índice de Cetano Calculado	45	45
Residuo Carbonoso sobre el 10% del residuo	0,15	0,15
Cenizas	0,01	0,01
Viscosidad Cinemática 38°C	6,00	6,00
Contenido de Azufre	0,70	0,05
Calor de Combustión	--	--

Fuente: Tabla 1,2 y Tabla 1.3
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

1.4 PRINCIPALES GASES CONTAMINANTES QUE EMITEN AL AMBIENTE.

El diesel al ser un combustible, en el momento de su combustión produce humos que son emitidos al medio ambiente y contienen varios elementos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente. La tabla 1.3 nos muestra los elementos más comunes y sus valores, en los cuales los más altos se pueden relacionar con motores nuevos y los mayores en motores antiguos.

Tabla 1.5 Rangos típicos de materiales tóxicos emitidos por los motores diesel.

CO	HC	PM	NO_x	SO₂
vppm	vppm	g/m³	vppm	vppm
5-1500	20 – 400	0.1 – 0.25	50 – 2000	10 – 150

Fuente: www.nett.ca/es/dieselection.html



1.4.1 ÓXIDOS DE NITRÓGENO

Conocido por su símbolo NO_x . Son generados debido a la reacción del oxígeno y del nitrógeno cuando se encuentran sometidos a altas presiones y temperaturas en el interior del cilindro del motor. El 95% de nitrógeno encontrado en el gas de escape forma óxido nítrico que se produce en la cámara de combustión, y, al salir se combina con el oxígeno del medio ambiente formando dióxido de nitrógeno, las cuales participan en gran manera en la formación de smoke por lo que es un serio problema en la contaminación ambiental.

Su emisión al ambiente provoca irritación en las vías respiratorias, puede incrementar el riesgo de afección del asma, daña los pulmones y reduce su mecanismo de defensa. En presencia de luz solar reaccionan con los hidrocarburos formando contaminantes fotoquímicas como el Ozono O_3 , además forman ácido nítrico que mezclado con al agua forma la llamada lluvia acida.

1.4.2 HIDROCARBUROS

Son los mayores contribuyentes del olor característico del diesel. Los hidrocarburos (metano, etano, etileno, tolueno, benceno, terpeno, etc.) provienen de varias fuentes naturales y el principal hidrocarburo artificial es el terpeno que se escapa de los yacimientos de petróleo y de las refinerías. El 20% de hidrocarburos que se encuentran en el aire son artificiales, de esto, el 75% proviene de los vehículos y el 25% restante de las actividades industriales. Su emisión al ambiente contribuye a la formación de smoke y produce irritación de la membrana mucosa en ojos, nariz, boca y sensación de ahogo.

1.4.3 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS

Este tipo de hidrocarburos presentan dos o más anillos de benceno y se los puede dividir en gaseosos y particulados, causando efectos cancerígenos para el cuerpo humano,



en especial los de cuatro y cinco anillos de benceno, además de tener efectos teratogénicos y mutagénicos.

1.4.4 MONÓXIDO DE CARBONO

Se produce por una combustión incompleta del combustible, y a partir del metano por una reacción química con el oxígeno y los iones hidroxilos. Es un gas incoloro, inodoro por lo que se le hace difícil su detección, es muy venenoso y si se aspiran grandes cantidades puede causar la muerte por envenenamiento. Se estima que en Estados Unidos cada año mueren entre 500 y 1000 personas intoxicadas por el monóxido de carbono, debido a que altera la capacidad de la sangre de transportar oxígeno a los órganos del cuerpo.

1.4.5 DIÓXIDO DE AZUFRE

El dióxido de azufre es un gas incoloro e inodoro, se lo reconoce por su olor irritante, la mayor o menor cantidad de azufre depende de la concentración del mismo en el combustible, siendo en el Diesel 2 de 0,70% y en el diesel Premium de 0,05%.

Los óxidos de azufre tienen un gran impacto ambiental, siendo los mayores precursores de la lluvia acida, además de provocar irritación en las vías respiratorias generando cuadros crónicos de asma, bronquitis y enfisemas en las personas.

1.4.6 DIÓXIDO DE CARBONO

Este gas se lo elimina mediante la fotosíntesis de las plantas, por lo cual no debería ser considerado estrictamente como contaminante, pero su producción excesiva sin su eliminación compensatoria aumenta su concentración lo que provoca el famoso calentamiento global.



1.4.7 MATERIAL PARTICULADO

Está compuesto por materiales sólidos y líquidos, que se generan en el cilindro del motor durante su combustión. Se originan debido a que las moléculas de carbón se unen y producen cadenas, que en mayor proporción conforman el hollín, el cual al salir por el tubo de escape absorbe otros elementos contaminantes como ser hidrocarburos, sulfatos, etc., lo que ocasiona que se conviertan en partículas en suspensión, las mismas que de ser menores a $0,5\mu\text{m}$, serían fácilmente absorbidos por nuestro organismo produciendo daños en los pulmones. Partículas mayores a $5\mu\text{m}$ son menos dañinas pero afectan al tracto respiratorio. Cuando estas partículas ingresan a nuestro organismo, las células del sistema pueden demorar años en expulsar dichas partículas del cuerpo. Una exposición a largo plazo puede ocasionar enfisemas y cáncer a los pulmones, llevando inclusive a la muerte.

1.5 ADITIVOS PARA COMBUSTIBLE

Un aditivo es una sustancia química, que, al añadirse al combustible mejoran sus características y propiedades iniciales.

1.5.1 TIPOS

Entre los principales tipos de aditivos podemos mencionar los siguientes:

- Octanaje:
 - Para mejorar el octanaje de la gasolina. En un inicio se utilizaba el plomo, pero debido a que es muy contaminante se ha prohibido su uso. Actualmente se utilizan el *etanol* y el *MTBE*.
- Oxigenadores:
 - Sirven para mejorar el consumo de combustible y aumentar la potencia, disminuyendo los humos de los hidrocarburos no quemados y los restos de carbonilla.
- Detergentes:



- Sirven para mejorar la pulverización del combustible, la mezcla y el contacto con el oxígeno del aire.
- Colorantes:
 - Sirven para teñir el combustible de un color específico, evitando de esta manera que los hagan pasar por otros tipos de combustibles de menor valor.

1.5.2 ADITIVOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO.

Los aditivos que usamos en el desarrollo de nuestro proyecto son los denominados “*oxigenadores*”, debido a que ofrecen aumento de potencia, mejoran el consumo de combustible y disminuyen la emanación de humos de gases de escape y de carbonilla.

1.5.2.1 COMPARACIÓN ENTRE BENEFICIOS OFRECIDOS POR DICHOS ADITIVOS

La tabla 1.6 presenta un resumen de las bondades ofrecidas por cada uno de los aditivos utilizados en este proyecto. Dicha tabla detalla aspectos importantes de los aditivos, como ser su nombre comercial y la casa de donde provienen, además de la empresa que los comercializa en nuestro país, su presentación, coloración y sus principales características:



Tabla 1.6 Comparación entre aditivos

NOMBRE COMERCIAL Y PRESENTACION	COLORACION	CARACTERÍSTICAS
<p>RACOR DIESEL CONDITIONER PLUS</p> <p>Fabricador por RACOR PARKER FILTRATION y distribuido por INVERNAG</p>  <p>R-2 PLUS</p>		<p>Mejora la economía.</p> <p>Previene la corrosión.</p> <p>Contiene aditivos lubricantes que reducen la fricción.</p> <p>Mejora el índice de cetano.</p> <p>Estabiliza la calidad del combustible durante un uso prolongado.</p> <p>Agregar una onza por cada 20 galones de diesel</p>
<p>Fabricado por QUALCO ECOENERGY</p> <p>Los aditivos QUALCO corresponden a formulaciones propias de nuestra empresa y son fruto de varios años de investigación. Se requiere que el producto solucione todos sus problemas, ese es el concepto integral que define a QUALCO R-2.</p> 		<p>Ahorro de combustible o incremento de productividad.</p> <p>Ahorro en costos de mantenimiento.</p> <p>Disminución en costos de mantenimiento.</p> <p>Aumento del índice de cetano</p> <p>Una botella trata 21 galones o menos.</p>



8+ CETANE IMPROVER

Fabricado por FPPF y distribuido en nuestro país por PRODIESEL CORP.

8+ CETANE IMPROVER está específicamente formulado para tratar combustibles pesados. El producto mejora las características propias del combustible e incorpora elementos.



Incrementa el Cetano en el diesel entre 5 a 8 puntos.

Arranque más rápido.

Emisiones de humo y gases contaminantes reducidos.

Menor ruido del motor.

Mayor potencia y aceleración.

Se debe usar en una dosificación de 32oz por cada 250galones.

*Fuente: Etiquetas de cada Producto
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



CAPITULO II

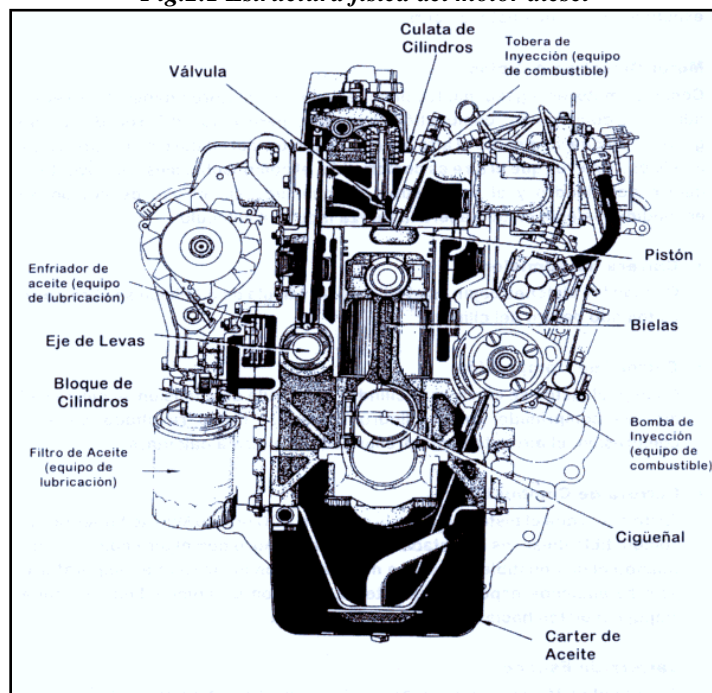
ESTUDIO DEL MOTOR DIESEL

2.1 GENERALIDADES

Este tipo de motor endotérmico está en el grupo de los motores alternativos, constituyendo como diferencia primordial su sistema de alimentación y la manera que se realiza la combustión.

En el tiempo de compresión se comprime el aire a unos 30 a 55 Bar en los motores de aspiración o a unos 80 a 110 Bar en los motores sobrealimentados, y llegando a temperaturas de 700 a 900° C, esta temperatura es suficiente para provocar el autoencendido del combustible inyectado justo antes de alcanzar el punto muerto superior del émbolo. Para su funcionamiento se emplean relaciones volumétricas de compresión más elevadas, entre 14:1 y 23:1.

Fig.2.1 Estructura física del motor diesel



Fuente: tecnología de la Automoción 2.1

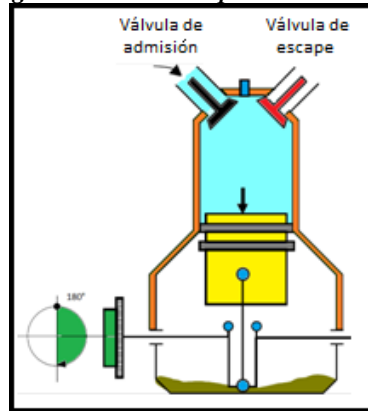


2.2 CICLO DE FUNCIONAMIENTO

- **Admisión**

El émbolo efectúa su primera carrera, desde el Punto Muerto Superior (PMS) al Punto Muerto Inferior (PMI), aspirando aire de la atmósfera, el aire pasa al cilindro a través de la cavidad abierta que deja la válvula de admisión. Durante este tiempo la muñequilla del cigüeñal gira 180° .

Fig. 2.2 Primer Tiempo: ADMISIÓN

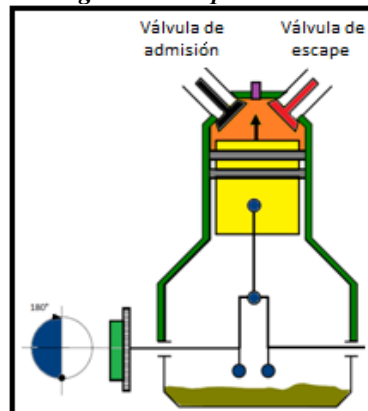


Fuente: Los autores

- **Compresión**

Las válvulas de admisión y escape están completamente cerradas, el émbolo comprime el aire a gran presión en su carrera ascendente. La muñequilla del cigüeñal gira unos 180° y completa la primera vuelta del árbol motriz.

Fig. 2.3 Segundo Tiempo: COMPRESIÓN



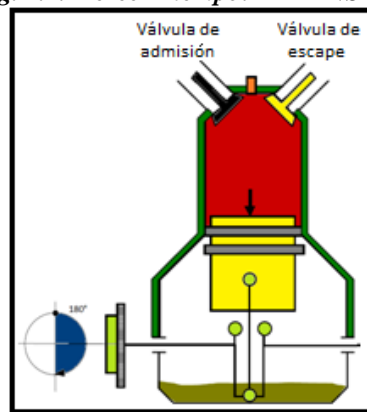
Fuente: Los Autores



- **Expansión**

Al final de la compresión con el embolo en su PMS se inyecta combustible en el interior del cilindro en una cantidad que es regulada por la bomba de inyección. La presión en el interior del cilindro es elevada, entonces debe realizarse a una presión muy superior entre 150 y 200 atmósferas. El combustible pulverizado finamente se inflama cuando entra en contacto con el aire caliente, produciéndose la combustión del mismo. Se eleva entonces la temperatura interna, que mantiene constante la presión mientras dura la inyección y a continuación se realiza la expansión del embolo hacia el PMI. Durante este tiempo el émbolo efectúa su tercer recorrido y la muñequilla del cigüeñal gira otros 180°.

Fig. 2.4. Tercer Tiempo: EXPANSIÓN



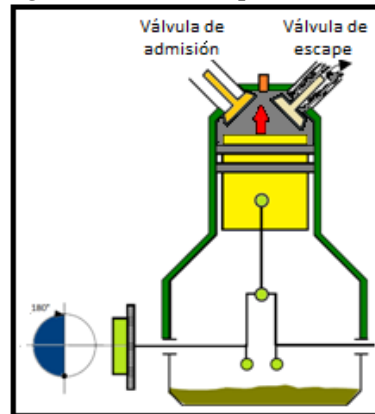
Fuente: Los Autores

- **Escape**

En el transcurso de este cuarto tiempo la válvula de escape permanece abierta y el émbolo, durante su recorrido ascendente efectúa el barrido de los gases quemados que son expulsados por esta válvula. La muñequilla del cigüeñal efectúa otro giro de 180° completando las dos vueltas del árbol motriz que corresponde al ciclo completo de trabajo.



Fig. 2.5. Cuarto Tiempo: ESCAPE



Fuente: Los Autores

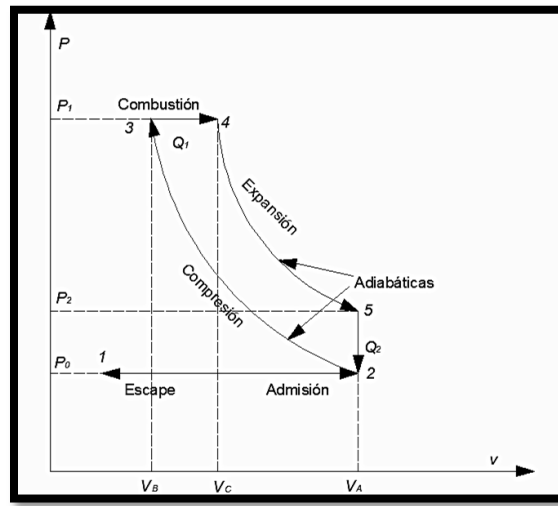
2.3 CICLO TEÓRICO DE FUNCIONAMIENTO.

Representando en un diagrama de ejes coordenados donde $p = f(V)$ el trabajo teórico de estos motores queda determinado por la figura 2.6, donde:

- En el primer recorrido del émbolo (1 – 2) el cilindro se llena totalmente de aire, ocupando todo el volumen que se mantiene constante a la presión atmosférica. Este proceso es ISÓBARO, se supone que la circulación de los gases desde la atmósfera hacia el interior del cilindro se realiza sin rozamiento, con lo cual no existe pérdida de carga, entonces la presión en el interior del cilindro durante toda esta carrera se mantiene constante e igual a la atmosférica.
- En el segundo recorrido (2 – 3) el aire es comprimido, este proceso es ADIABÁTICO, de manera que, al realizarse rápidamente, el fluido operante no intercambia calor con el medio exterior, por lo que la transformación puede ser considerada a calor constante.



Fig. 2.6 Diagrama del ciclo teórico de trabajo del motor diesel



Fuente: Los Autores

- Durante el tiempo que dura la inyección (**3 – 4**), el émbolo inicia su descenso con un recorrido a presión constante, debido a que el combustible se quema progresivamente a medida que entra en el cilindro, compensando el aumento de volumen con la aportación de calor Q_1 .
- Seguidamente de la inyección se produce la expansión (**4 – 5**) lo que hace disminuir la presión interna a medida que el cilindro aumenta de volumen. La combustión se produce de forma tan rápida que se puede suponer que el pistón no se ha desplazado, por lo que el volumen durante la transformación se mantiene constante, a este proceso se lo denomina ISÓCORO. El trabajo que se efectúa durante la expansión, se supone que es tan rápido que los gases quemados no tienen tiempo para intercambiar calor con el medio exterior, por lo que se considera que sufren una transformación a calor constante es decir soportan un proceso ADIABÁTICO.
- En el punto 5 se abre la válvula de escape y los gases quemados son evacuados al exterior. El calor residual Q_2 no transformado en trabajo es cedido a la atmósfera. La primera fase de escape es ISÓCORA debido a la



apertura instantánea de la válvula de escape, lo que genera una salida tan brusca de gases del interior del cilindro y una pérdida de calor que permite considerar una transformación a volumen constante. La segunda fase de escape es ISÓBARA, ya que el pistón al desplazarse hacia el PMS provoca la expulsión de gases quemados en el interior del cilindro y se supone que los gases quemados no ofrecen resistencia alguna para salir a la atmósfera, de manera que la presión interior del cilindro se mantiene constante e igual a la atmosférica.

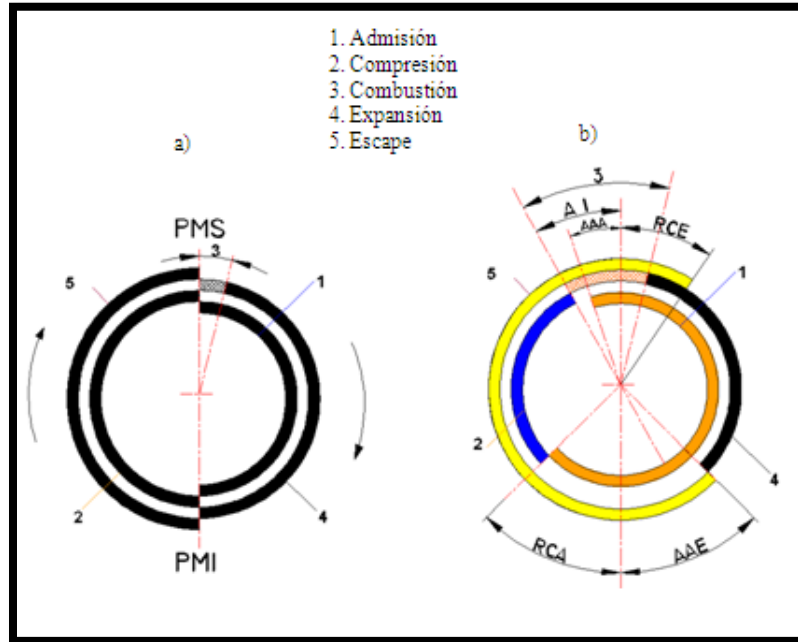
Los demás gases restantes son barridos del cilindro por el émbolo durante su recorrido de escape (2 – 1) llegando al mismo el PMS donde se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión para iniciar un nuevo ciclo.

2.4 CICLO PRÁCTICO DE FUNCIONAMIENTO.

Para motores diesel este ciclo es regulado por medio de las cotas de distribución (fig. 2.7), con el objeto de subsanar los defectos de llenado y evacuado de gases, proporciona un diagrama como se observa en la figura 2.8 que tiene un rendimiento térmico más elevado que el de los motores Otto al ser mayor el grado de compresión.

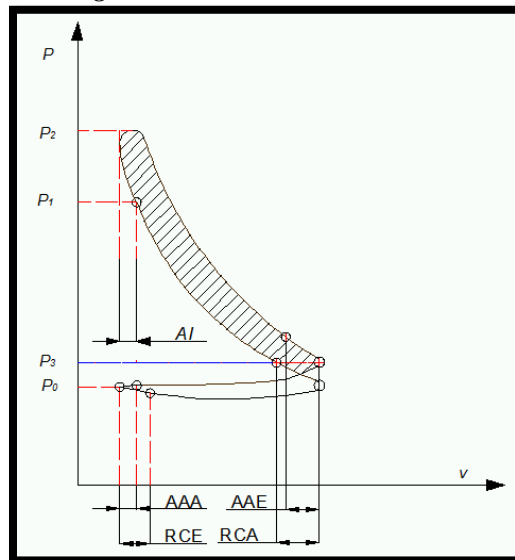


Fig. 2.7 Diagramas de los ciclos real (a) y práctico (b) de trabajo del motor diesel



Fuente: Los Autores

Fig. 2.8 Ciclo MIXTO CORREGIDO



Fuente: Los Autores



2.5 ÓRGANOS DEL MOTOR DIESEL

Son similares, en cuanto a forma, a los del motor de gasolina, si bien las características de los materiales son distintas debido al gran esfuerzo a que se encuentran sometidos.

2.5.1 BLOQUE

En motores multicilíndricos de automóvil, se disponen en el llamado bloque, que sirve de soporte y anclaje al resto de los elementos del motor.

Los bloques se suelen fabricar en aluminio o en fundición de hierro (propia de motores diesel), disponiéndose en el primer caso de un elemento postizo, constituido por una camisa de hierro que constituye el cilindro, puesto que es por donde se desplaza el pistón.

Fig. 2.9 Bloque de cilindros



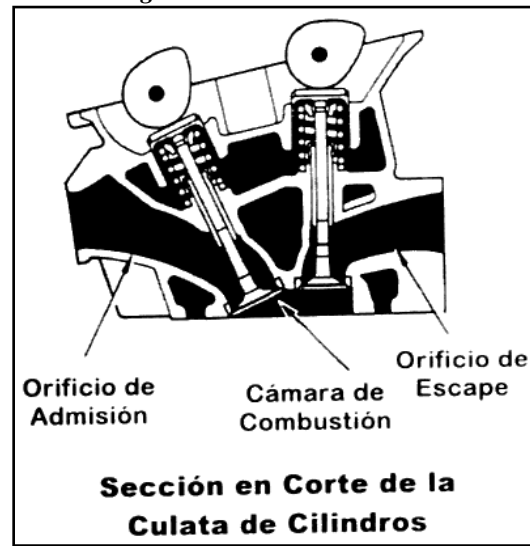
Fuente: <http://www.enerclub.es>

2.5.2 CULATA

Es el elemento más característico del motor de combustión (Fig. 2.10) en su diferencia con el de explosión, ya que la relación de compresión es muy alta en los motores diesel, a su vez deben tener un diseño que facilite la auto-inflamación.



Fig. 2.10 Culata motor diesel



Fuente: www.mecanicavirtual.com

De esta manera es necesario que:

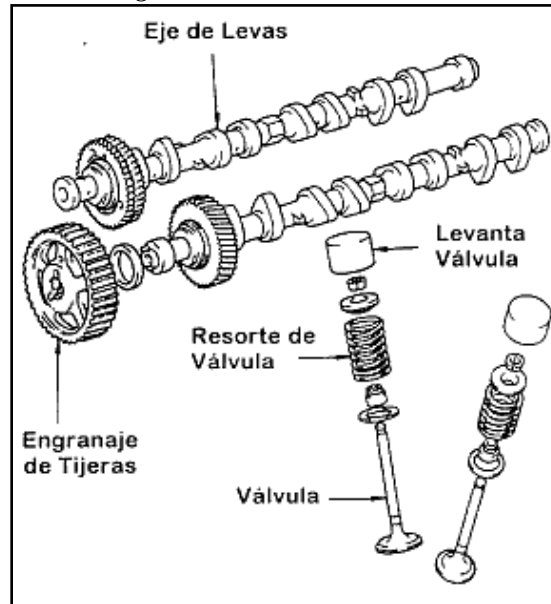
- Las cámaras de combustión sean más pequeñas que en el caso del motor de explosión.
- Las cámaras tengan distintas formas para facilitar la auto-inflamación.
- Los inyectores para la alimentación del combustible en los cilindros están situados en la culata y en determinados puntos para una perfecta combustión.
- Estas culatas suelen ser de aleación ligera, llevando los mismos elementos que las de los motores de explosión (refrigeración, engrase, distribución, etc.).
- Las cámaras pueden ser fabricadas en la misma culata o bien adaptadas posteriormente.
- La unión entre la culata y el bloque de cilindros se realiza con un gran número de tornillos especiales y su correspondiente junta.

2.5.3 VÁLVULAS

Las válvulas (Fig. 2.11) abren y cierran las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. La de admisión suele ser de mayor tamaño que la de escape.



Fig. 2.11 elementos de la culata



Fuente: <http://www.enerclub.es>

La parte de **la cabeza** que está rectificada y finamente esmerilada se llama cara y asienta sobre un inserto alojado en la culata. Este asiento también lleva un rectificado y esmerilado fino.

El rectificado de la cara de la válvula y el asiento se hace a ángulos diferentes para que el contacto entre la cara y el asiento se haga sobre una línea fina, proporcionando un cierre hermético en toda la periferia del asiento. Cuando se desgaste el asiento o la válvula por sus horas de trabajo, este ángulo de interferencia varía y la línea de contacto se hace más gruesa y, por tanto, su cierre es menos hermético.

Las válvulas se cierran por medio de resortes y se abren por empujadores accionados por el árbol de levas. La posición de la leva durante la rotación determina el momento en que ha de abrirse la válvula.

En resumen las válvulas del motor están destinadas para:

- Permitir la entrada del aire y el escape de los gases de la cámara de combustión.
- Sellar la cámara de combustión.

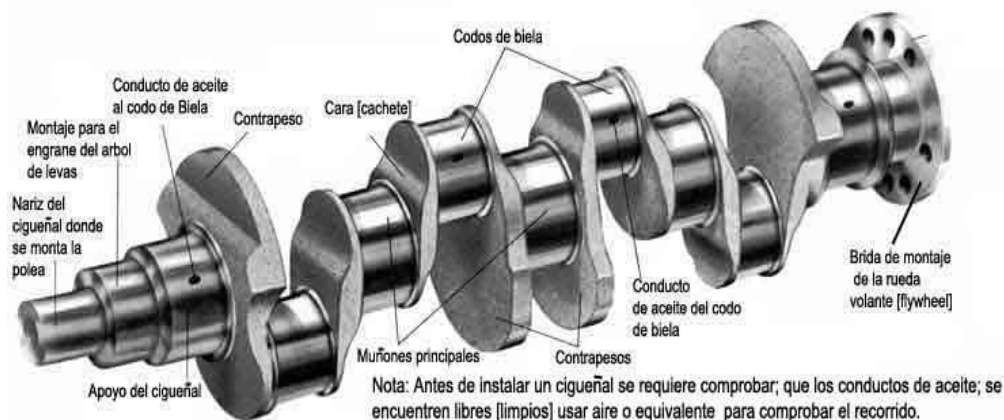


- Transmitir el calor de la combustión al aceite lubricante y al elemento enfriador a través de las guías de los asientos y las paredes de la culata.

2.5.4 CIGÜEÑAL

Los cigüeñales de los motores diesel están forjados más que fundidos, este es un proceso de manufactura más costoso pero es necesario para proporcionar mayor resistencia. Debido a los grandes esfuerzos que recibe, debe asegurarse su rigidez y resistencia, para ello, se aumenta el número de apoyos, teniendo uno entre codo y codo, cinco para 4 cilindros, siete para 6 cilindros (en línea). Se emplea en su fabricación aceros especiales de gran tenacidad.

Fig. 2.12 Cigüeñal



Fuente: www.mecanicavirtual.com

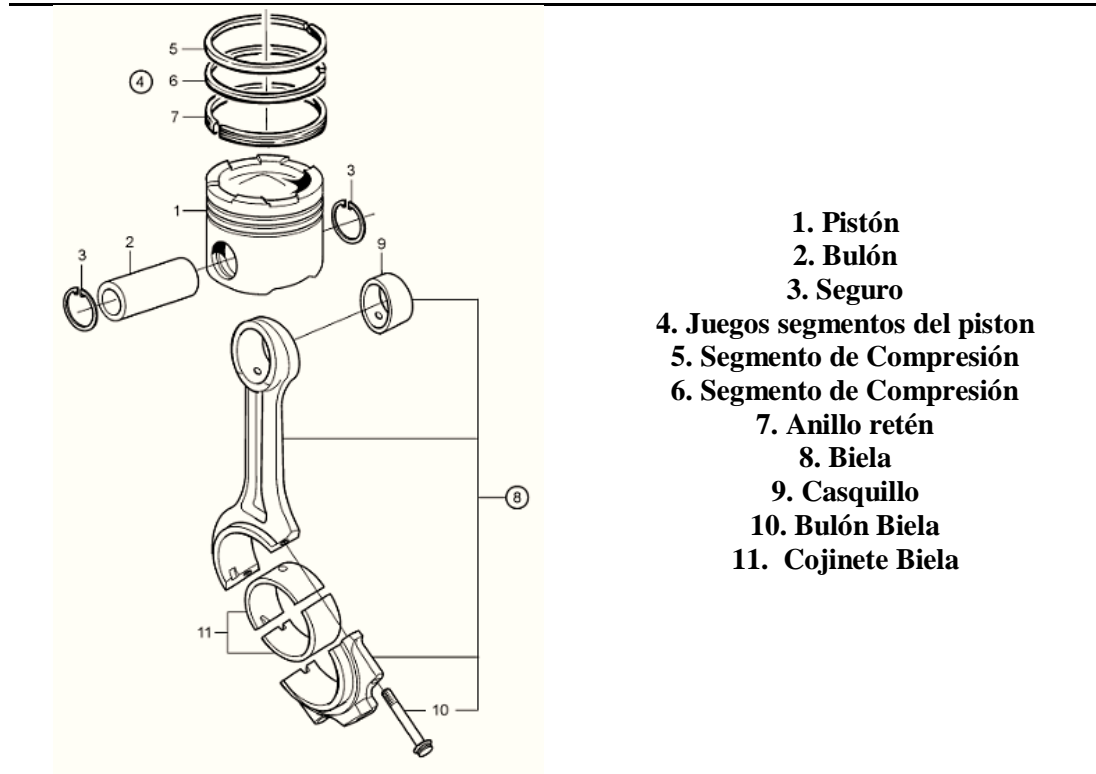
2.5.5 PISTONES

Normalmente son de una aleación de aluminio muy resistente. Son más largos que los del motor de explosión y con mayor número de segmentos de compresión y engrase para asegurar mejor el cierre pistón-cilindro. La cabeza del pistón tiene, a veces, forma especial para formar la cámara de combustión y crear torbellino que mejora la mezcla de aire-combustible, sobre todo llevan algunos unas ligeras hendiduras para que no se tropiecen con las válvulas cuando se encuentre en el P.M.S. Dada la alta compresión con que se trabaja, el sellado o cierre que hagan los anillos debe ser hermético y por ello se



instalan más que en los motores a gasolina. Por lo general se utilizan cuatro anillos de compresión y varios de aceite.

Fig. 2.13 . Pistón y Componentes



Fuente: www.mecanicavirtual.com

2.5.6 BIELAS

Las bielas del motor diesel (Fig. 2.13) son similares a las del motor de explosión, aunque son forjadas y taladradas de la cabeza al pie para proporcionar una buena lubricación al perno del pistón y en algunos casos se utilizan los conductos para proporcionar enfriamiento al pistón.

2.5.7 CÁMARAS DE COMBUSTIÓN

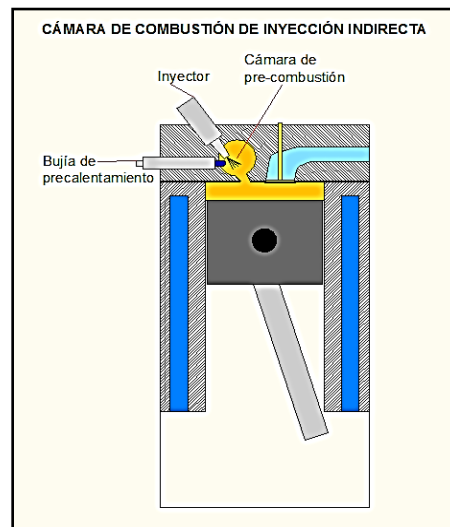
Están diseñadas de manera que proporcionen una efectiva inflamación de todo el combustible que ingresa al cilindro, esto se logra gracias al diseño y a la turbulencia del aire que se provoca en la cámara de combustión. Con una cámara de combustión abierta



el combustible se inyecta directamente a la cámara de combustión. El diseño del pistón causa turbulencia del aire en el cilindro y pueden utilizarse varios diseños para lograr esta acción. Básicamente existen dos tipos de sistemas de inyección para motores diesel aunque existen diferentes variantes; motores de Inyección Directa y de Inyección Indirecta.

Los motores de **inyección indirecta (fig. 2.14)** se pueden clasificar a su vez en motores con cámara de precombustión o antecámara y motores con cámara de turbulencia, en estos motores se hace necesaria una precámara donde se inyecta el combustible y en la cual da inicio la combustión aunque no puede realizarse totalmente por falta de aire. Generalmente el inyector es de un solo orificio encarado con el conducto estrecho que une la antecámara y la cámara principal de combustión que es en donde se termina de realizar la combustión.

Fig. 2.14 Cámara de inyección indirecta



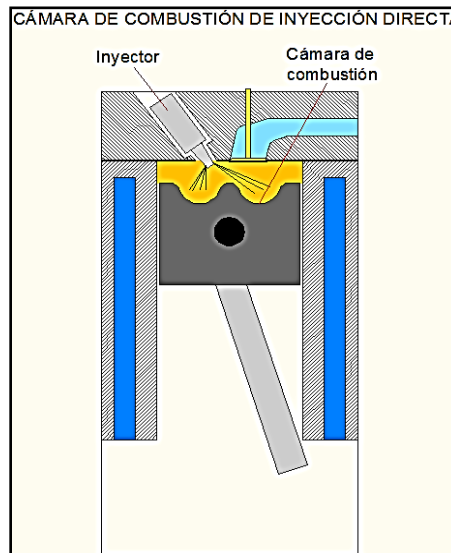
Fuente: Autores

En los motores de **Inyección Directa (fig. 2.15)**, el combustible es inyectado directamente en la cámara de combustión por un inyector de múltiples orificios, operado directamente por un árbol de levas y situado sobre el centro de la cámara de combustión para inyectar el gasóleo o diesel uniformemente. La inyección es controlada por un dispositivo electrónico que consigue la máxima eficiencia del combustible.



Estas características proporcionan al motor la rápida ignición al comienzo de combustión propia de los sistemas de inyección indirecta, así como la combustión a alta presión durante el período principal de propagación, característica de los sistemas de inyección directa.

Fig. 2.15 Cámara de inyección directa



Fuente: Autores

2.6 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO HYUNDAI H 100

Estudios realizados por CUENCAIRE determinaron emisiones de 50 microgramos por centímetro cúbico de aire y algunas partes de la ciudad se registraron 49,38 microgramos. Las emisiones se concentran, básicamente en material particulado proveniente, principalmente del tráfico vehicular (sobre todo a diesel), le sigue dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Dicha contaminación generada, provoca, sobre todo en niños, problemas respiratorios, irritación de la garganta, de los ojos y tos, en cantidades elevadas puede llegar a ser mortal. También se ha encontrado una relación entre la presencia de óxidos de azufre en la atmósfera y el aumento de muertes por enfermedades crónicas, cardiovasculares y respiratorias.



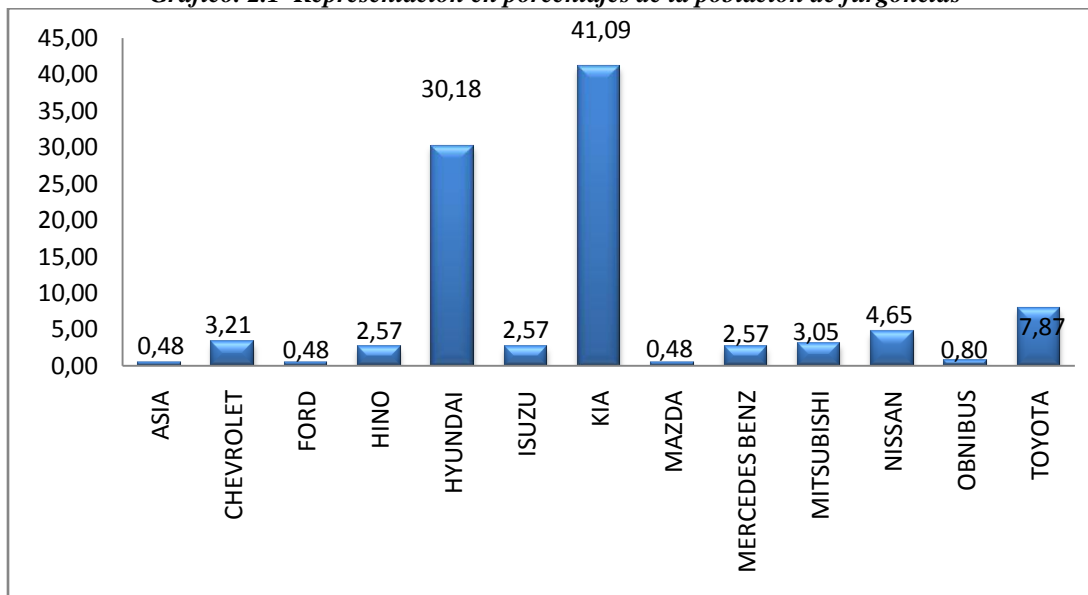
Nuestro campo de investigación está situado en la ciudad de Cuenca, que posee un parque automotor de 7 500 vehículos a diesel aproximadamente, de los cuales el 8,31% se dedican al servicio de transporte escolar, es decir 623 vehículos están legalizados en la Empresa para la Movilidad de Cuenca (EMOV), de las cuales 188 son de marca HYUNDAI H100, lo que representa el 30% de población de furgonetas escolares, lo que queda evidenciado en la tabla y gráfico a continuación presentados.

Tabla 2.1. Población total de furgonetas que circulan en la ciudad de Cuenca.

MARCA	CANTIDAD	SUSPENDIDOS	VIGENTES	PORCENTAJE (%)
ASIA	8	5	3	0,48
CHEVROLET	21	1	20	3,21
FORD	4	1	3	0,48
HINO	18	2	16	2,57
HYUNDAI	190	2	188	30,18
ISUZU	19	3	16	2,57
KIA	263	7	256	41,09
MAZDA	3	0	3	0,48
MERCEDES BENZ	16	0	16	2,57
MITSUBISHI	20	1	19	3,05
NISSAN	33	4	29	4,65
OBNIBUS	6	1	5	0,80
TOYOTA	52	3	49	7,87
TOTAL GENERAL	653	30	623	100,00

*Fuente: Unidad Municipal de Tránsito y Transporte Terrestre
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Gráfico. 2.1 Representación en porcentajes de la población de furgonetas



*Fuente: Unidad Municipal de Tránsito y Transporte Terrestre
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



El vehículo que se utilizó en el presente proyecto está dedicado a prestar el servicio de transporte escolar en la ciudad de Cuenca, realizando la misma ruta de lunes a viernes con un recorrido aproximado de 600km semanales, lo que nos permite realizar un seguimiento adecuado y constante.

Fig.2.16. Vehículo a ser utilizado en el estudio



Fuente: Los Autores

Tabla 2.2. Especificaciones técnicas HYUNDAI H100

Fabricante	Hyundai
Modelo	H100 2.6iD
Año de fabricación	2004
Categoría	Van
Motor	2607 cc (158.28 pulgadas cúbicas)
Tipo de motor	En línea, 4-cyl
Válvulas por cilindro	2
Potencia máxima	85,57.7 PS (63,68 kW or 85,57 HP) a 4000
Torque máximo	167.00 Nm (16,92 kgf-m or 122,58 ft.lbs) a 2200 R.P.M
Diámetro pistón x longitud movimiento	91.1 x 100.0 mm (3,58 x 3.9 pulgadas)
Compresión	22,4:1
Combustible	Diesel
Transmisión	Manual, 5-velocidades
Relación potencia/peso	0.0584 PS/kg
Tracción	Trasera
Llantas frontales	185/80-R14
Llantas traseras	185/80-R14



Perímetro de giro	10 m (391,73 pulgadas)
Peso del vehículo	1490 kg (3268,48 libras)
Capacidad de remolque	1490 kg (3268,48 libras)
Longitud del vehículo	4760 mm (186,46 pulgadas)
Ancho del vehículo	1940 mm (76,02 pulgadas)
Altura del vehículo	1700 mm (66,57 pulgadas)
Distancia entre ejes	2450 mm (96,02 pulgadas)
Tipo de frenos delanteros	Discos Ventilados
Tipo de frenos traseros:	Tambores
Coefficiente de arrastre aerodinámico	0.5
Rendimiento del combustible mixto:	11.1 litros/100 km (21,04 millas por galón)
Capacidad máxima del tanque de combustible	55.0 litros (14,46 galones)

*Fuente: Manual del propietario
Autores: Alexander Condor, Fabián Narváez*

2.7 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

De manera general en un motor diesel el sistema de inyección es el encargado de dosificar y dar presión al combustible para que llegue a los cilindros en la mejor situación para ser pulverizado dentro del cilindro.

El sistema, de nuestro vehículo de estudio, posee una bomba de inyección (Fig. 2.17) capaz de dosificar y elevar la presión a los valores necesarios para la inyección y en el momento preciso del combustible, gira arrastrada por el motor a través de un acoplamiento (Fig. 2.35). Unas cañerías de alta presión llevan el combustible hasta los inyectores, que son los encargados de producir la pulverización dentro del cilindro.



Fig. 2.17 Bomba de inyección Doowon



MARCA	DOOWON
MODELO	B 38617A0670
NÚMERO DE SERIE	KP – VE4/10F2100RNP1882
LICENCIA ZEXEL N°	6288
BOMBA N°	104780 – 4190

Fuente: Autores

Este sistema de combustible diesel está compuesto por dos circuitos:

1.- Circuito de baja presión:

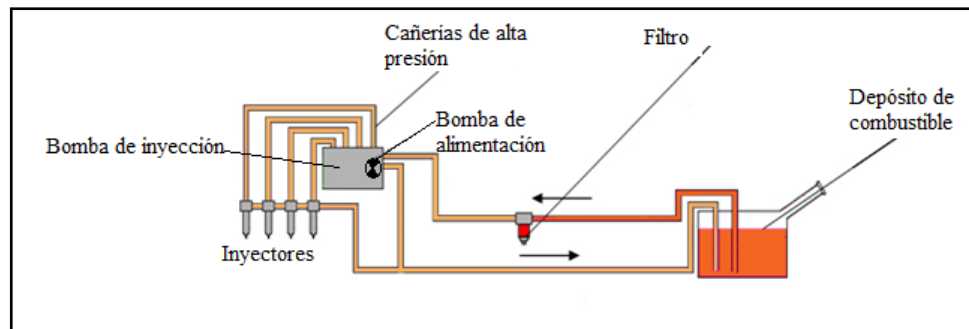
- Depósito de combustible.
- Bomba de alimentación.
- Filtro.



2.- Circuito de alta presión:

- Bomba inyectora.
- Inyectores.
- Cañerías de alta presión

Fig. 2.18 Diagrama del sistema de combustible



Fuente: www.mecanicavirtual.com

2.7.1 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

El depósito de combustible está provisto de una boca de llenado con un tamiz que impide la entrada de grandes impurezas junto con el combustible. Contiene además el tubo de aspiración del combustible que está provisto a su vez de un prefiltro y otro de retomo, de un pequeño pozo de decantación y de un tapón con un orificio de ventilación u otro dispositivo que pueda contener también un 1 tapón de vaciado.



Fig. 2.19 Tanque de combustible



Fuente: Los Autores

2.7.2 LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN

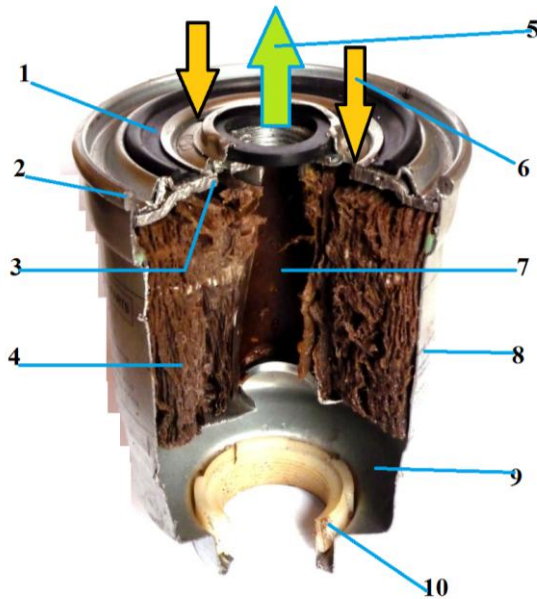
En nuestro vehículo, así como en la mayoría de los actuales, el depósito de combustible está situado en un plano inferior al de la bomba de inyección, hecho que hace necesario disponer de una bomba de alimentación de paletas, que la revisaremos más adelante, (Fig. 2.31) (ubicada en el interior de la bomba principal) para aspirar el combustible y almacenarlo a presión (entre 1 y 2 kg/cm²) en el interior de la bomba a un caudal suficiente para cualquier condición de trabajo del motor.

2.7.3 FILTRO DE COMBUSTIBLE

El filtro original (fig. 2.20) N° 31973 – 4400 garantiza un buen filtrado de combustible para un óptimo funcionamiento de nuestro motor diesel.



Fig. 2.20 Filtro de combustible seccionado



-
- 1- Junta
 - 2- Rebordeado doble
 - 3- Tapa del filtro de chapa de acero galvanizada
 - 4- Elemento Filtrante
 - 5- Salida de combustible
 - 6- Entrada de combustible
 - 7- Tubo de apoyo
 - 8- Cuerpo de filtro estable a la presión en acero galvanizado
 - 9- Cámara acumuladora de agua.
 - 10- Anillo de plástico roscado
-

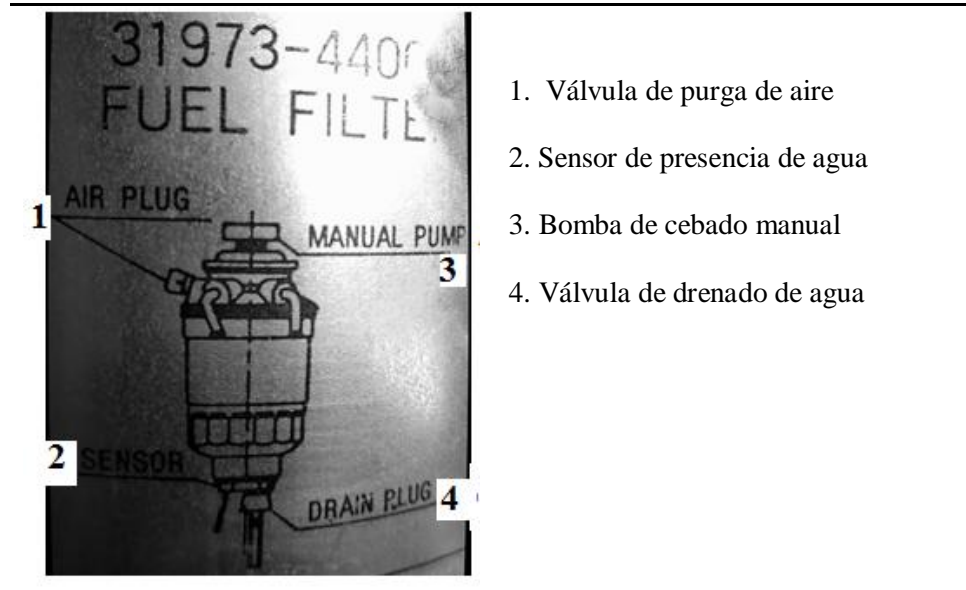
Fuente: Los Autores

Debemos tener cuidado con las tolerancias entre los elementos móviles ya que en las bombas de inyección y los propios inyectores llegan a ser del orden de 3 milésimas de milímetro y que sus superficies lisas deben asegurar la estanqueidad, comprenderemos que partículas pueden provocar depósitos, erosiones y en definitiva deterioraciones capaces de perjudicar sensiblemente al equipo de inyección y consecuentemente al buen funcionamiento del motor.

Es así entonces que, lo más recomendable es utilizar filtros originales que garanticen un combustible limpio, con lo cual obtendremos un buen desempeño del motor además de que estaremos alargando la vida útil del sistema de combustible.



Fig. 2.21 Filtro de combustible ensamblado



Fuente: Autores

2.7.4 BOMBAS DE INYECCIÓN ROTATIVA TIPO VE

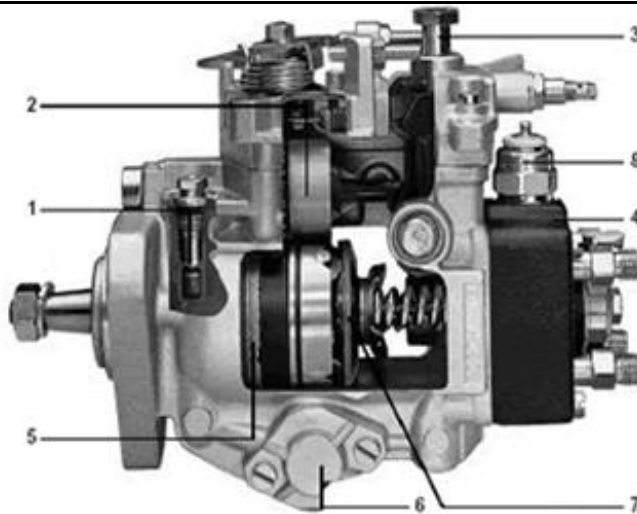
Como se vio anteriormente, en el tiempo de combustión del ciclo de un motor diesel, el combustible se inyecta en el aire comprimido y caliente a una fuerte presión (de 150 a 300 kg/cm²) y a una cantidad apropiada.

Todo ello se consigue con el equipo de inyección que lo revisaremos a continuación, compuesto de una bomba y de un inyector por cada cilindro, que distribuye, dosifica, da presión y envía el gasoil pulverizado a los cilindros.

Este tipo de bomba (Fig. 2.22) conserva el principio de funcionamiento de carrera de pistón constante, alimenta varios cilindros en un único elemento de presurización del combustible, utilizando para ello un distribuidor rotativo que incorpora en sí misma la bomba de alimentación de combustible.



Fig. 2.22 Componentes bomba inyección rotativa



Componentes de una bomba VE:

- 1.- Válvula reguladora de presión
- 2.- Grupo regulador del caudal de combustible
- 3.- Estrangulador de rebose (retorno a depósito).
- 4.- Cabezal hidráulico y bomba de alta presión.
- 5.- Bomba de alimentación de aletas.
- 6.- Variador de avance a la inyección.
- 7.- Disco de levas.
- 8.- Válvula electromagnética de parada.

Fuente: www.mecanicavirtual.com

La lumbrera de distribución asegura el reparto, entre las diferentes salidas correspondientes al número de cilindros del motor, del combustible alimentado por el émbolo de la bomba.

2.7.4.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LA BOMBA

El eje de accionamiento de la bomba va alojado en el cuerpo de ésta. Sobre él va dispuesta la **bomba de alimentación de aletas** (Fig. 2.31). Detrás del eje se encuentra el **anillo de rodillos**, que no es solidario con el **eje de accionamiento** aunque se encuentra alojado, así mismo, en el cuerpo de la bomba.



Por medio del **disco de levas** que se apoya sobre los rodillos del anillo y es accionado por el eje, se consigue un movimiento simultáneamente rotativo y longitudinal, que se transmite al **émbolo distribuidor**, el cual es guiado por la **cabeza hidráulica**, solidaria del cuerpo de la bomba.

En este van fijados, el **dispositivo eléctrico de parada** mediante corte de la alimentación de combustible, el tapón roscado con **tornillo de purga** y las válvulas de impulsión con los correspondientes racores.

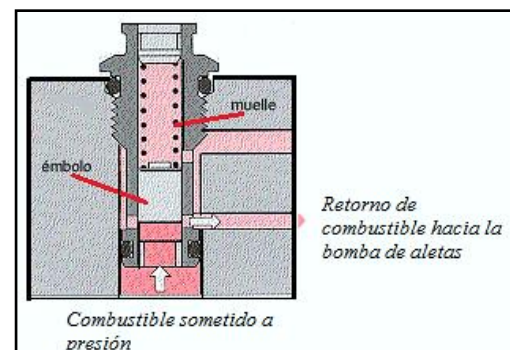
El grupo regulador es movido por el accionamiento correspondiente solidario del eje conductor, a través de una **rueda dentada**. El grupo regulador **va equipado con pesos centrífugos y el manguito regulador**.

El mecanismo regulador, compuesto por las palancas de ajuste, de arranque y tensora, va alojado en el cuerpo y es giratorio. Sirve para modificar la posición de la **corredera de regulación del émbolo de bomba**. En la parte superior del mecanismo regulador actúa el **resorte de regulación**, unido a la palanca de control a través del eje de esta. El eje va alojado en la tapa del regulador, mediante lo cual y a través de la palanca de control se actúa sobre el funcionamiento de la bomba.

La tapa del regulador cierra por arriba la bomba de inyección. En el regulador van dispuestos, además, el tornillo de ajuste del caudal de plena carga, el estrangulador de rebose y el tornillo de ajuste de régimen.

2.7.4.1.1 VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN

Está situada cerca de la bomba de alimentación de aletas. Esta válvula (Fig. 2.21) puede variar la presión en el interior de la bomba de inyección según el caudal de combustible que se alimente. Si la presión de combustible excede un determinado valor, el



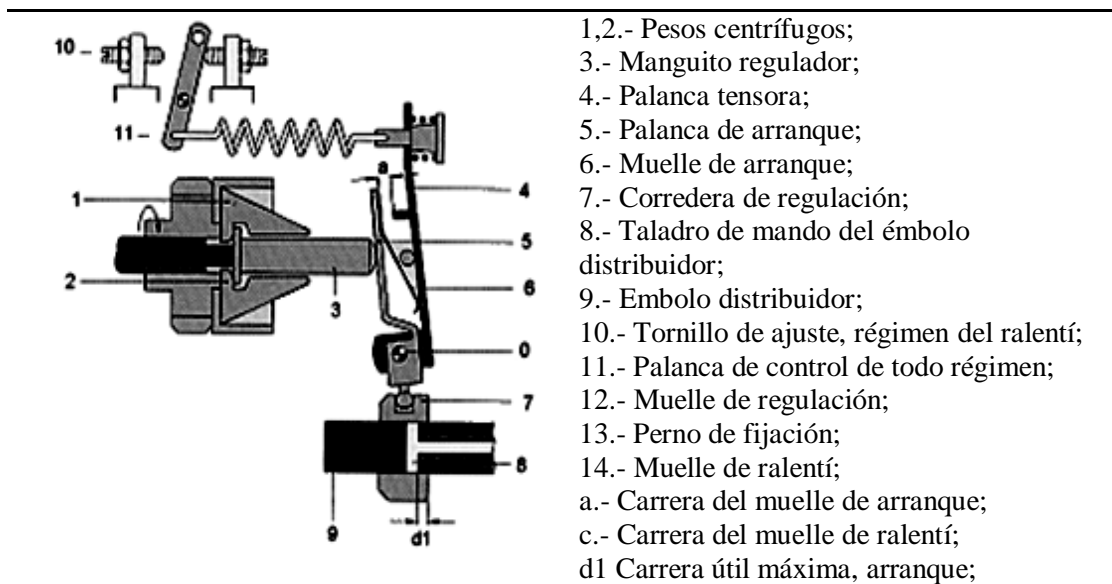


émbolo de la válvula abre el taladro de retorno, de forma que el combustible pueda retornar a la entrada de la bomba de alimentación de aletas. La presión de apertura de la válvula la determina la tensión previa del muelle de compresión.

2.7.4.1.2 GRUPO REGULADOR DEL CAUDAL DE COMBUSTIBLE

El comportamiento de los vehículos diesel es satisfactorio cuando el motor responde a cualquier movimiento del acelerador. Al ponerlo en marcha, no debe tender a pararse de nuevo. Cuando se varía la posición del pedal del acelerador, el vehículo debe acelerar o retener sin tirones. A idéntica posición del acelerador y con pendiente constante de la calzada, la velocidad de marcha debe mantenerse asimismo constante. Al dejar de pisar el acelerador, el motor debe retener el vehículo. En el motor diesel, estas funciones están encomendadas al regulador de régimen (Fig. 2.24) o también llamado regulador de la dosificación de combustible.

Fig. 2.24 regulador de régimen y componentes



Fuente: www.automecanica.com



FUNCIONES DEL REGULADOR

- **Regulador del ralentí:**

El motor diesel no funciona con un régimen de ralentí inferior al prefijado, si dicho régimen ha sido regulado.

- **Regulación del régimen máximo:**

En caso de bajada de régimen máximo de plena carga está limitado al de ralentí superior. El regulador considera esta situación y retrae la corredera de regulación hacia la dirección de parada. El motor recibe menos combustible.

- **Regulación de regímenes intermedios:**

Esta función corre a cargo del regulador de todo régimen. Con este tipo de regulador también se pueden mantener constantes, dentro de determinados límites, los regímenes comprendidos entre el de ralentí y el máximo.

Además de sus funciones propias, al regulador se le exigen funciones de control:

- Liberación o bloqueo de un caudal mayor de combustible necesario para el arranque.
- Variación del caudal de plena carga en función del régimen (corrección).

2.7.4.1.3 ESTRANGULADOR DE REBOSE (RETORNO A DEPOSITO).

Este elemento va roscado en la parte superior de la bomba de inyección. Permite el retorno de un caudal variable de combustible al depósito, a través de un pequeño orificio (diámetro 0.6mm.). El taladro ofrece una resistencia a la salida de combustible, por lo que se mantiene la presión en el interior de la bomba.

Como en el recinto interior de la bomba se necesita una presión de combustible exactamente definida de acuerdo con el régimen, el estrangulador de rebose y la válvula reguladora de presión están

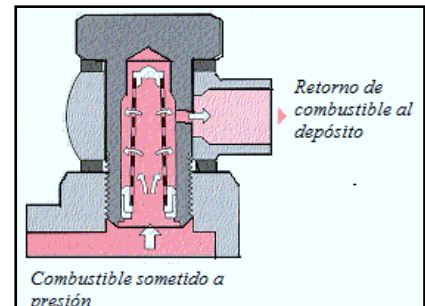


Fig. 2.25 Estrangulador de rebose

Fuente: www.automecanica.com



coordinados entre sí en lo que al funcionamiento se refiere.

2.7.4.1.4 CABEZAL HIDRÁULICO Y BOMBA DE ALTA PRESIÓN.

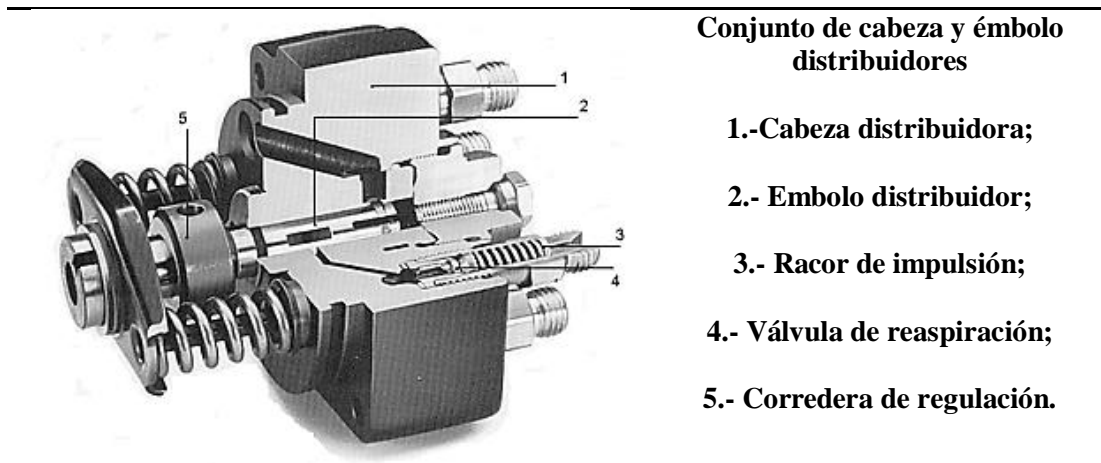
El cabezal hidráulico (Fig. 2.26) es el elemento que contiene los conductos de carga y de distribución del combustible.

Antes de llegar el combustible al inyector, se aloja a la salida de la bomba la válvula de reaspiración que:

- Hace más precisos los principios y finales de la inyección
- Evita los defectos de reducción de caudal en circuito de alta presión del cabezal hidráulico

La alta presión es generada por un émbolo de bombeo (Fig. 2.27) que dosifica y distribuye el combustible a los cilindros.

Fig. 2.26 Cabezal hidráulico y componentes

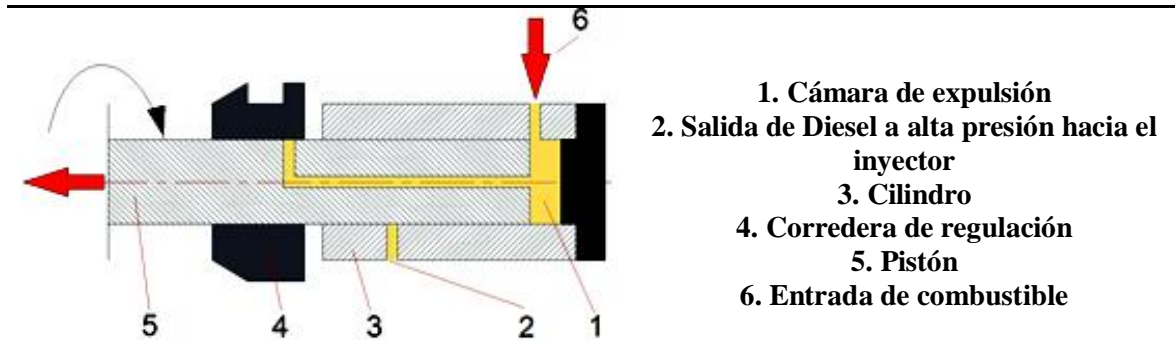


Fuente: www.mecanicavirtual.org

En la figura anterior se ve el dispositivo de bombeo de alta presión. El pistón retrocede hacia el PMI llenándose la cámara de expulsión de combustible.



Fig. 2.27. Elemento de bombeo de alta presión

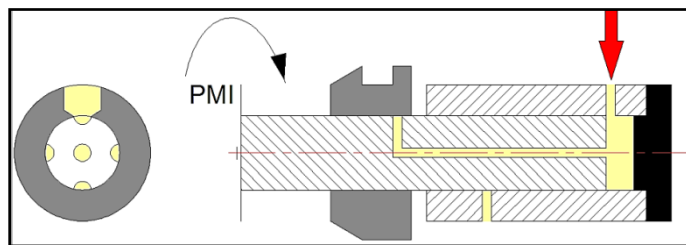


Fuente: Autores

FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO:

1. Cuando el pistón se desplaza hacia el PMI (Fig. 2.28), se llena la cámara de expulsión de gas-oil, procedente del interior de la bomba de inyección.
2. Cuando el pistón inicia el movimiento axial hacia el PMS (Fig. 2.29), lo primero que hace es cerrar la lumbrera de alimentación, y empieza a comprimir el combustible que esta en la cámara de expulsión, aumentando la presión hasta que el pistón en su movimiento rotativo encuentre una lumbrera de salida.

Fig. 2.28 Elemento de generación de presión (Llenado de la cámara de expulsión)

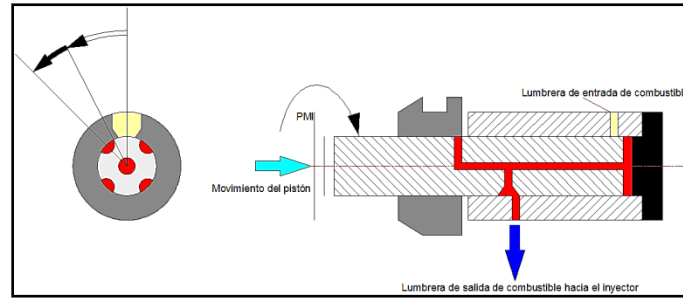


Fuente: Los Autores

El pistón se desplaza hacia el PMS comprimiendo el gas-oil de la cámara de expulsión y lo distribuye a uno de los inyectores.



Fig.2.29 Elemento de generación de presión (inicio de compresión del combustible)



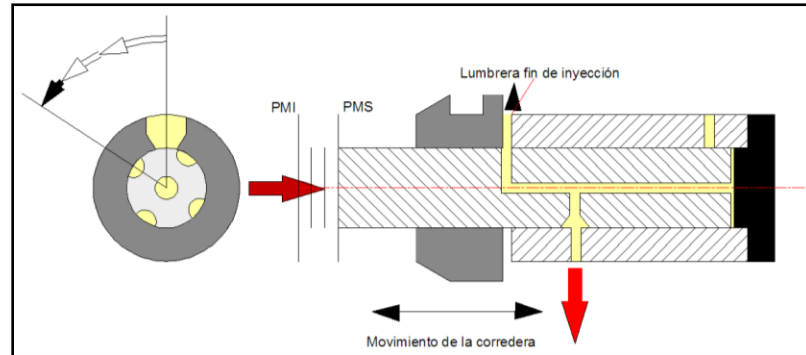
Fuente: Autores

Dirigiendo el combustible a alta presión hacia uno de los inyectores, antes tendrá que haber vencido la fuerza del muelle que empuja la válvula de reaspiración. El pistón sigue mandando combustible al inyector, por lo que aumenta notablemente la presión en el inyector, hasta que esta presión sea tan fuerte que venza la resistencia del muelle del inyector. Se produce la inyección en el cilindro y esta durara hasta que el pistón en su carrera hacia el PMS no vea liberado el orificio de fin de inyección por parte de la corredera de regulación.

Cuando llega el fin de inyección hay una caída brusca de presión en la cámara de expulsión, lo que provoca el cierre de la válvula de reaspiración empujada por un muelle. El cierre de esta válvula realiza una reaspiración de un determinado volumen dentro de la canalización que alimenta al inyector, lo que da lugar a una expansión rápida del combustible provocando en consecuencia el cierre brusco del inyector para que no gotee. En la figura 2.30 se observa el proceso el final de la inyección, debido a que la corredera de regulación libera la canalización interna del pistón a través de la lumbrera de fin de inyección.



Fig. 2.30 Elemento de generación de presión (fin de compresión del combustible)



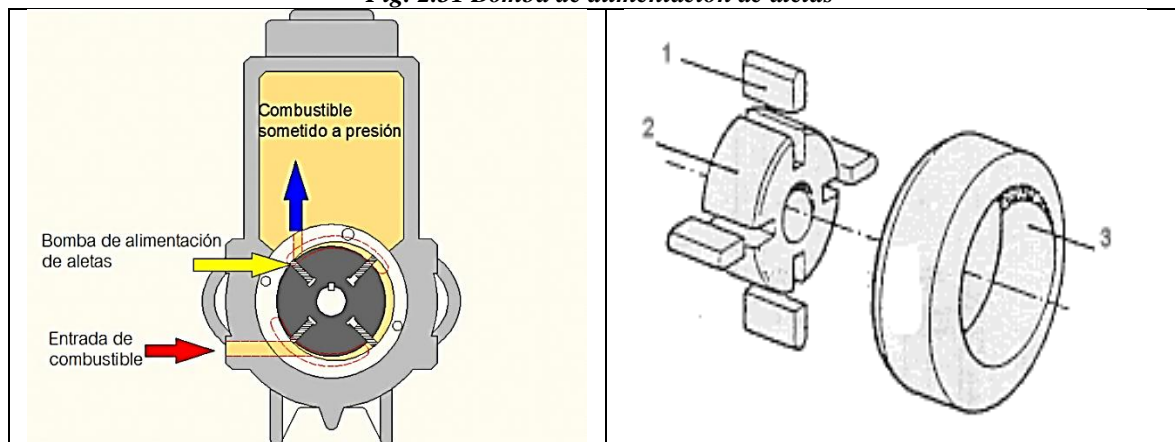
Fuente: Autores

La corredera de regulación cuanto mas a la derecha este posicionada, mayor será el caudal de inyección.

2.7.4.1.5 BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE ALETAS.

En el extremo del eje impulsor de la bomba de inyección está la bomba de transferencia de combustible de tipo paleta y desplazamiento positivo (Fig. 2.31). Esta se utiliza para llevar el combustible del tanque y enviar combustible presurizado al pistón del distribuidor y al mecanismo de avance de la inyección. El combustible sobrante se utiliza para enfriar y lubricar la bomba de inyección.

Fig. 2.31 Bomba de alimentación de aletas



Fuente: www.mecanicavirtual.com



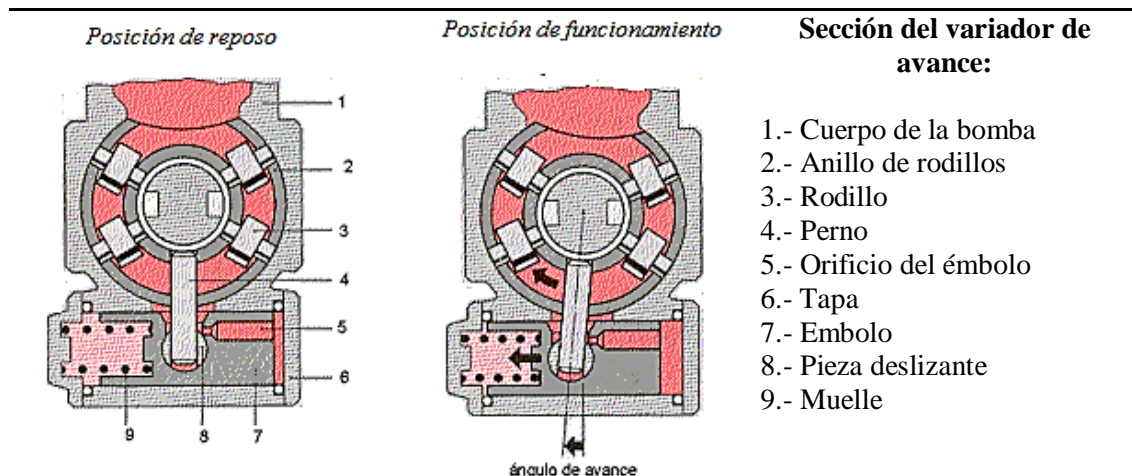
El diámetro interno del cárter de la bomba de transferencia es excéntrico en relación con el centro del rotor. Donde aumenta el volumen es en el lado de succión. Donde se reduce el volumen es en el lado presurizado.

2.7.4.1.6 VARIADOR DE AVANCE A LA INYECCIÓN.

Este dispositivo (fig. 2.32) de la bomba rotativa de inyección permite adelantar el comienzo de la alimentación en relación con la posición del cigüeñal del motor y de acuerdo con el régimen, para compensar los retardos de inyección e inflamación.

El variador de avance por control hidráulico va montado en la parte inferior del cuerpo de la bomba rotativa de inyección, perpendicular a su eje longitudinal. El émbolo del variador de avance es guiado por el cuerpo de la bomba que va cerrado por tapas a ambos lados. En el émbolo hay un orificio que posibilita la entrada de combustible, mientras que en lado contrario va dispuesto un muelle de compresión. El émbolo va unido al anillo de rodillos mediante un una pieza deslizante y un perno.

Fig. 2.32 Variador de avance y componentes



Fuente: www.automecanic.org



2.7.4.1.7 DISCO DE LEVAS.

Además de la función motriz del eje de accionamiento, el disco de levas (Fig. 2.33) influye sobre la presión de inyección y sobre la duración de esta. Los criterios determinantes a este respecto son la carrera y la velocidad de elevación de la leva.

Según la forma de la cámara de combustión y el método de combustión de los distintos tipos de motor, las condiciones de inyección deberán producirse de forma individualmente coordinada. Por esta razón, para cada tipo de motor se calcula una pista especial de levas que luego se coloca sobre la cara frontal del disco de levas. El disco así configurado se monta acto seguido en la correspondiente bomba de inyección.

Fig. 2.33 Disco de levas



Fuente: <http://www.vepump.cn/CZZ.htm>

2.7.4.1.8 VÁLVULA ELECTROMAGNÉTICA DE PARADA.

La parada del motor diesel se efectúa interrumpiendo la entrada de combustible. Debido a su principio de funcionamiento (autoinflamación), el motor diesel solo puede pararse cortando la alimentación de combustible. La bomba rotativa de inyección se puede equipar opcionalmente con un dispositivo de parada mecánico o eléctrico.

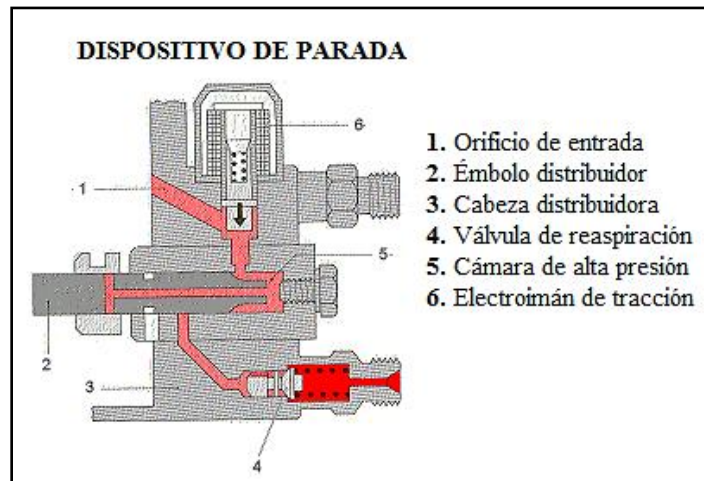
Este dispositivo (Fig. 2.34) se activa con la llave de contacto. La válvula electromagnética de corte de alimentación de combustible va montada en la parte



superior de la cabeza distribuidora de la bomba de inyección. Cuando está conectada, el electroimán mantiene abierto el orificio de entrada al recinto de alta presión. Al quitar el contacto mediante el interruptor correspondiente, la bobina del electroimán queda sin corriente.

El campo magnético se anula y el muelle presiona el inducido contra el asiento de la válvula, con lo que se obtura el orificio de llegada a la cámara de alta presión y el émbolo distribuidor deja de alimentar combustible. Existen diversas posibilidades de realizar el circuito eléctrico de corte (electroimán de tracción o de empuje).

Fig. 2.34 Dispositivo de parada

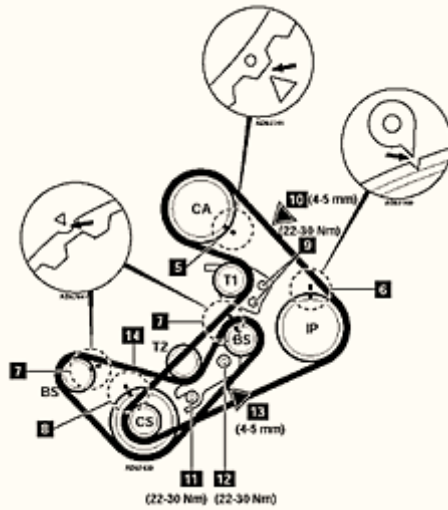


Fuente: www.mecanicavirtual.org

2.7.4.2 ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA

En los motores de 4 tiempos, la velocidad de rotación de la bomba es la mitad de la del cigüeñal del motor diesel y la misma velocidad que la del árbol de levas. El accionamiento de las bombas es forzado y, además se realiza, de forma que el eje conductor de la bomba gira en perfecto sincronismo con el movimiento del pistón del motor. Este movimiento sincrónico se consigue mediante correa dentada, piñón de acoplamiento, rueda dentada o cadena.

Fig. 2.35 . Ubicación de la bomba de Inyección en el vehículo Hyundai H100



CA: Árbol de levas

IP: Bomba de inyección

CS: Cigüeñal

BS y T1: Tensores de la correa de distribución.

Fuente: AUTODATA HYUNDAI H100

El orden de inyección depende, por tanto, del sentido de rotación, pero las salidas inyectan siempre el combustible según el orden geométrico de disposición. Para evitar confusiones con la designación de los cilindros del motor, las salidas de la bomba se designan con A, B, C, etc.

2.8. INYECTORES

Su misión es la de introducir el carburante a gran presión en el interior de las cámaras de combustión del motor. Están unidos a través de un tubo metálico a los porta-inyectores, que mediante unas bridas van unidos a la culata. En nuestro vehículo existen 4 inyectores, uno por cilindro.

La parte que asoma al cilindro termina en un orificio calibrado, que es cerrado por una válvula cónica por la acción de un resorte.

El gasoil que entra en el inyector enviado a presión por la bomba, llega a la punta del inyector venciendo la resistencia de la válvula, a la que abre, y penetra en el cilindro. Cuando cesa la presión en la tubería de llegada la válvula cónica cierra la comunicación al cilindro.



Existen dos tipos principales de inyectores:

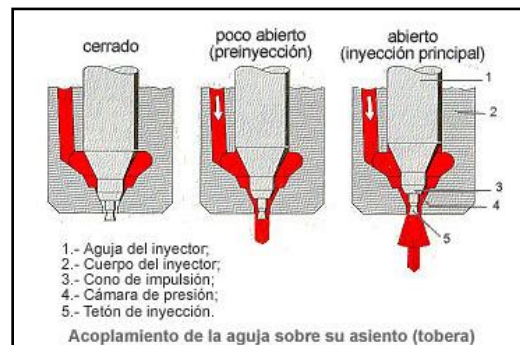
- De espiga o tetón
- De orificio

El inyector que posee nuestro sistema es el de tipo espiga (Fig. 2.36), tiene la válvula terminando en forma de espiga que sale y entra en el orificio de paso del gasoil al cilindro, siendo difícil que se tapone. El cierre se efectúa por la parte cónica que lleva por encima de la espiga o tetón.

Es empleado particularmente en motores de combustión separada o cámara auxiliar y en general en todos los que el aire comprimido tiene una gran turbulencia.

La presión de inyección oscila entre 60 y 150 atmósferas.

Fig. 2.36 Inyector de Tetón o espiga



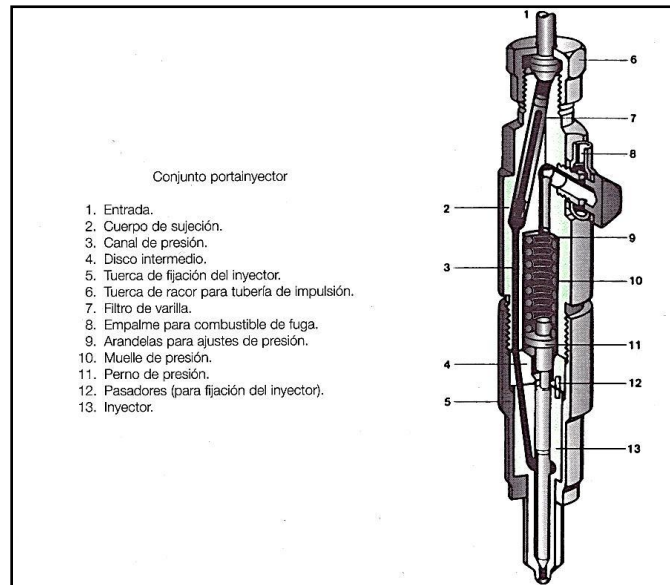
Fuente: www.mecanicavirtual.com

Cualquiera de los inyectores consta de dos partes: el porta-inyector (Fig. 2.37) y el inyector propiamente dicho.

El porta-inyector sirve de soporte al inyector, el cual va roscado en su interior. El gasoil penetra en un tubo por el que desciende hasta la cámara que hay alrededor de la válvula del inyector.



Fig. 2.37 Porta-Inyector



Fuente: Manual del automóvil

El inyector es la pieza principal y más delicada, debiendo vigilarse con frecuencia manteniéndola limpia y debidamente calibrado.

El aire que entra en los cilindros debe estar perfectamente filtrado para no dañar a las camisas ni obstruir a los inyectores. Para el filtrado del aire se coloca a la entrada de la tubería de admisión un filtro. Su mantenimiento es más frecuente que los empleados en los motores de gasolina, debido a que el motor de gasoil consume mayor cantidad de aire (alrededor de 1 litro de combustible por 13.000 litros de aire); al tener que filtrar mayor cantidad de aire sus dimensiones también son mayores.



CAPITULO III

PRUEBAS

En los capítulos anteriores, hemos analizado los elementos necesarios para llevar a cabo este estudio, en el presente capítulo detallamos las pruebas realizadas y la manera en la que fueron desarrolladas, así como los resultados de las mismas.

3.1 GENERALIDADES

Las pruebas de medición de potencia de motor, de consumo de combustible y de índices de opacidad, se realizaron en la Ciudad de Cuenca, ubicada en el callejón interandino, con una temperatura ambiente promedio de 15°C a una altura de 2353 metros sobre el nivel del mar.

Para medir de potencia del motor y los índices de opacidad, utilizamos el Banco de Potencia LS3000 (Fig. 3.1), de propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana en su división de Ingeniería Mecánica Automotriz.

Fig. 3.1 Banco de Potencia LS3000



Fuente: Los autores



En la siguiente tabla detallamos las principales características de dicho banco así como sus componentes y la función que cada elemento realiza.

Tabla 3.1. Banco de Potencia LS3000

ELEMENTO	NOMBRE	FUNCION
 	JUEGO DE RODILLOS	Encargado de servir de soporte, para la realización de las pruebas. Sobre los rodillos se asentarán las ruedas sobre las cuales el motor ejerza tracción. Para nuestro caso la tracción se aplica sobre las ruedas traseras.



PUPITRE DE COMUNICACIÓN

Es el encargado de mostrar la información que se obtenga, en nuestro caso, información que proporcione, tanto en los rodillos como en el opacímetro.



CAJA CONECTORES PARA SENSORES

Es la encargada de servir como caja de interfaces, para que los datos provenientes del banco y del opacímetro, sean transmitidos hasta el pupitre de comunicaciones y mostrados en la pantalla.



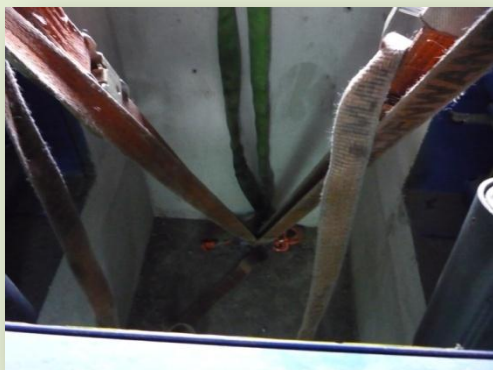
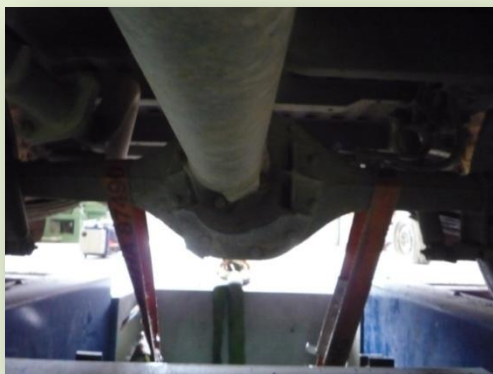
OPACIMETRO MDO2

Es el encargado de medir los índices de opacidad.



Son las encargadas de evitar que por cualquier motivo el vehículo salga de los rodillos.

CORREAS DE SUJECION

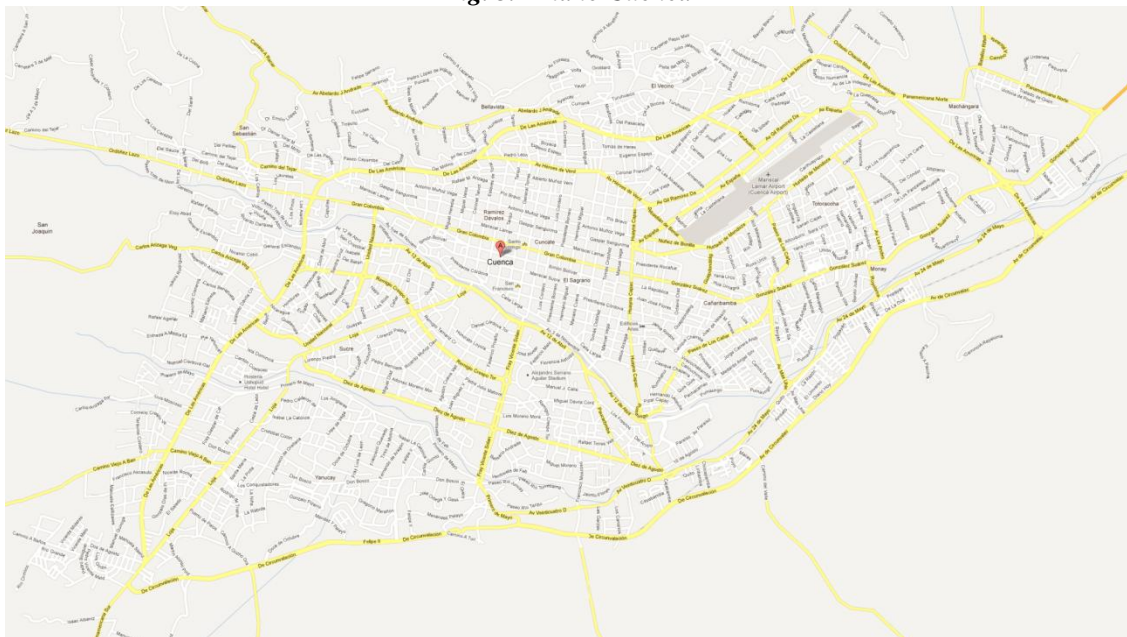


*Fuente: Universidad Politécnica Salesiana
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Para determinar el consumo de combustible, se trazó una ruta (Fig. 3.2) que recorre la ciudad de Cuenca, la misma que incluye pendientes en condiciones normales de manejo, con una distancia de 120km., esta ruta es la que habitualmente realiza el vehículo utilizado para el estudio cuando presta sus servicios como transporte escolar.

Fig. 3.2 Plano Cuenca



Fuente: <http://maps.google.com/>

Las pruebas que se relacionan con las propiedades físico – químicas del combustible, por cuestiones de logística, fueron realizadas en dos sitios diferentes. Dichas pruebas se realizaron de acuerdo a normas INEN vigentes para el Control de Calidad de Combustibles. En la tabla 3.2 se muestran los lugares en donde fueron realizadas dichas pruebas y los parámetros a revisar.



Tabla 3.2 Lugares para análisis de características físico – químicas.

CIUDAD	LUGAR	PARAMETRO
GUAYAQUIL	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.	Agua y sedimentos.
	INSTITUTO DE CIENCIAS QUIMICAS Y AMBIENTALES - ICQA	Densidad API.
		Carbón residual.
	LABORATORIO DE SERVICIOS	Índice de cetano calculado a partir de Densidad API y Temperatura de Destilación.
	Campus Gustavo Galindo	
Dirección: Km. 30.5 Vía Perimetral	Punto de inflamación.	
	Viscosidad cinemática a 40°	
	Destilación ASTM.	
QUITO	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	Contenido de Azufre
	FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA	
	DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION - DPEC	
	Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral	

*Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral y Universidad Central del Ecuador.
Autores: Alexander Córdor y Fabián Narváez*

3.2 PRUEBAS DE CONSUMO

3.2.1 GENERALIDADES

El consumo de combustible depende múltiples factores, tales como la potencia del motor, el peso de la carrocería, la manera de conducir y las condiciones ambientales, en este texto se lo expresa en kilómetros sobre galón.



En todos los motores, solo un tercio de combustible gastado se transforma en energía mecánica, el resto se expulsa en forma de calor por el motor, por el radiador y los gases de escape.

A continuación detallaremos los resultados obtenidos, así como las especificaciones técnicas del vehículo y motor utilizado durante el desarrollo del estudio, especificando los resultados con Diesel 2 y Diesel Premium, así como los resultados obtenidos con la mezcla diesel – aditivo. Las especificaciones técnicas se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 3.3. Especificaciones técnicas del vehículo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VEHÍCULO	
AÑO	2004
MODELO	H 100
NUMERO DE MOTOR	D4BB3810820
NUMERO DE CHASIS	KMJDR37BP4K564217
PLACA	AAU 0022
REGISTO MUNICIPAL	0565
CAPACIDAD DE PASAJEROS	17 PASAJEROS

*Fuente: Documento de Matriculación Vehicular
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.4. Especificaciones técnicas del motor

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	
TIPO	D4BBT(T/2)
CLINDRADA TOTAL (c.c.)	2607
INDICE DE COMPRESION	22
ORDEN DE ENCENDIDO	1-3-4-2
AVANCE DE ENCENDIDO	ATDC 4°
RALENTÍ (rpm)	850±100

*Fuente: Manual del fabricante para la furgoneta HYUNDAI H100
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Fig. 3.3. Vehículo utilizado en el estudio



Fuente: Los Autores

3.2.2 PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para llevar a cabo estas pruebas se definió una ruta con una distancia de 120km, la misma que equivale al recorrido diario (de lunes a viernes) que realiza la furgoneta cuando presta su servicio como transporte escolar, lo que nos llevó a recorrer una distancia aproximada de 600km con cada aditivo, lo que nos facilita realizar un seguimiento amplio, reduciendo los errores en los resultados.

El vehículo en estudio comenzaba su recorrido en el sector de Miraflores, calles De la Tonada y Cachullapi, y terminaba en el mismo lugar, luego de recorrer los siguientes sectores:

- Mutualista Azuay (Cebollar)
- San Pedro del Cebollar
- Mutualista Azuay Racar
- Av. Los Cerezos
- Av. Ordoñez Lasso
- Cdla. Puertas del Sol
- Feria Libre (El Arenal)



- Colegio Técnico Salesiano
- San José de Balzay
- Las Pencas
- Av. Héroes de Verdeloma
- Terminal Terrestre
- Universidad Politécnica Salesiana
- Complejo de Totoracocha
- Colegio Herlinda Toral
- Centro de la ciudad

Las cargas de combustible se las realizaban una vez terminada la ruta, para realizar un seguimiento adecuado y con el menor margen de error posible, para lo cual el combustible era preparado en tanques con capacidad para 5 galones (Fig. 3.4) y la mezcla combustible – aditivo se lo realizaba de acuerdo a la especificación recomendada por el fabricante de cada aditivo.

Fig. 3.4. Tanque de almacenamiento



Fuente: Los Autores



El proceso de preparación del diesel mezclado con aditivo, no fue un proceso en línea, sino que se lo realizó por bacheo, es decir se preparaba sólo ciertas cantidades de combustible con un límite en la cantidad de componentes que se los depositaban en un recipiente con una capacidad de 5 galones aproximadamente. El resumen de las mezclas preparadas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla. 3.5. Cuadro resumen de preparación

COMBUSTIBLE	ADITIVO	CANTIDAD ADITIVO (ml.)	CANTIDAD COMBUSTIBLE (gal.)
Diesel Premium	-	-	25
Diesel 2	-	-	25
Diesel 2 + aditivo 1	RACOR	36,97	25,009
Diesel 2 + aditivo 2	QUALCO R2	195,3	25,05
Diesel Premium + aditivo 1	RACOR	36,25	25,009
Diesel Premium + aditivo 2	QUALCO R2	195,3	25,05
Diesel Premium + aditivo 3	8+ CETANE IMPROVER	94,64	25,02
Diesel 2 + aditivo 3	8+ CETANE IMPROVER	94,64	25,02
TOTAL		652,38	200,158

*Fuente: Etiquetas de cada producto
Autor: Alexander Córdor, Fabián Narváez.*

El proceso de preparación del diesel – aditivo se lo realizó de la siguiente manera:

- Cada preparación constaba de 5 galones de diesel diarios, distribuidos de la siguiente manera:
 - La semana del 14 al 18 de junio del 2011 se trabajó únicamente con diesel Premium, para tomar una línea base con este combustible.
 - La semana del 7 al 11 de julio del 2011 se trabajó únicamente con diesel 2, para tomar una línea base con este combustible.
 - La semana del 18 al 22 de julio del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel 2 mezclados con 0,009 galones de aditivo 1, lo que equivale a 1/8 de botella del aditivo.



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

- La semana del 25 al 29 de julio del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel 2 mezclados con 0,05 galones de aditivo 2, lo que equivale a 1,5 botellas de aditivo.
 - La semana del 1 al 5 de agosto del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel Premium mezclados con 0,009 galones del aditivo 1, lo que equivale a 1/8 de botella del aditivo.
 - La semana del 22 al 26 de agosto del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel Premium mezclados con 0,05 galones de aditivo 2, lo que equivale a 1,5 botellas de aditivo.
 - La semana del 29 de agosto al 2 de septiembre del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel Premium mezclados con 0,02 galones del aditivo 3, lo que equivale a 0,5 botellas del aditivo.
 - La semana del 5 al 9 de septiembre del 2011 se trabajó con 25 galones de diesel Premium mezclados con 0,02 galones del aditivo 3, lo que equivale a 0,5 botellas del aditivo.
- El proceso de preparación del diesel más aditivo es el mismo.
 - Llenamos el tanque de medida de diesel junto con el aditivo y mezclamos.

Fig. 3.5 Tanque de almacenamiento DIESEL – ADITIVO.



Fuente: Los Autores

- Una vez preparada la mezcla aditivo combustible, procedíamos al despacho.



3.2.3 RESULTADOS DE CONSUMO

3.2.3.1 CONSUMO EN BASE AL KILOMETRAJE

A continuación presentamos los resultados de consumos, basados en el número de kilómetros recorridos, y la cantidad de combustible que consumieron durante ese lapso, vale anotar que el resultado se lo representa en unidades de kilómetros recorridos por galón de combustible (km/gal).

3.2.3.1.1 CONSUMO CON DIESEL 2 Y LOS DIFERENTES ADITIVOS

En los cuadros que presentamos a continuación, se describe lo siguiente: la fecha de medición, el kilometraje al inicio y al final de la prueba, el kilometraje recorrido, la cantidad de combustible que gastó durante ese recorrido y el consumo, expresado en km/gal., y, al final un grafico de barras que nos permite un mejor entendimiento de los resultados expresados en cada una de las tablas.

Tabla 3.6. Resultados de Consumo utilizando diesel 2

Fecha	Km. Inicial	Km. final	Km recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
04/07/2011	272432	272551	119	3,86	30,83
05/07/2011	272551	272671	120	3,90	30,77
06/07/2011	272671	272792	121	3,89	31,11
07/07/2011	272792	272912	120	3,90	30,77
08/07/2011	272912	273032	120	3,88	30,93
TOTAL			600	19,43	30,88

Fuente: Hojas de control

Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez.

Tabla 3.7. Resultados de Consumo utilizando diesel 2 más aditivo1

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
18/07/2011	273032	273152	120	3,70	32,43
19/07/2011	273152	273271	119	3,76	31,65
20/07/2011	273271	273390	119	3,70	32,16
21/07/2011	273390	273510	120	3,75	32,00
22/07/2011	273510	273630	120	3,78	31,75
Total			598	18,69	32,00

Fuente: Hojas de control

Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez.



Tabla 3.8. Resultados de Consumo utilizando diesel 2 más aditivo2

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
25/07/2011	273630	273751	121	3,59	33,70
26/07/2011	273751	273871	120	3,61	33,24
27/07/2011	273871	273991	120	3,58	33,52
28/07/2011	273991	274111	120	3,60	33,33
29/07/2011	274111	274230	119	3,59	33,15
Total			600	17,97	33,39

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

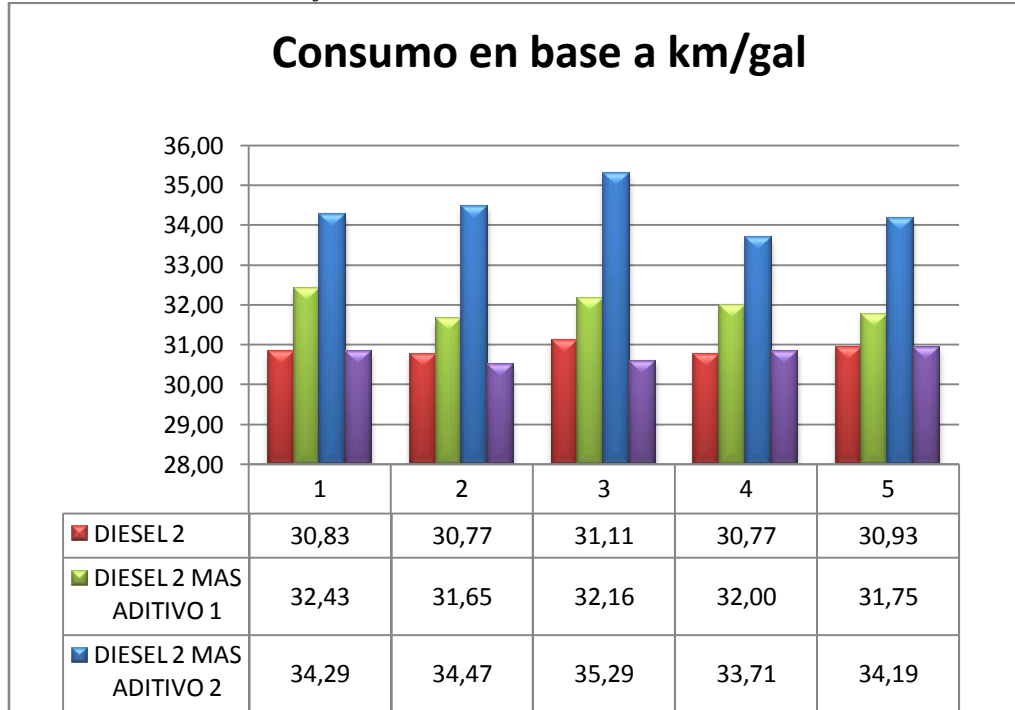
Tabla 3.9. Resultados de Consumo utilizando diesel 2 más aditivo3

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
05/09/2011	276174	276294	120	3,89	30,85
06/09/2011	276294	276413	119	3,90	30,51
07/09/2011	276413	276533	120	3,92	30,61
08/09/2011	276533	276653	120	3,89	30,85
09/09/2011	276653	276774	121	3,91	30,95
Total			600	19,51	30,75

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 3.1 Resumen consumos con diesel 2



Fuente: Hojas de control

Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez

3.2.3.1.2 CONSUMO CON DIESEL PREMIUM Y LOS DIFERENTES ADITIVOS

A continuaci3n presentamos tablas que contienen la fecha de medici3n, el kilometraje al inicio y al final de la prueba, el kilometraje recorrido, la cantidad de combustible que emple3 durante ese recorrido y el consumo, expresado en km/gal., y, al final un grafico de barras que nos permite una mejor compresi3n de los resultados expresados en cada una de las tablas.



Tabla 3.10. Resultados de Consumo utilizando diesel Premium

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
14/06/2011	270634	270752	118	4,05	29,14
15/06/2011	270752	270873	121	4,02	30,10
16/06/2011	270873	270992	119	4,06	29,31
17/06/2011	270992	271112	120	4,04	29,70
18/06/2011	271112	271232	120	4,07	29,48
		Total	598	20,24	29,55

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.11. Resultados de Consumo utilizando diesel Premium más Aditivo 1

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
01/08/2011	274230	274350	120	3,75	32,00
02/08/2011	274350	274470	120	3,77	31,83
03/08/2011	274470	274589	119	3,74	31,82
04/08/2011	274589	274710	121	3,76	32,18
05/08/2011	274710	274830	120	3,75	32,00
		Total	600	18,77	31,97

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.12. Resultados de Consumo utilizando diesel Premium más Aditivo 2

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
22/08/2011	274975	275095	120	3,50	34,29
23/08/2011	275095	275216	121	3,51	34,47
24/08/2011	275216	275336	120	3,40	35,29
25/08/2011	275336	275455	119	3,53	33,71
26/08/2011	275455	275575	120	3,51	34,19
		Total	600	17,45	34,38

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

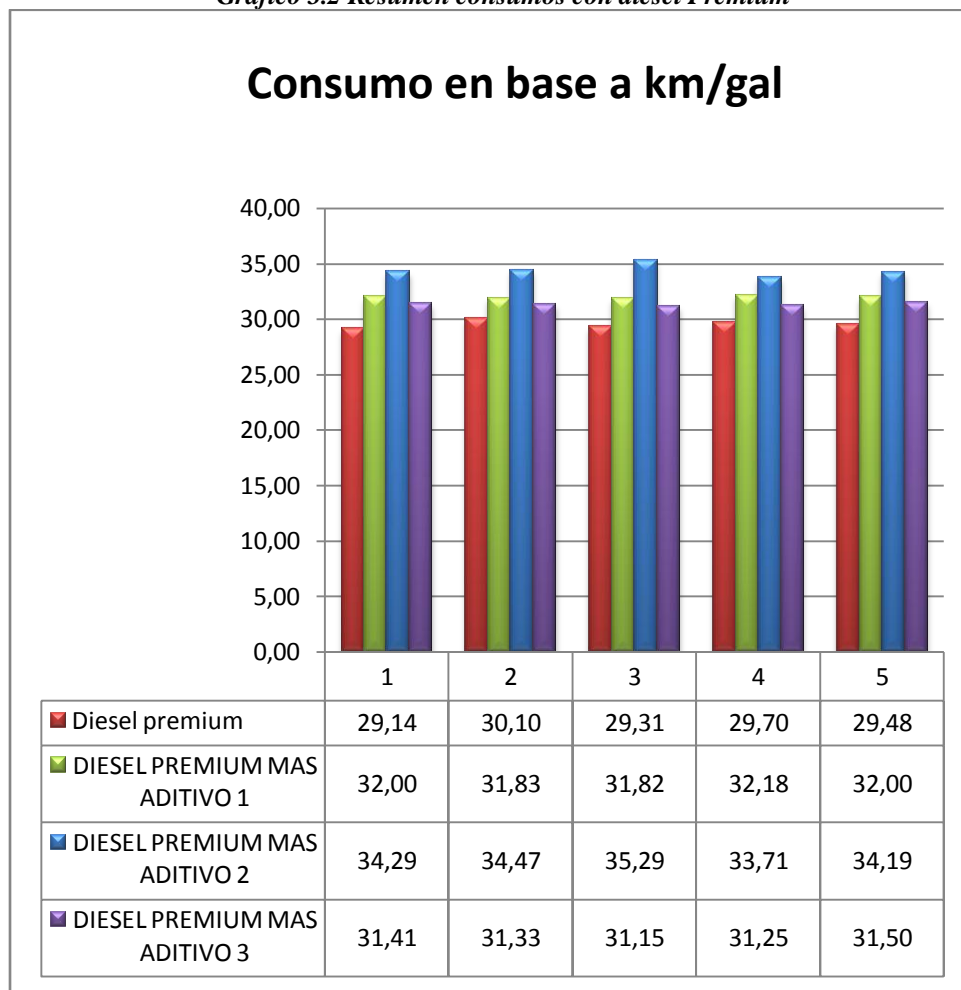


Tabla 3.13. Resultados de Consumo utilizando diesel Premium más Aditivo 3

Fecha	Km. Inicial	Km. Final	Km. Recorrido	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal.)
29/08/2011	275575	275695	120	3,82	31,41
30/08/2011	275695	275815	120	3,83	31,33
31/08/2011	275815	275934	119	3,82	31,15
01/09/2011	275934	276054	120	3,84	31,25
02/09/2011	276054	276174	120	3,81	31,50
Total			599	19,12	31,33

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.2 Resumen consumos con diesel Premium



*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



3.2.3.2 CUADRO RESUMEN COMPARATIVO ENTRE RESULTADOS

A continuación presentamos una tabla que contiene un resumen comparativo entre resultados de consumo obtenidos durante el desarrollo del estudio, en donde se detallan el número de kilómetros que se recorrió con cada aditivo, la cantidad de combustible que se utilizó y el consumo, que es básicamente los kilómetros que recorrió por cada galón de combustible; y un gráfico en donde se puede apreciar los resultados expresados en barras, para tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

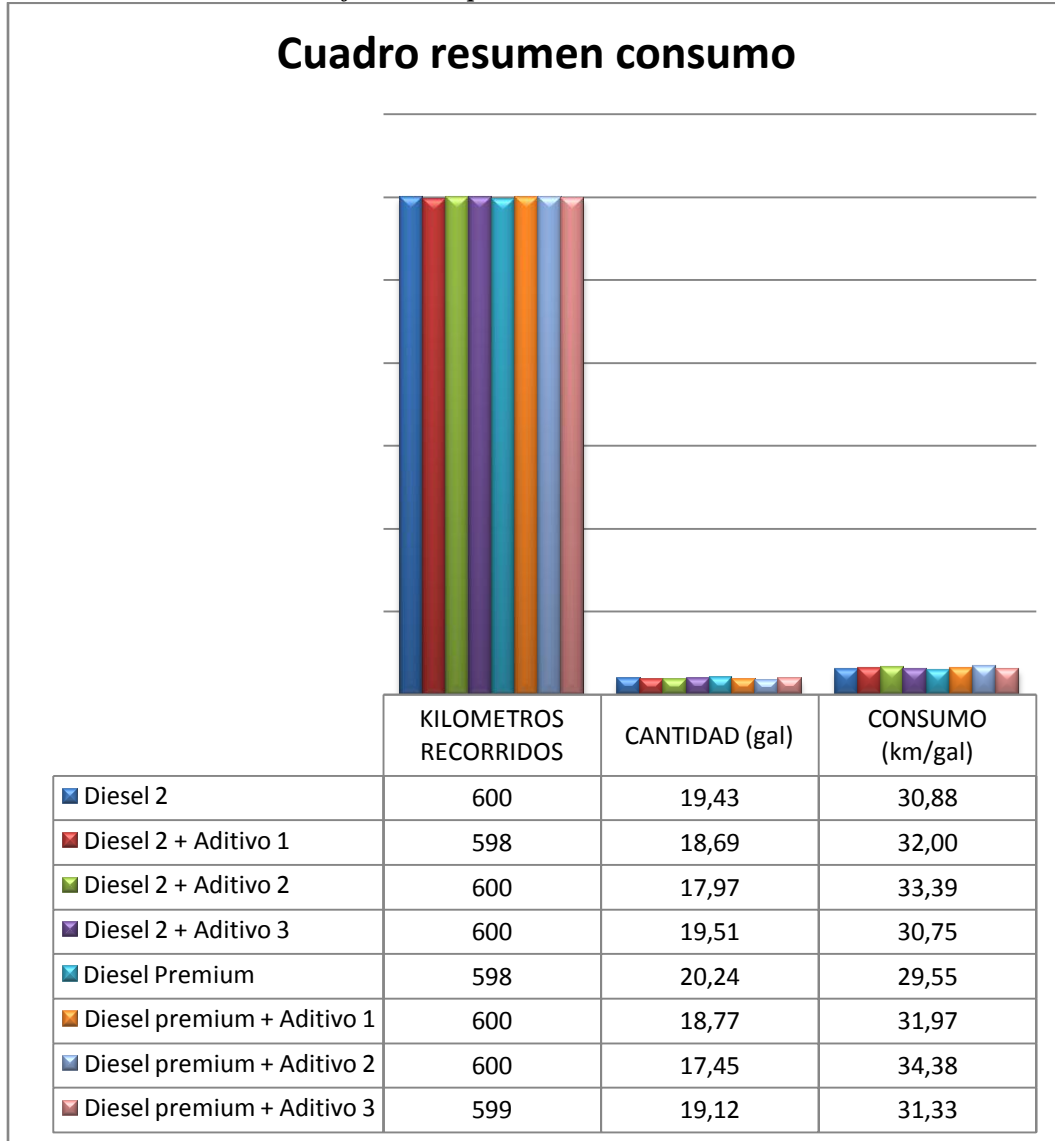
Tabla 3.14. Cuadro Resumen General

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	CANTIDAD (gal)	CONSUMO (km/gal)
Diesel 2	600	19,43	30,88
Diesel 2 + Aditivo 1	598	18,69	32,00
Diesel 2 + Aditivo 2	600	17,97	33,39
Diesel 2 + Aditivo 3	600	19,51	30,75
Diesel Premium	598	20,24	29,55
Diesel Premium + Aditivo 1	600	18,77	31,97
Diesel Premium + Aditivo 2	600	17,45	34,38
Diesel Premium + Aditivo 3	599	19,12	31,33

*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 3.3. Representación de Resultados



*Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

3.2.3.3 CUADRO RESUMEN DE LINEAS BASE (DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM)

En las tablas que presentamos a continuación se detalla la siguiente información: el combustible utilizado, el número de kilómetros que se recorrió, la cantidad de combustible utilizada y el consumo, expresado en km/gal. Al final un grafico de barras



que nos permite un entendimiento más fácil de los resultados expresados en cada una de las tablas.

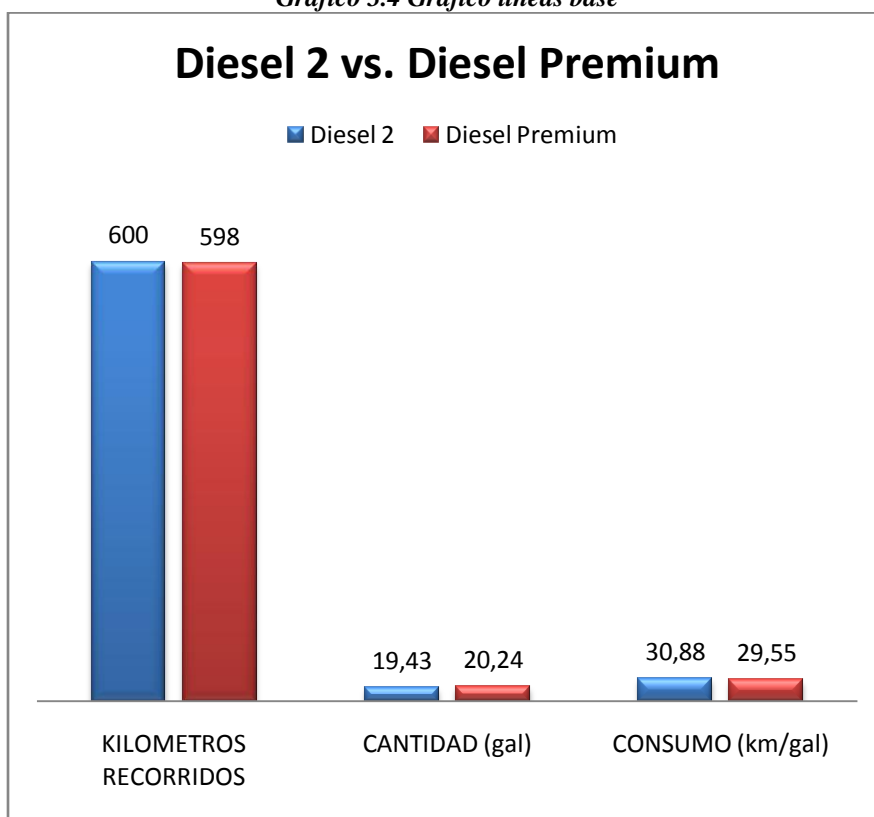
Se detalla este consumo, puesto que estas son las líneas bases de las cuales partimos para comparar los diferentes resultados obtenidos con cada aditivo.

3.15 Tabla Resumen de línea base

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	CANTIDAD (gal)	CONSUMO (km/gal)
Diesel 2	600	19,43	30,88
Diesel Premium	598	20,24	29,55

Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.4 Grafico líneas base



Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



3.2.3.4 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 1

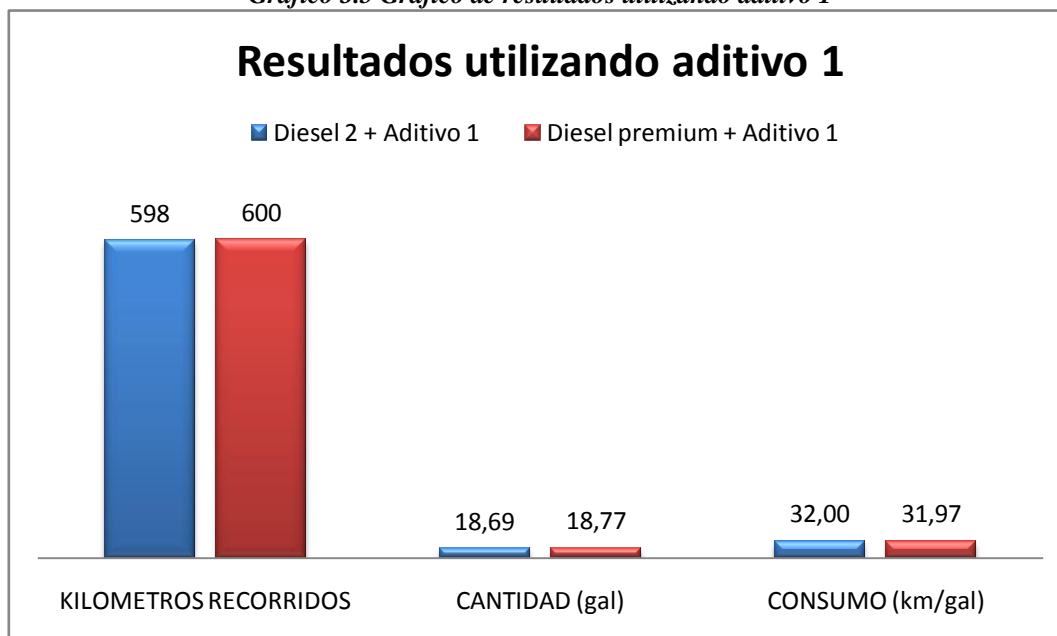
En este punto presentamos un resumen comparativo entre resultados de consumo obtenidos durante el desarrollo del estudio, específicamente cuando se experimentó con el aditivo 1, en donde se detallan el número de kilómetros que se recorrió con cada aditivo, la cantidad de combustible que se gastó y el consumo, los cuales se expresan en kilómetros por cada galón de combustible; y, un grafico de barras en donde se puede apreciar los resultados expresados en barras, para tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

3.16 Tabla Resumen con aditivo 1

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	CANTIDAD (gal)	CONSUMO (km/gal)
Diesel 2 + Aditivo 1	598	18,69	32,00
Diesel Premium + Aditivo 1	600	18,77	31,97

Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.5 Grafico de resultados utilizando aditivo 1



Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



3.2.3.5 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 2

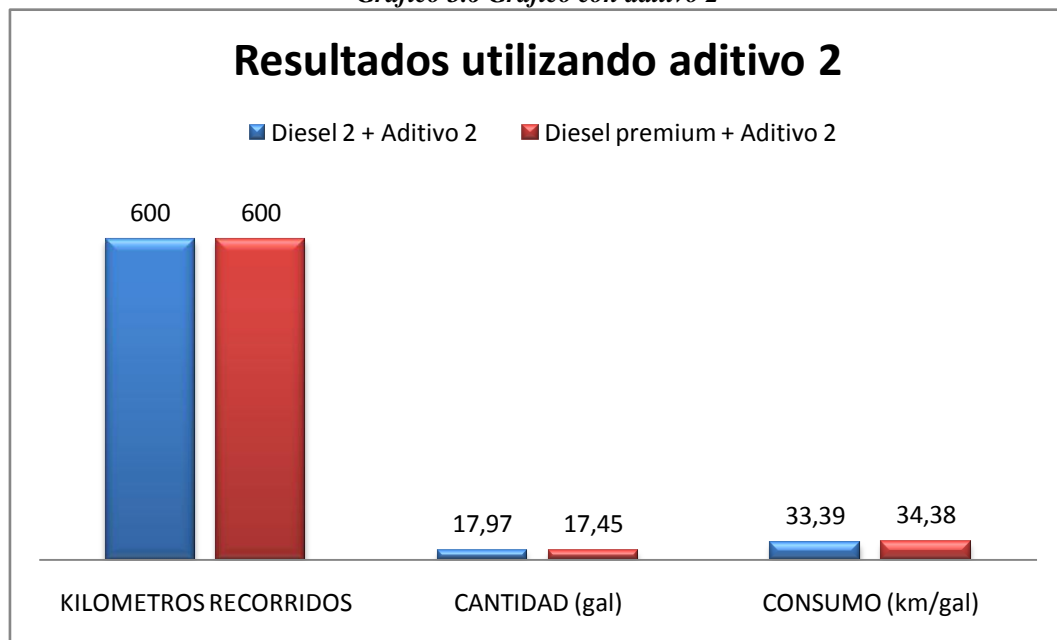
A continuación presentamos un resumen comparativo entre los resultados de consumo obtenidos durante las pruebas con el aditivo 2, en donde se detallan la cantidad de kilómetros que se recorrió con cada aditivo, la cantidad de combustible que se gastó y el consumo, que es básicamente los kilómetros que recorrió por cada galón de combustible; y, un grafico en donde se puede apreciar los resultados expresados en barras, para tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

3.17 Tabla Resumen utilizando aditivo 2

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	CANTIDAD (gal)	CONSUMO (km/gal)
Diesel 2 + Aditivo 2	600	17,97	33,39
Diesel Premium + Aditivo 2	600	17,45	34,38

Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.6 Grafico con aditivo 2



Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



3.2.3.6 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO ADITIVO 3

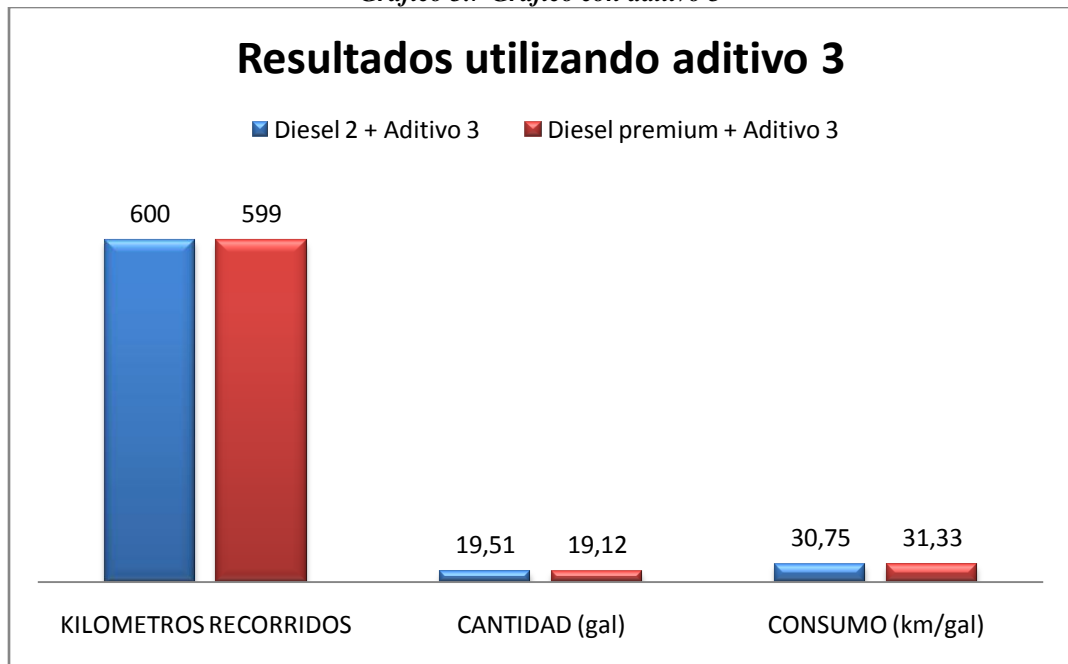
Dentro de este punto presentamos un resumen comparativo entre resultados de consumo obtenidos durante el desarrollo del estudio (cuando se utilizó el aditivo 3), en donde se detallan la cantidad de kilómetros que se recorrió con el aditivo, la cantidad de combustible que gastó y el consumo, que es básicamente los kilómetros que recorrió con un galón de combustible; y, un grafico en donde se puede apreciar los resultados expresados en barras, para facilitar el entendimiento de los resultados obtenidos.

3.18 Tabla Resumen con aditivo 3

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	CANTIDAD (gal)	CONSUMO (km/gal)
Diesel 2 + Aditivo 3	600	19,51	30,75
Diesel Premium + Aditivo 3	599	19,12	31,33

Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.7 Grafico con aditivo 3



Fuente: Hojas de control
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

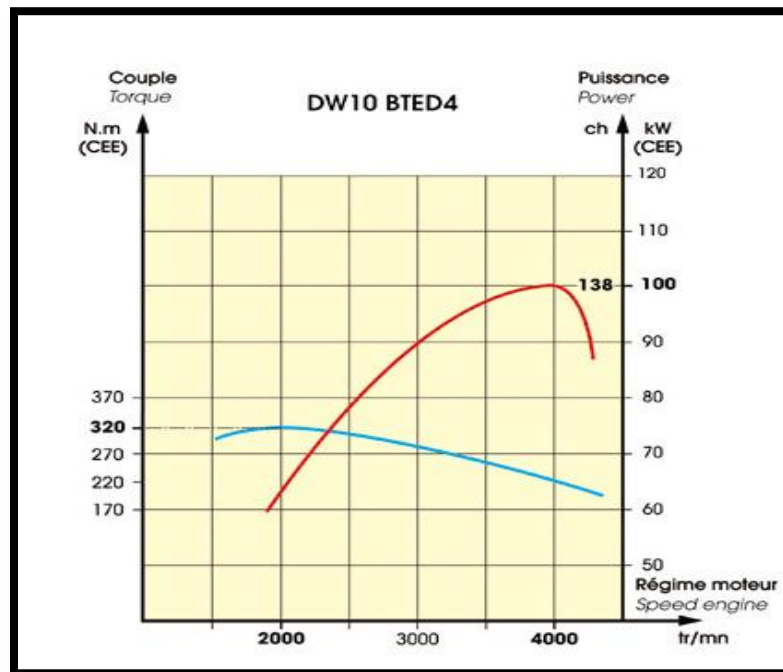


3.3 PRUEBAS DE MEDICION DE POTENCIA

En los motores el torque no es constante, depende del número de revoluciones por minuto a las que gira el motor. El torque es el encargado de crear la fuerza para que el vehículo se mueva o se acelere. Al inicio tenemos un torque bajo, conforme aumentan las revoluciones del motor aumenta el torque, pero hasta cierto límite, luego del cual decae nuevamente. El torque se produce cuando el pistón, por efecto de la combustión, se mueve hacia abajo, aplicando torsión al cigüeñal por medio de la biela.

Para poder determinar la velocidad máxima a la cual puede trabajar el motor, nos regimos a la potencia, que es el producto del par motor por el régimen de giro del mismo. La potencia brinda información sobre el funcionamiento y estado mecánico del motor, puesto cualquier falla la afecta sensiblemente.

Fig. 3.6 Curva de potencia y torque



Fuente: www.mecanicavirtual.com



3.3.1 GENERALIDADES

Las pruebas de medición de potencia se las realizaron en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, en los talleres de Mecánica Automotriz, con la ayuda del Ing. Nicolay Valdivieso, encargado del manejo del Banco de Potencia LS3000.

El software con el cual viene equipado el banco, permite simular el recorrido en carretera que tendría normalmente el vehículo, obteniendo de esta manera una prueba dinámica, y, llevando al vehículo a realizar su máximo esfuerzo.

Para esto se siguen los siguientes pasos:

- El vehículo ingresa a la línea de revisión. (El motor debe estar a temperatura normal de funcionamiento).

Fig. 3.7 Vehículo ingresa a la línea de revisión



Fuente: Los Autores



- Encendemos el pupitre de comunicaciones.

Fig. 3.8 Pupitre de telecomunicaciones



Fuente: Los Autores

- Ejecutamos el programa LPS 3000

Fig. 3.9 Escritorio del Pantalla del Pupitre de Comunicaciones



Fuente: Los Autores

- Bajamos las placas que están entre los rodillos y verificamos que no exista ningún tipo de roces de los neumáticos con las paredes de los apoyos de los rodillos.



Fig. 3.10. Placas descendidas



Fuente: Los Autores

Fig. 3.11 Neumáticos no rozan con soportes de rodillos.



Fuente: Los Autores

- Colocamos las correas en el eje posterior, las cuales nos brindaran seguridad, al impedir que por cualquier motivo los neumáticos del vehículo salten de los rodillos.



Fig. 3.12 Correas de seguridad colocadas en el eje trasero del vehículo y fijadas al suelo



Fuente: Los Autores

- Seleccionamos la opción MEDICION DE POTENCIA

Fig. 3.13 Pantalla inicial LPS 3000



Fuente: Los Autores

- En la siguiente ventana seleccionamos el tipo de prueba, en nuestro caso MEDICION CONTINUA



Fig. 3.14. Pantalla de selección de procedimiento de medición.



Fuente: Los Autores

- En la siguiente ventana seleccionamos las características del vehículo, como son: TIPO DE MOTOR, SOBREALIMENTACION, CAJA DE VELOCIDADES, etc.

Fig. 3.15 Pantalla para seleccionar los Datos del Vehículo



Fuente: Los Autores



- Procedemos a sincronizar el número de RPM del motor, con el banco. Esta sincronización se la debe realizar a 2000 rpm, debido a que es un dato de referencia para que el número de rpm que se obtiene en el vehículo, sea el mismo que se aprecie en la pantalla.

Fig. 3.16 Pantalla para sincronizar el número de R.P.M.

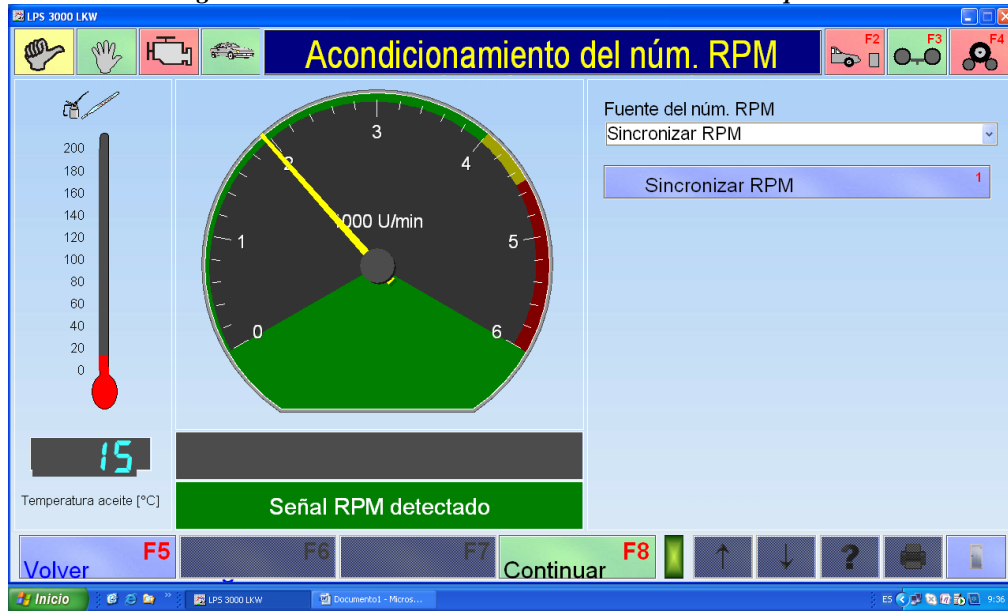


Fuente: Los Autores

- Una vez sincronizado el número de RPM el banco nos permite pasar al siguiente punto.



Fig. 3.17 Acondicionamiento de número de R.P.M. completo.



Fuente: Los Autores

- Procedemos a realizar la prueba acelerando el vehículo como si lo hiciera en un recorrido normal.

Fig. 3.18. Inicio de prueba

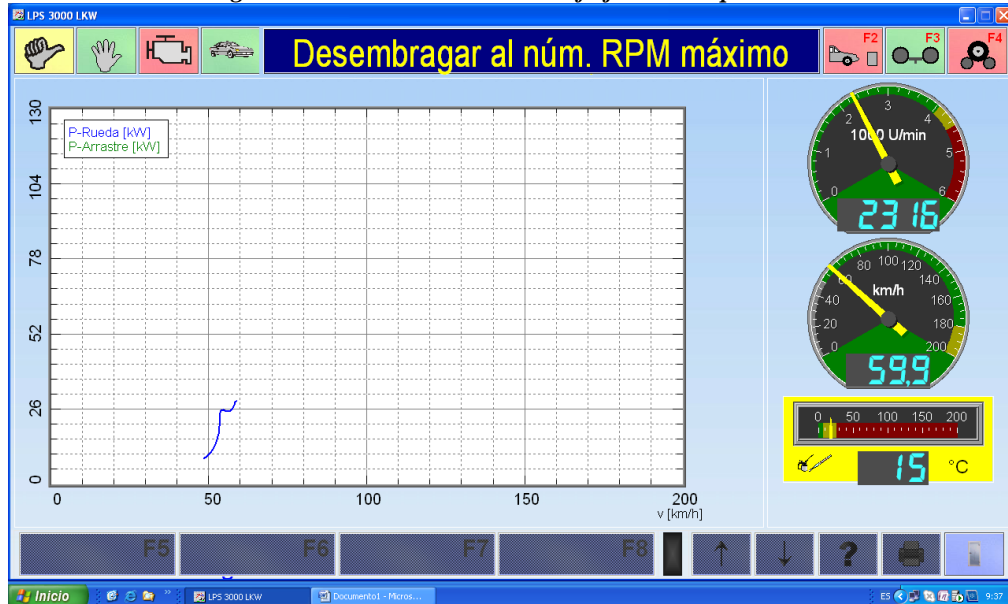


Fuente: Los Autores



- A medida que se aumenta las marchas y las rpm del vehículo la grafica de la curva de potencia se va dibujando en la pantalla.

Fig. 3.19. Inicio de la medición reflejada en la pantalla

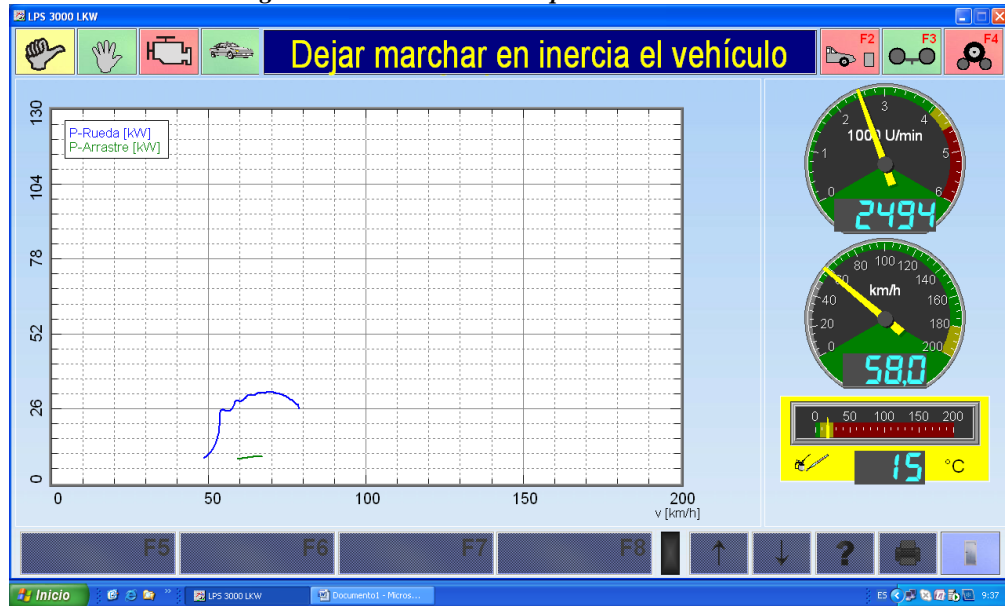


Fuente: Los Autores

- Una vez que el software detecta las condiciones suficientes para dibujar la curva de potencia a la rueda (línea azul), y, dicha curva llegue a su punto más alto e inmediatamente comience a descender, dejamos en marcha de inercia, es decir que el vehículo tiene que volver al número de rpm de ralentí sin ningún tipo de intervención externa, y comienza a dibujar la curva de potencia de arrastre (línea verde).



Fig. 3.20. Inicio de curva de potencia de arrastre.

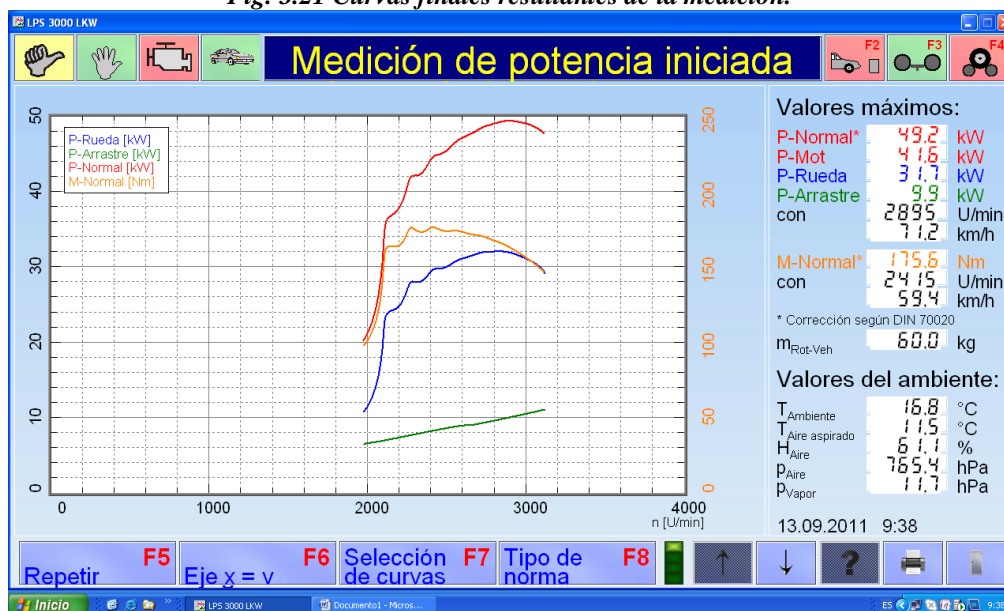


Fuente: Los Autores

- Cuando el software haya terminado de dibujar las curvas nos presenta resultados de temperaturas, presiones a las cuales fueron realizadas las pruebas y obviamente las curvas con la siguiente denominación:
 - Curva roja: potencia normal
 - Curva naranja: potencia del motor
 - Curva azul: potencia de la rueda
 - Curva verde: potencia de arrastre



Fig. 3.21 Curvas finales resultantes de la medición.



Fuente: Los Autores

3.3.2 RESULTADOS DE MEDICION DE POTENCIA CON DIESEL 2

A continuación presentamos las tablas de los resultados obtenidos en cuanto a potencia se refiere, utilizando diesel 2 y los diferentes aditivos, en donde detallamos los valores que nos brindó el software, un promedio de los datos, y al final se presenta un grafico que nos ayuda a entender los datos de las tablas.

Vale acotar que por cuestiones graficas, en las tablas se da el factor de conversión de cada medida.

Tabla 3.19. Resultados de medición de potencia utilizando diesel 2

Fecha	Potencia normal (kw)	Potencia motor (kw)	Potencia Rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) x 100	V (km/h)
08/07/2011	55,5	46,50	37,50	9,0	29,70	72,5
12/07/2011	53,3	44,80	35,00	9,8	28,00	72,3
Promedio	54,4	45,65	36,25	9,4	28,85	72,4

Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



Tabla 3.20. Resultados de medición de potencia utilizando diesel 2 mas aditivo 1

Fecha	Potencia normal (kw)	Potencia Motor (kw)	Potencia rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) x 100	V (km/h)
19/07/2011	54,1	45,30	36,40	8,9	42,15	74,8
20/07/2011	55,0	46,20	37,50	8,7	29,25	73,6
21/07/2011	53,2	44,50	35,50	8,9	33,45	73,6
Promedio	54,1	45,33	36,47	8,83	34,95	74,0

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.21. Resultados de medición de potencia utilizando diesel 2 mas aditivo 2

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia Motor (kw)	Potencia rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) x 100	V (km/h)
26/07/2011	52,8	44,30	35,00	8,8	31,00	74,2
27/07/2011	53,3	44,70	34,20	10,5	28,90	73,7
30/07/2011	53,3	44,36	35,10	9,2	38,80	73,5
Promedio	53,13	44,45	34,77	9,5	32,90	73,8

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

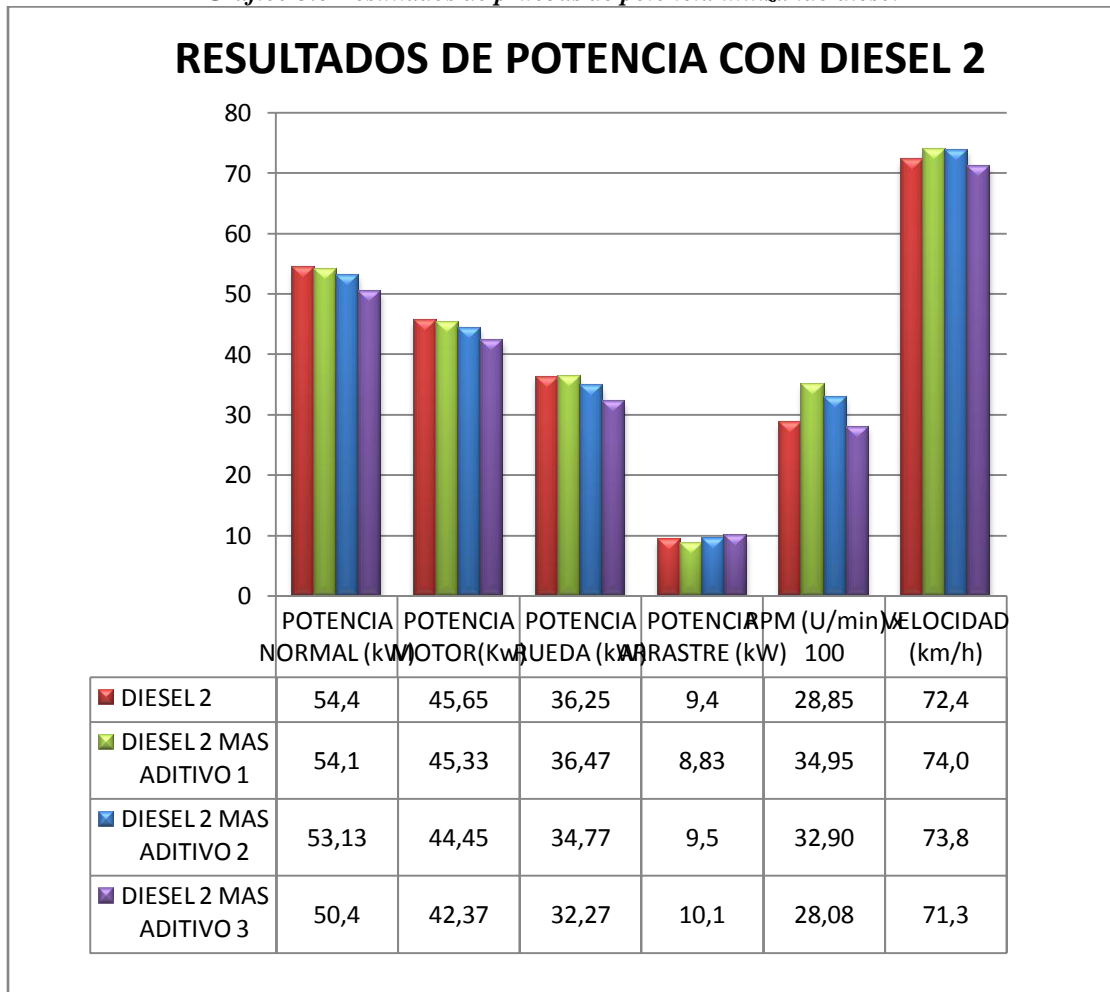
Tabla 3.22. Resultados de medición de potencia utilizando diesel 2 mas aditivo 3

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia motor (kw)	Potencia Rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) x 100	V (km/h)
08/09/2011	52,0	43,60	32,80	10,7	27,25	72,4
13/09/2011	50,1	41,90	32,30	9,7	28,05	70,4
13/09/2011	49,2	41,60	31,70	9,9	28,95	71,2
Promedio	50,4	42,37	32,27	10,1	28,08	71,3

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Gráfico 3.8 Resultados de pruebas de potencia utilizando diesel 2



*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

3.3.3 RESULTADOS DE MEDICION DE POTENCIA CON DIESEL PREMIUM

A continuación presentamos las tablas de los resultados obtenidos en cuanto a potencia se refiere, utilizando diesel Premium y los diferentes aditivos, en donde detallamos los valores que nos brindó el software, un promedio de los datos, y al final se presenta un grafico que nos ayuda a entender los datos de las tablas.



Vale acotar que por cuestiones graficas, en las tablas se da el factor de conversión de cada medida.

Tabla 3.23. Resultados de medición de potencia utilizando diesel Premium

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia Motor (kw)	Potencia rueda (kw)	Potencia arrastre (kw)	Rpm U/min) X100	V (km/h)
16/06/2011	50,1	46,60	37,00	9,4	28,20	71,6
23/06/2011	48,3	44,6	36,2	8,4	29,00	73,6
05/07/2011	55,7	46,60	35,90	10,7	31,00	75,9
Promedio	51,4	45,93	36,37	9,5	29,40	73,7

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.24. Resultados de medición de potencia utilizando diesel Premium mas aditivo 1

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia Motor (kw)	Potencia rueda (kw)	Potencia arrastre (kw)	Rpm (u/min) X100	V (km/h)
02/08/2011	50,0	41,60	33,70	7,9	32,15	72,5
03/08/2011	50,8	42,20	34,10	8,1	27,75	73,0
04/08/2011	50,7	42,20	34,20	8,0	28,85	73,1
Promedio	50,5	42,00	34,00	8,0	29,58	72,9

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.25. Resultados de medición de potencia utilizando diesel Premium mas aditivo 2

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia motor (kw)	Potencia Rueda (kw)	Potencia arrastre (kw)	Rpm (u/min) X100	V (km/h)
23/08/2011	53,7	45,30	32,50	12,8	33,95	74,3
24/08/2011	53,1	44,70	33,00	11,7	28,80	73,1
25/08/2011	53,7	45,30	33,00	12,3	28,15	73,9
Promedio	53,50	45,10	32,83	12,27	30,30	73,8

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

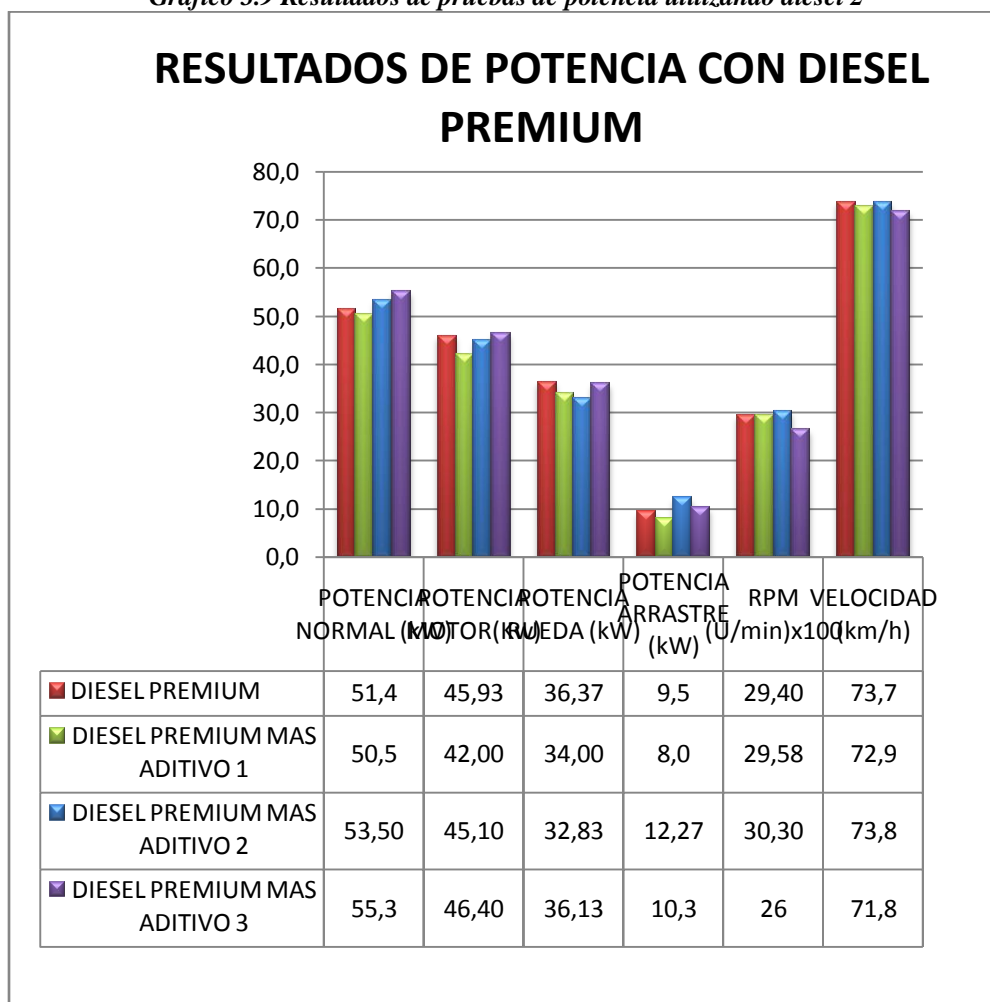


Tabla 3.26. Resultados de medición de potencia utilizando diesel Premium mas aditivo 3

Fecha	Potencia Normal (kw)	Potencia motor (kw)	Potencia Rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) X100	V (km/h)
30/08/2011	55,0	46,20	36,00	10,3	23,90	71,4
31/08/2011	55,4	46,50	36,60	9,9	27,20	71,7
01/09/2011	55,4	46,50	35,80	10,7	28,15	72,4
Promedio	55,3	46,40	36,13	10,3	26	71,8

Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Gráfico 3.9 Resultados de pruebas de potencia utilizando diesel 2



Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



3.3.4 COMPARACION DE RESULTADOS DIESEL 2 vs. DIESEL PREMIUM

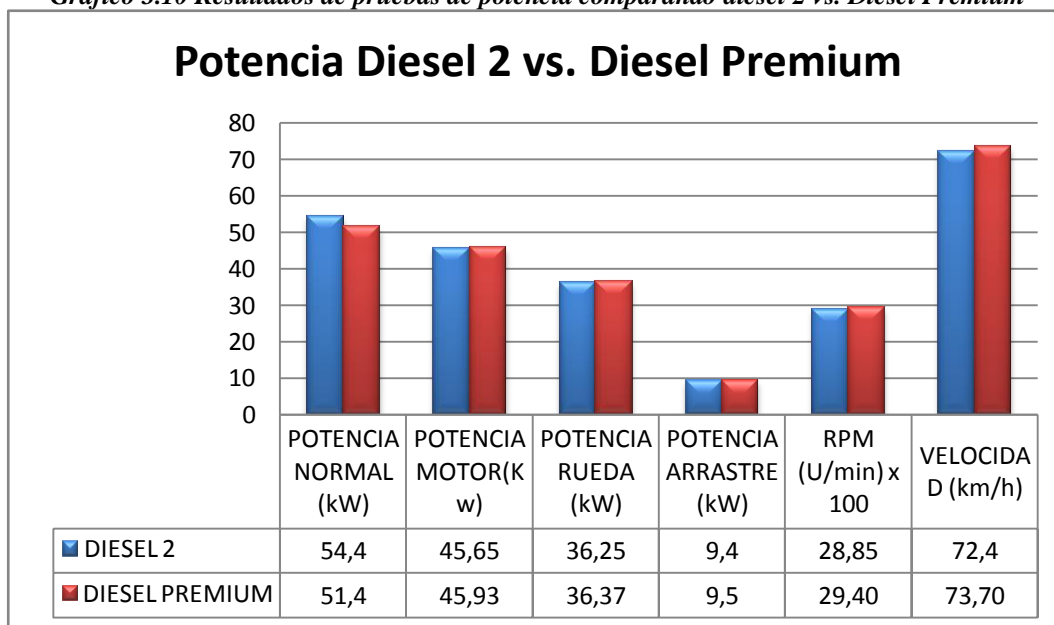
Presentamos una comparación de resultados de potencia de las líneas bases, es decir de diesel 2 y diesel Premium, en donde detallamos los resultados que se reflejaron en el banco de pruebas, así como su factor de conversión (en caso de ser necesario) y una grafica al final para el mejor entendimiento de dichos resultados.

Tabla 3.27. Resultados de medición de potencia comparando diese 2 vs. Diesel Premium

Combustible	Potencia Normal (kw)	Potencia Motor (kw)	Potencia Rueda (kw)	Potencia Arrastre (kw)	Rpm (u/min) X 100	V (km/h)
Diesel 2	54,4	45,65	36,25	9,4	28,85	72,4
Diesel premium	51,4	45,93	36,37	9,5	29,40	73,70

*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Gráfico 3.10 Resultados de pruebas de potencia comparando diesel 2 vs. Diesel Premium



*Fuente: Banco de pruebas
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



3.4 PRUEBAS DE OPACIDAD

Durante la aceleración libre, una parte de los gases de escape del vehículo se conduce, mediante una sonda y un tubo flexible de toma, hasta la cámara de medición. En esta cámara un rayo luminoso atraviesa los gases de escape Diesel. El debilitamiento de la luz se mide fotoeléctricamente y se visualiza como [%] de absorción [k] en un instrumento de lectura.

Para una alta precisión y una buena conductibilidad de los resultados de la medición, es necesario tener una longitud exactamente definida de la cámara de medición y mantener libre de hollín la mirilla óptica.

Las pruebas fueron realizadas en el banco de rodillos bajo el método de plena carga, en donde el vehículo alcanza una velocidad de 60 km/h en cuarta marcha, simulando el recorrido en carretera, ya que en este rango de servicio se emiten partículas dignas de emisión.

3.4.1 GENERALIDADES

Las pruebas de opacidad se las realizaron en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, en los talleres de Mecánica Automotriz, con la ayuda del Ing. Nicolay Valdivieso, encargado del manejo del Banco de Potencia LS3000.

El software con el cual viene equipado el banco, permite simular el recorrido en carretera que tendría normalmente el vehículo, obteniendo de esta manera una prueba dinámica, es decir, el vehículo emite humo por el conducto de escape, como si estuviera recorriendo normalmente en carretera.

Para esto se siguen los siguientes pasos, sin sacar el vehículo de la línea de revisión:

- Conectamos los cables que sean necesarios y ubicamos el opacímetro.



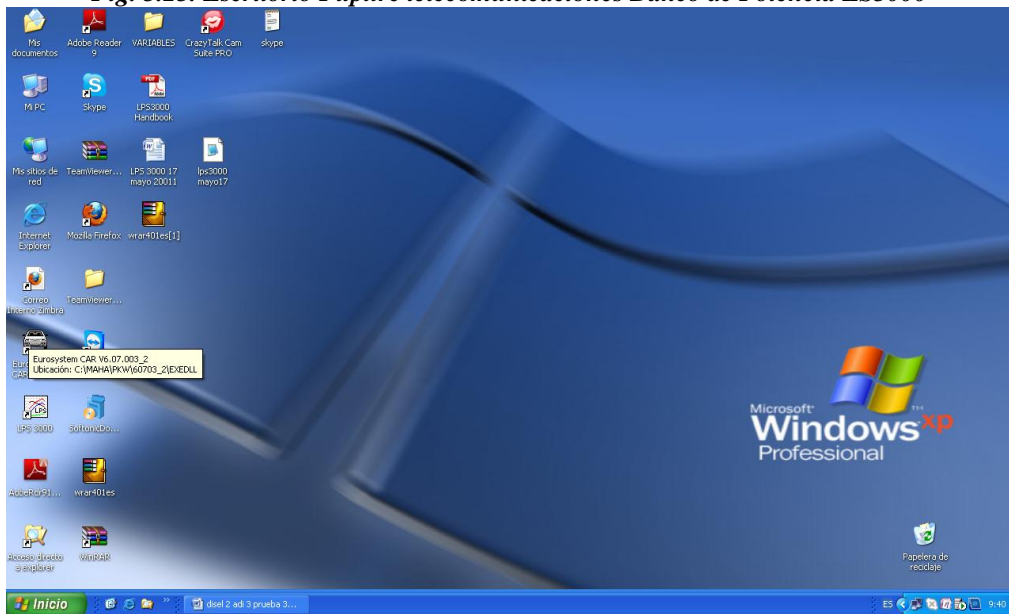
Fig. 3.22 Opacímetro y cables necesarios.



Fuente: Los Autores

- Arrancamos el programa de medición de opacidad

Fig. 3.23. Escritorio Pupitre telecomunicaciones Banco de Potencia LS3000



Fuente: Los Autores



- El software procede a verificar el estado del opacímetro.

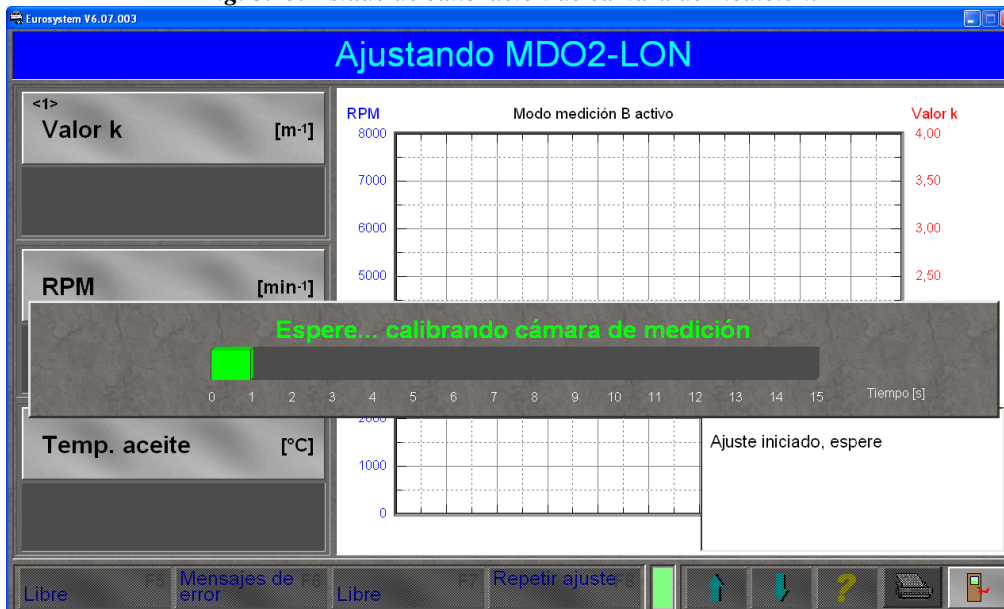
Fig. 3.24 Ventana de inicio para medición de opacidad.



Fuente: Los Autores

- El software procede a calentar y calibrar la cámara de medición del OPACIMETRO MDO2 LON.

Fig. 3.25. Estado de calibración de cámara de medición.



Fuente: Los Autores



- El software verifica que todos los parámetros se encuentren correctos, y, de ser así podemos continuar con la medición.

Fig. 3.26. Parámetros verificados



Fuente: Los Autores

- Automáticamente se abre la siguiente ventana, y en la columna de ajustes, seleccionamos “EQUIPOS/INTERFACES”.

Fig. 3.27 Ventana de Comando

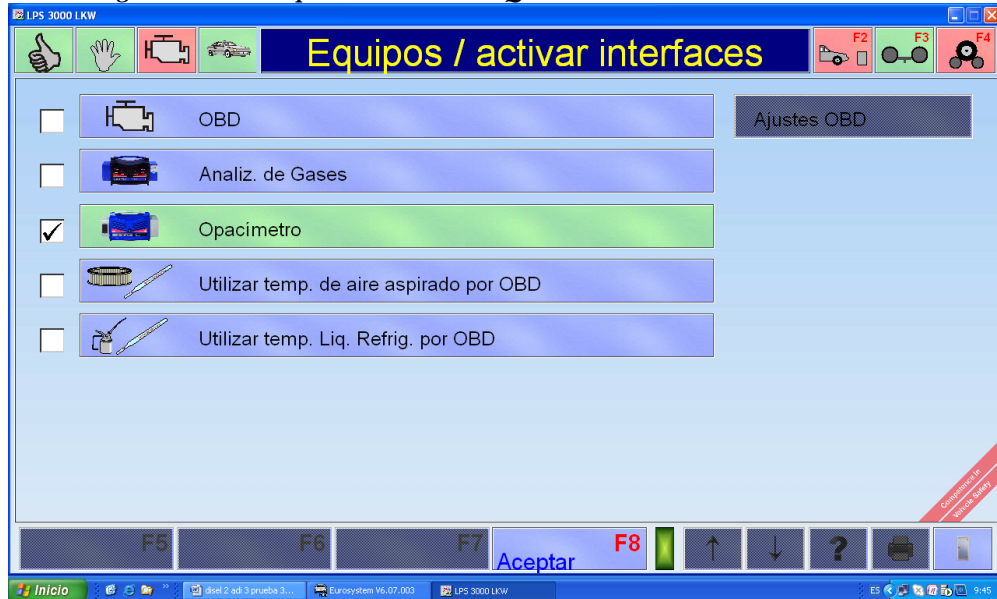


Fuente: Los Autores



- Damos un visto en la opción “OPACIMETRO”

Fig. 3.28 Ventana para seleccionar **EQUIPOS / ACTIVAR INTERFACES**



Fuente: Los Autores

- Regresamos al menú principal y damos click en SIMULACION DE CARGA

Fig. 3.29 Menú Principal

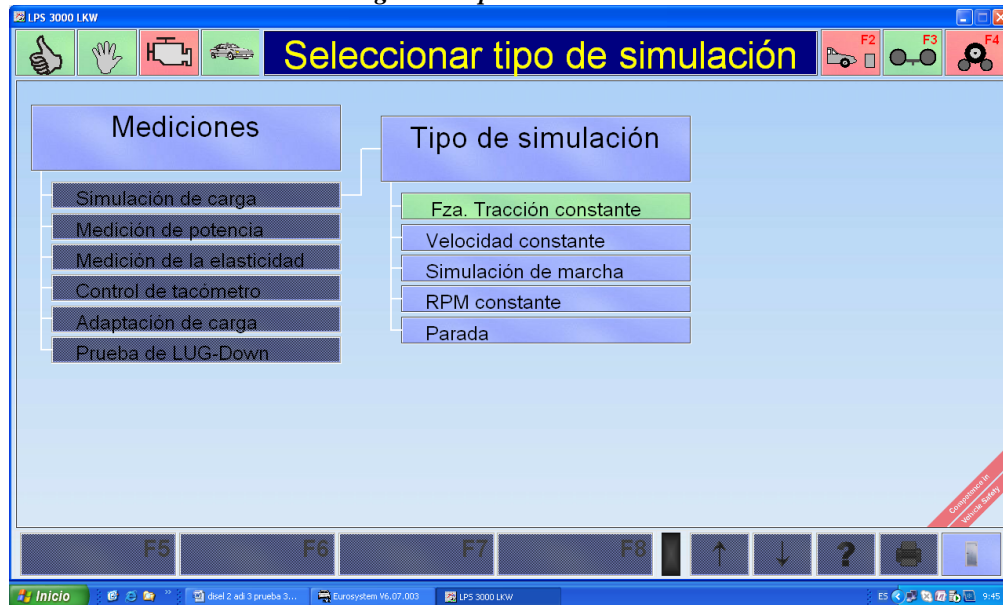


Fuente: Los Autores



- En la siguiente ventana seleccionamos FUERZA DE TRACCION CONSTANTE

Fig. 3.30 Tipo de simulación

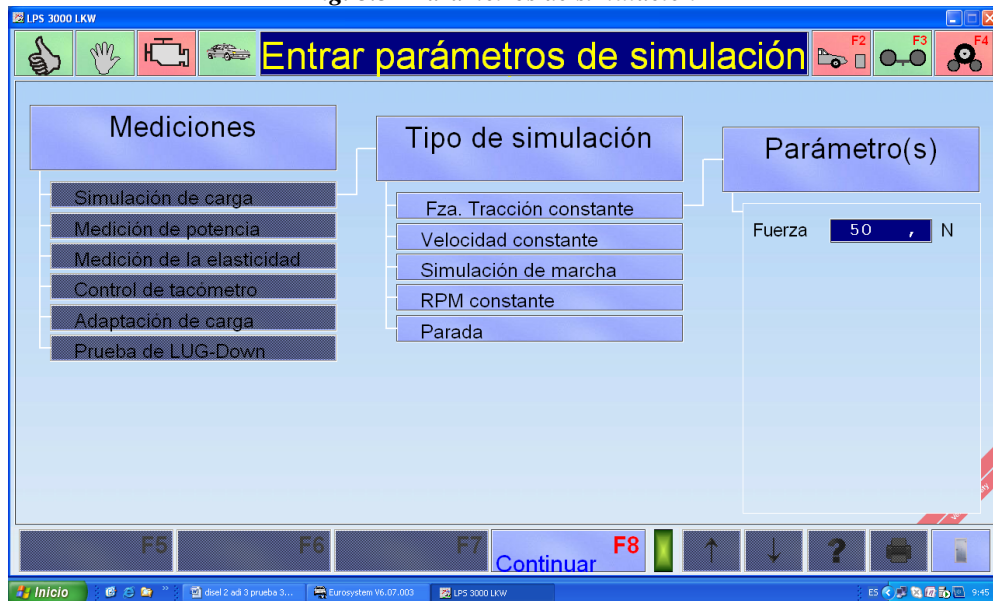


Fuente: Los Autores

- Damos un valor de 50N, que es la simulación de fuerza que representa un grado de pendiente, lo cual permite que el motor haga un esfuerzo para simular un recorrido normal en carretera.



Fig. 3.31 Parámetros de simulación



Fuente: Los Autores

- Procedemos a conectar la sonda de medición a la salida del tubo de escape.

Fig. 3.32 Opacímetro conectado al tubo de escape



Fuente: Los Autores



- Iniciamos la prueba acelerando el vehículo progresivamente hasta llegar a una velocidad de 60km/h.

Fig. 3.33 Programa listo para comenzar medición de opacidad



Fuente: Los Autores

- Mantenemos dicha velocidad por el lapso aproximado de 60 segundos, tiempo durante el cual las curvas resultantes se verán reflejadas en la pantalla del pupitre de comunicaciones.

Fig. 3.34 Visualización de curvas



Fuente: Los Autores



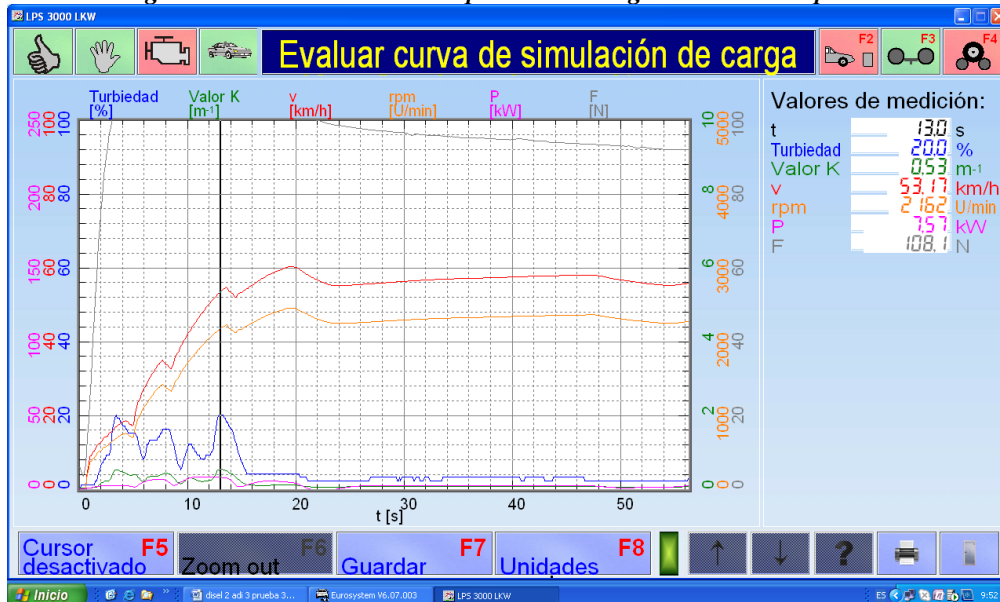
Fig. 3.35 Final de prueba de opacidad



Fuente: Los Autores

- Los resultados se visualizan en la pantalla del pupitre de telecomunicaciones y se las pueden evaluar por puntos.

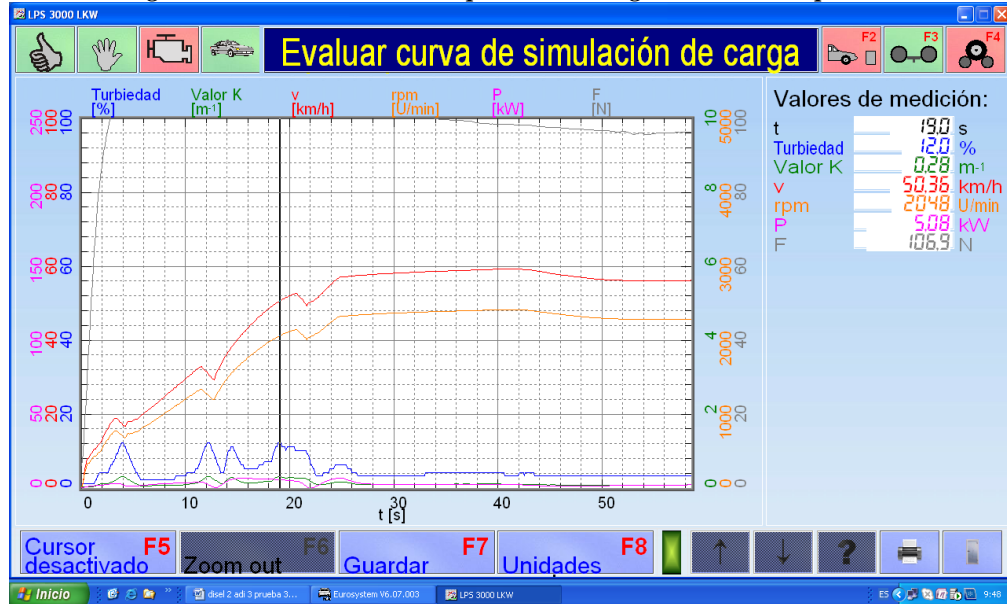
Fig. 3.36 Evaluando curva de opacidad a 13seg. De iniciada la prueba



Fuente: Los Autores

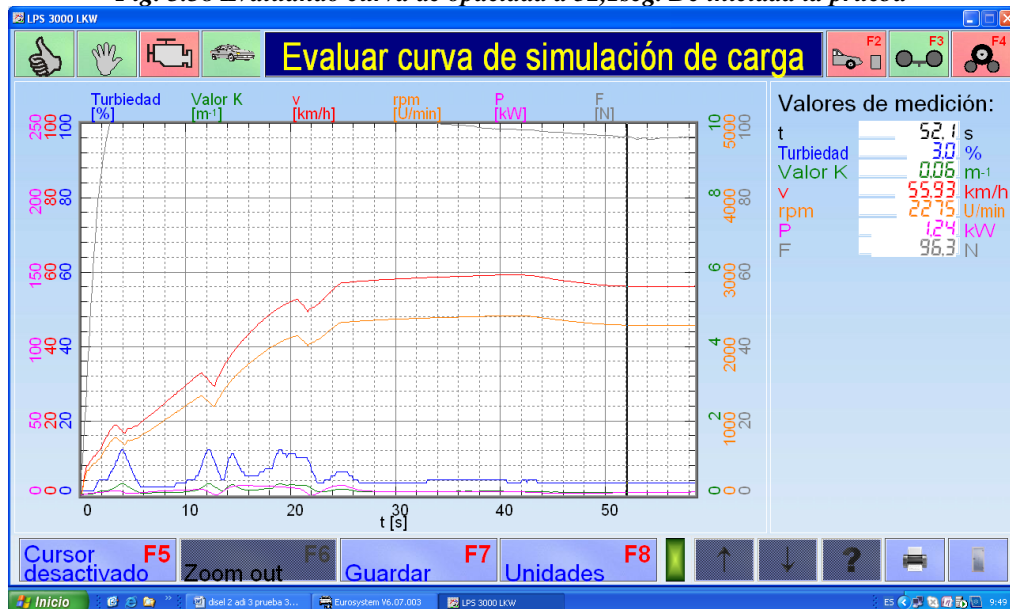


Fig. 3.37 Evaluando curva de opacidad a 19seg. De iniciada la prueba



Fuente: Los Autores

Fig. 3.38 Evaluando curva de opacidad a 52,1seg. De iniciada la prueba



Fuente: Los Autores



3.4.2 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL 2 A 40 SEGUNDOS DE INICIADA LA PRUEBA

Tomamos como el primer resultado importante, el que se da a los 40 segundos de iniciada la prueba, ya que, a partir de este punto la curva de velocidad se estabiliza a aproximadamente 60 km/h, como si el vehículo estuviera en recorrido constante, emanando gases de combustión como lo haría normalmente. Al final se presenta un grafico que nos ayuda a entender de mejor manera los efectos de los aditivos en el diesel 2.

Tabla 3.28 Resultados con Diesel 2

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm (u/min) X1000	P(kw)	F(N) X10
08/07/2011	40,00	1,0	0,030	5,721	2,340	1,35	9,57
12/07/2011	40,00	2,0	0,040	5,563	2,153	1,37	8,50
Promedio	40,00	1,5	0,035	5,642	2,247	1,36	9,04

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.29 Resultados con Diesel 2 mas aditivo 1

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm (u/min) X1000	P(kw)	F(N) X10
19/07/2011	40,00	2,0	0,04	5,609	3,186	2,26	8,55
20/07/2011	40,00	2,0	0,05	5,600	2,222	1,36	9,18
21/07/2011	40,00	2,0	0,05	5,719	2,597	1,96	9,43
Promedio	40,00	2,0	0,047	5,643	2,668	1,86	9,05

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.30 Resultados con Diesel 2 más aditivo 2

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm (u/min) X1000	P(kw)	F(N) x10
26/07/2011	40,00	2,0	0,03	5,543	2,318	0,15	7,97
27/07/2011	40,00	3,0	0,06	5,750	2,251	1,70	9,43



30/07/2011	40,00	3,0	0,05	5,704	3,011	1,69	9,74
Promedio	40,00	2,67	0,047	5,666	2,527	1,18	9,05

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

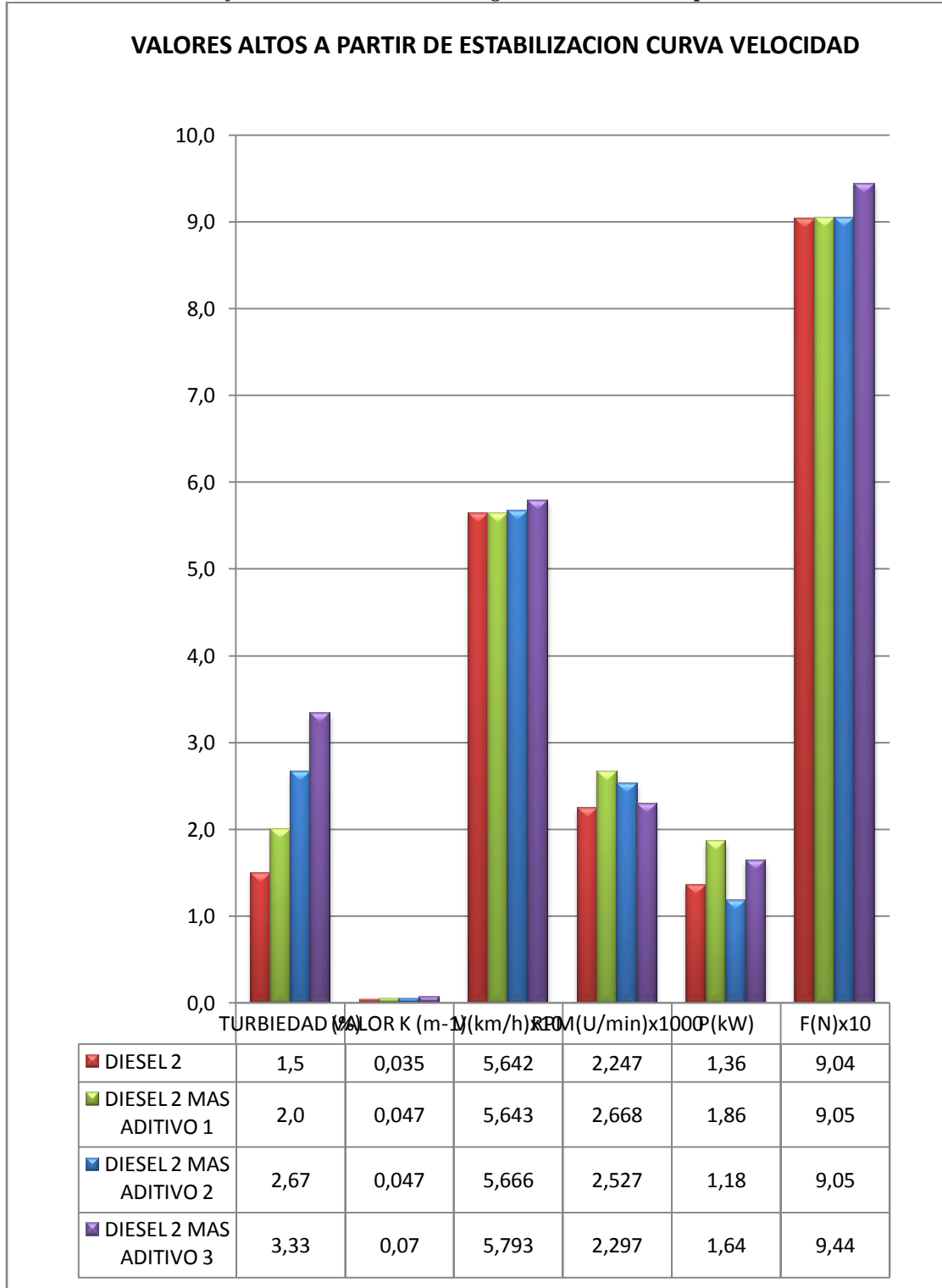
Tabla 3.31 Resultados con Diesel 2 más aditivo 3

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm (u/min) X1000	P(kw)	F(N) X10
08/09/2011	40,00	3,0	0,06	5,753	2,162	1,45	9,06
13/09/2011	40,00	4,0	0,09	5,896	2,398	1,78	9,82
13/09/2011	40,00	3,0	0,06	5,730	2,330	1,69	9,45
Promedio	40,00	3,33	0,07	5,793	2,297	1,64	9,44

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



Grafico 3.11. Resultados a 40 segundos de iniciada la prueba



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*



3.4.2.1 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL 2 (VALORES MÁS ALTOS)

Dentro de este punto tomamos como referencia de análisis los valores más altos dados en las pruebas de opacidad, independientemente del tiempo en el cual se den los resultados. Se detallan los resultados que nos brinda el software después de las mediciones, en los mismos que se detallan los factores de conversión que fueron utilizados para que, en la gráfica que se encuentra al final se pueda apreciar de mejor manera los resultados de los efectos de los aditivos en el diesel Premium.

Tabla 3.32 Resultados con Diesel 2

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
08/07/2011	61,0	2,19	6,091	2,492	10,70	11,68
12/07/2011	34,7	0,98	5,910	2,288	12,21	10,83
Promedio	47,9	1,59	6,001	2,390	11,46	11,26

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.33 Resultados con Diesel 2 mas aditivo 1

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
19/07/2011	15,00	0,37	5,746	3,264	7,02	10,11
20/07/2011	22,30	0,58	5,819	2,309	11,90	11,10
21/07/2011	7,00	0,16	5,719	2,597	5,47	10,91
Promedio	14,77	0,37	5,761	2,723	8,13	10,71

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Tabla 3.34 Resultados con Diesel 2 más aditivo 2

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
26/07/2011	28,9	0,79	5,743	2,401	9,25	10,05
27/07/2011	15,0	0,38	5,777	2,261	11,07	11,73
30/07/2011	22,8	0,60	5,729	3,024	9,44	11,95
Promedio	22,23	0,59	5,750	2,562	9,92	11,24

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

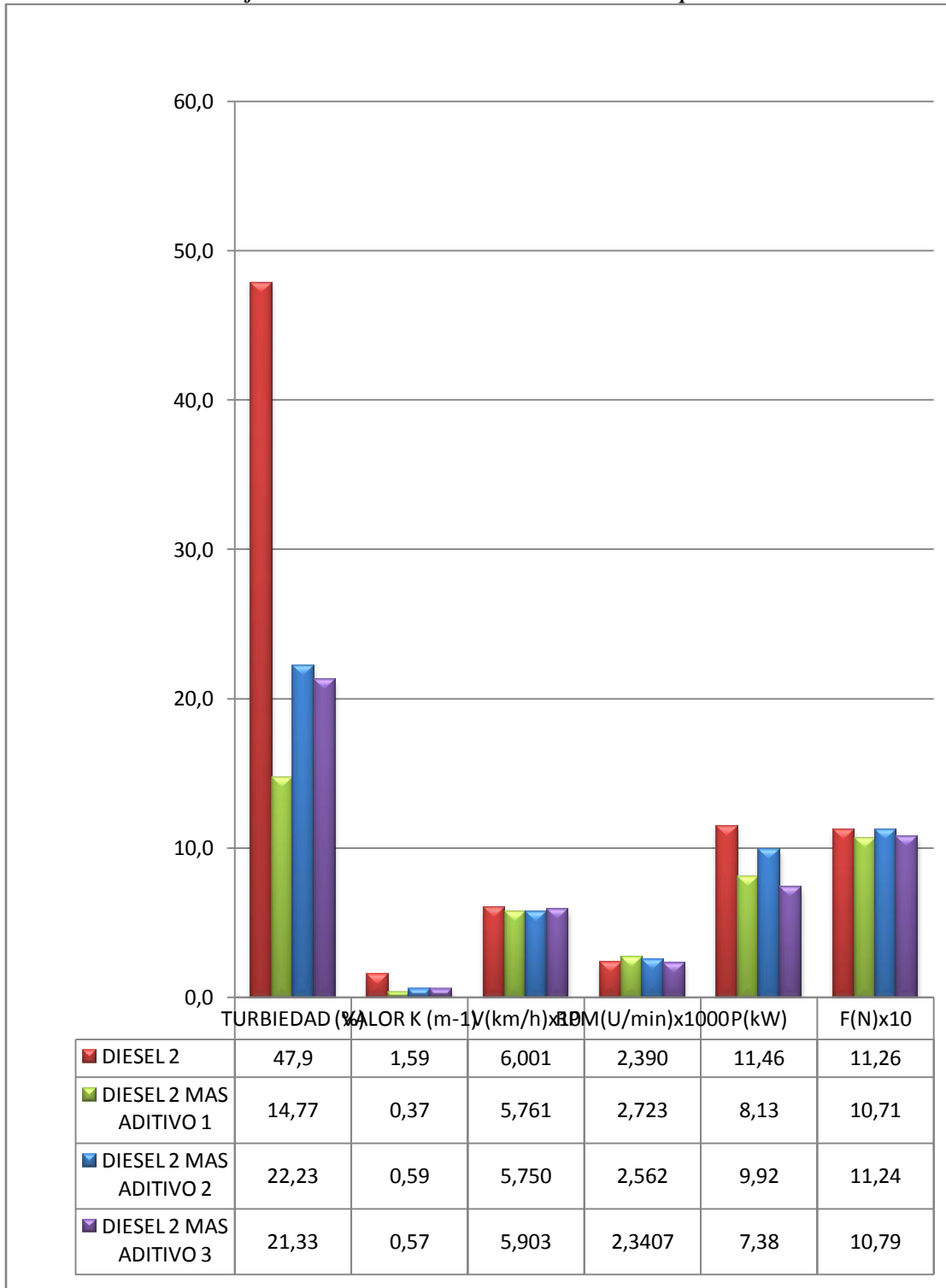
Tabla 3.35 Resultados con Diesel 2 más aditivo 3

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
08/09/2011	35,0	0,99	5,814	2,185	8,24	9,91
13/09/2011	12,0	0,29	5,897	2,398	5,96	11,11
13/09/2011	17,0	0,43	5,997	2,439	7,95	11,34
Promedio	21,33	0,57	5,903	2,3407	7,38	10,79

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 3.12. Resultados más altos dados en cada prueba



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



3.4.3 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL PREMIUM A 40 SEGUNDOS DE INICIADA LA PRUEBA

Tomamos como el primer resultado importante, el que se da a los 40 segundos de iniciada la prueba, ya que, a partir de este punto la curva de velocidad se estabiliza a aproximadamente 60 km/h, como si el vehículo estuviera en recorrido constante, emanando gases de combustión como lo haría normalmente.

En las siguiente tablas se detallan los resultados que nos brinda el software una vez concluidas las mediciones, en las mismos que se detallan los factores de conversión que fueron utilizados para que, en la gráfica que se encuentra al final se pueda apreciar de mejor manera los resultados de los efectos de los aditivos en el diesel Premium.

Tabla 3.36 Resultados con Diesel Premium

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
16/06/2011	40,00	2,0	0,040	5,242	2,065	2,87	10,44
23/06/2011	40,00	2,0	0,040	5,535	2,180	1,26	1,97
05/07/2011	40,00	2,0	0,040	5,574	2,277	1,72	9,63
Promedio	40,00	2,00	0,04	5,45	2,17	1,95	7,35

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.37 Resultados con Diesel Premium mas aditivo 1

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
02/08/2011	40,00	2,0	0,04	5,497	2,437	1,51	9,99
03/08/2011	40,00	2,0	0,03	5,646	2,143	0,53	8,05
04/08/2011	40,00	2,0	0,03	5,393	2,129	1,20	8,18
Promedio	40,00	2,0	0,033	5,512	2,236	1,08	8,74

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Tabla 3.38 Resultados con Diesel Premium más aditivo 2

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
23/08/2011	40,00	2,0	0,04	5,515	2,261	2,27	9,88
24/08/2011	40,00	2,0	0,03	5,840	2,214	0,62	8,9
25/08/2011	40,00	3,0	0,06	5,733	2,231	1,71	8,88
Promedio	40,00	2,33	0,043	5,696	2,235	1,533	9,22

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

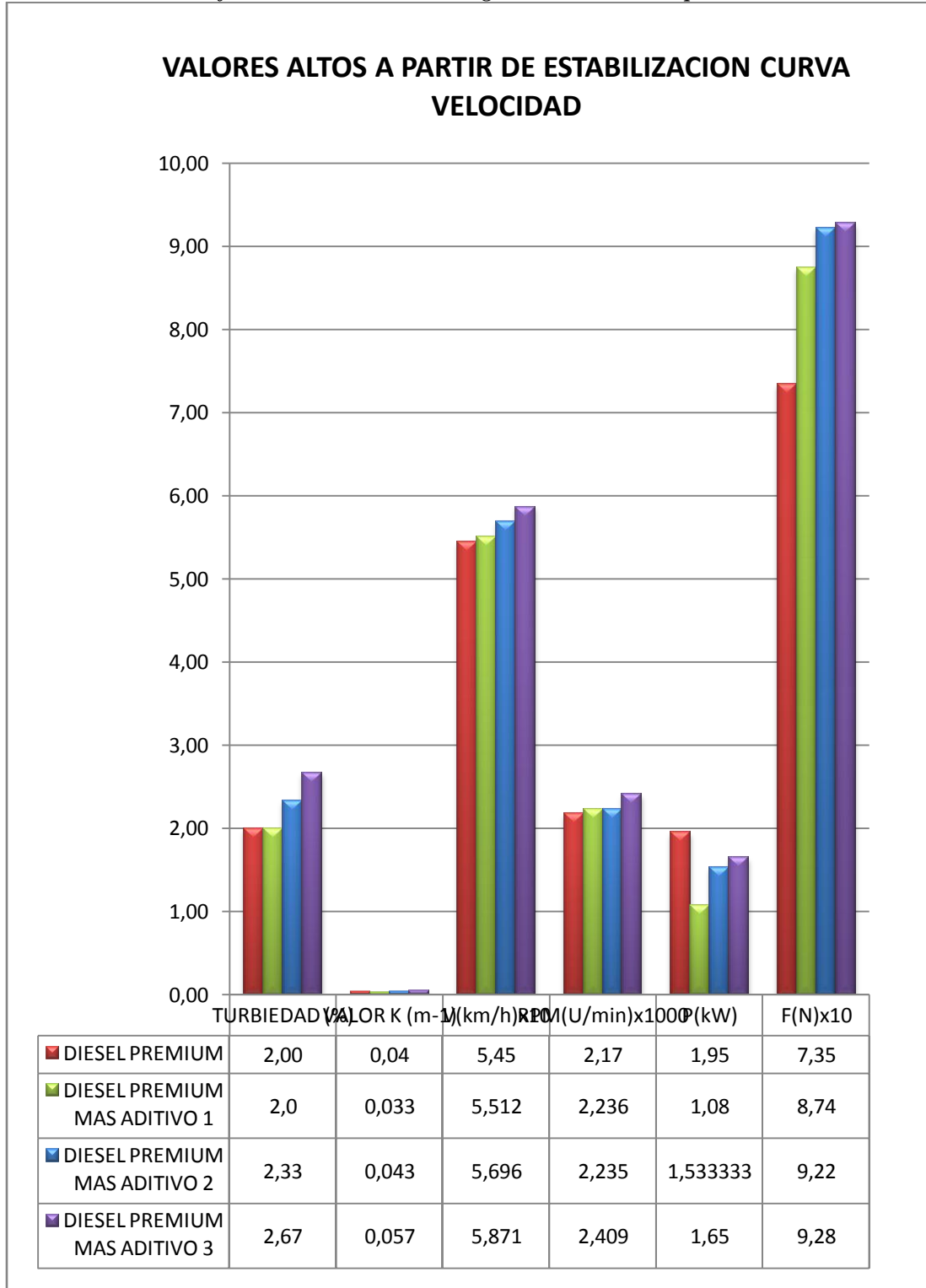
Tabla 3.39 Resultados con Diesel Premium más aditivo 3

Fecha	Tiempo	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
30/08/2011	40,00	2,0	0,04	5,852	2,671	1	9,11
31/08/2011	40,00	4,0	0,08	5,908	2,326	1,69	8,86
01/09/2011	40,00	2,0	0,05	5,854	2,229	2,26	9,88
Promedio	40,00	2,67	0,057	5,871	2,409	1,65	9,28

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 3.13. Resultados a 40 segundos de iniciada la prueba



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*



3.4.3.1 RESULTADOS DE MEDICION DE OPACIDAD CON DIESEL PREMIUM (VALORES MAS ALTOS).

En este punto tomamos como referencia de análisis los valores más altos dados en las pruebas de opacidad, independientemente del tiempo en el cual se den los resultados.

En las tablas que se presentan, se detallan los resultados que nos brinda el software después de las mediciones, en los mismos que se detallan los factores de conversión que fueron utilizados para que, en la gráfica que se encuentra al final se pueda apreciar de mejor manera los resultados de los efectos de los aditivos en el diesel Premium.

Tabla 3.40 Resultados con Diesel Premium

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
16/06/2011	4,0	0,09	6,068	2,390	4,99	10,58
23/06/2011	17,0	0,42	5,787	2,280	7,18	8,82
05/07/2011	9,0	0,21	5,910	2,415	7,18	12,32
Promedio	10,0	0,24	5,922	2,362	6,45	10,57

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Tabla 3.41 Resultados con Diesel Premium mas aditivo 1

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
02/08/2011	94,90	6,83	5,960	2,642	13,12	11,96
03/08/2011	75,80	3,29	5,978	2,269	11,45	9,61
04/08/2011	25,00	0,67	5,873	2,319	7,71	10,02
Promedio	65,23	3,60	5,937	2,410	10,76	10,53

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Tabla 3.42 Resultados con Diesel Premium más aditivo 2

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm(u/min) X1000	P(kw)	F(N)x10
23/08/2011	14,7	0,35	5,742	2,354	9,61	11,79
24/08/2011	14,0	0,36	5,931	2,249	8,68	10,67
25/08/2011	21	0,53	6,084	2,368	8,38	10,15
Promedio	16,57	0,41	5,919	2,324	8,89	10,87

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

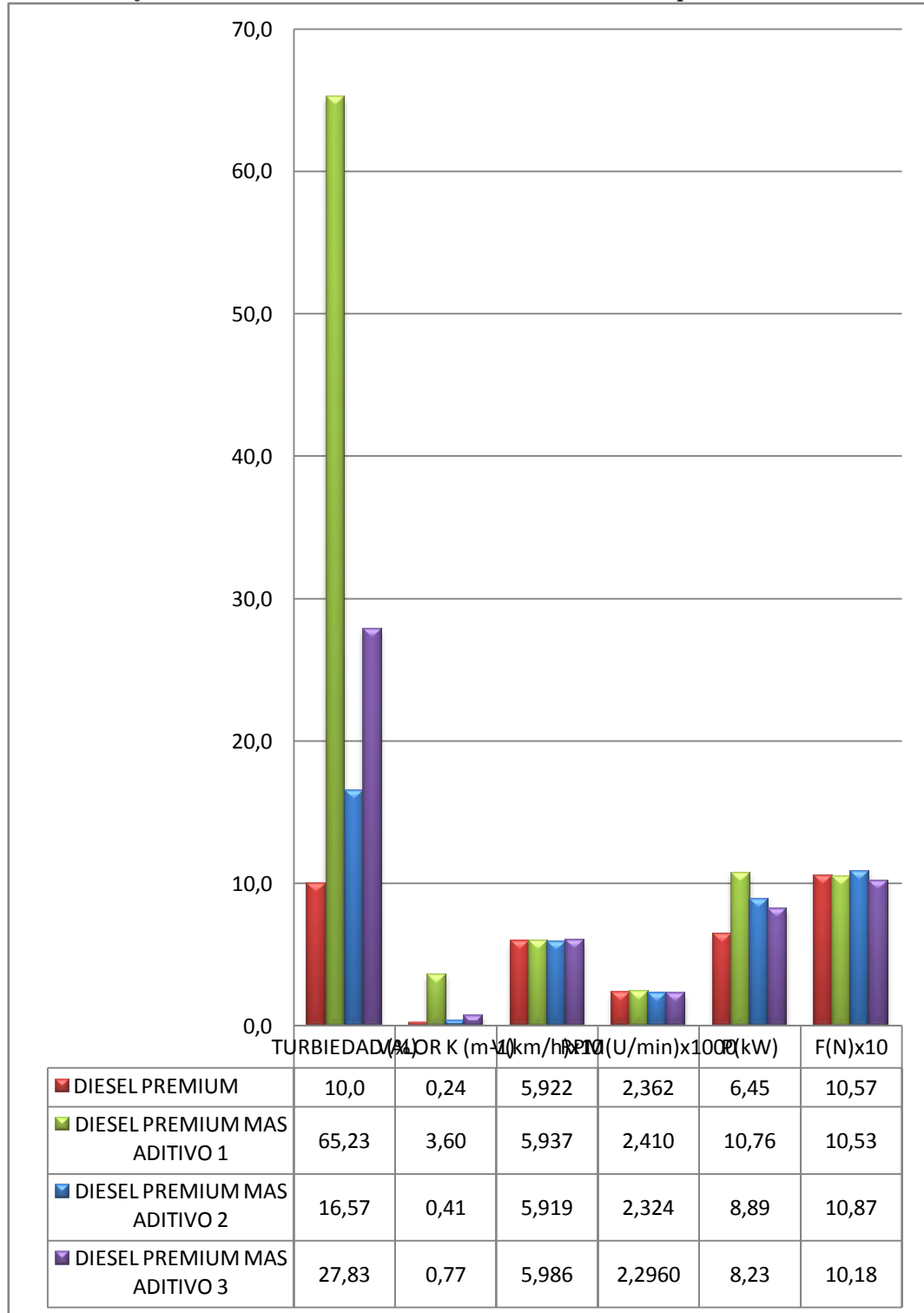
Tabla 3.43 Resultados con Diesel Premium más aditivo 3

Fecha	Turbiedad (%)	Valor k (m-1)	V(km/h) X10	Rpm (u/min) X1000	P(kw)	F(N) X10
30/08/2011	35,0	0,99	5,814	2,185	8,24	9,91
31/08/2011	15,5	0,38	6,024	2,372	5,28	9,66
01/09/2011	33,0	0,93	6,121	2,331	11,16	10,97
Promedio	27,83	0,77	5,986	2,2960	8,23	10,18

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 3.14. Resultados de valores más altos dados en cada prueba



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



3.5 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS DEL COMBUSTIBLE.

3.5.1 GENERALIDADES

El análisis de las propiedades físico – químicas, se lo realizó con la finalidad de determinar el grado de variación de dichas propiedades al mezclar el aditivo con el diesel, independientemente de si se utiliza diesel 2 o diesel Premium, estos análisis fueron basado en normas ASTM, así como en normas INEN, indicadas con anterioridad en el CAPITULO I de esta tesis.

En la tabla 3.2 se detalla el lugar en el cual fueron realizados estos análisis, y los parámetros que se revisaron en cada lugar.

Los resultados de estas pruebas están resumidas en tablas generales, además, se realiza un análisis por parámetros para determinar las diferencias que existe usando diesel 2 y diesel Premium mezclado con los diferentes aditivos.

3.5.2 RESULTADOS GENERALES UTILIZANDO DIESEL 2 MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS

Una vez realizado el análisis de las propiedades físico – químicas tanto de diesel 2 como del diesel 2 mezclado con los diferentes aditivos, presentamos la siguiente tabla en donde se puede apreciar el lugar en donde fueron realizados los análisis, los parámetros analizados, el método de análisis, y los resultados que arrojaron estas pruebas.



Tabla 3.44 Resultados con Diesel 2

Lugar	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Valores permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
Escuela Superior Politécnica Del litoral	Densidad API	°API	ASTM D 1298	-	34,7	34,7	34,7	34,7
	Punto De Inflamación	°C	ASTM D 93	Mínimo 51	57	57	60	58
	Agua Y Sedimentos	(%) Vol.	INEN 1494	Máximo 0,05	0,004	0,02	0,03	0,12
	Carbón Residual	(%) peso	INEN 1491	Máximo 0,15	0,004	0,02	0,03	0,12
	Viscosidad Cinemática A 40°C	cSt	INEN 810	Mín. 2,5 – máx. 6	3,11	3,11	3,08	3,34
	Índice cetano Calculado	-	INEN 1495	Mínimo 45	50,5	50,5	50,5	50,5
	Temperatura de destilación 90%	% vs. °C	INEN 926	Máximo 370	328	327	328	239
Universidad Central Del Ecuador	Contenido De azufre	(%) peso	ASTM D 4294	Máximo 0,7	0,3195	0,2798	0,2792	0,2924

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

3.5.2.1 RESULTADOS POR PARAMETROS UTILIZANDO DIESEL 2 MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS

A continuación procedemos a analizar individualmente los parámetros y los resultados obtenidos en cada análisis, y se presenta una grafica para poder observar de mejor manera las variaciones que existen con cada tipo de combustible.

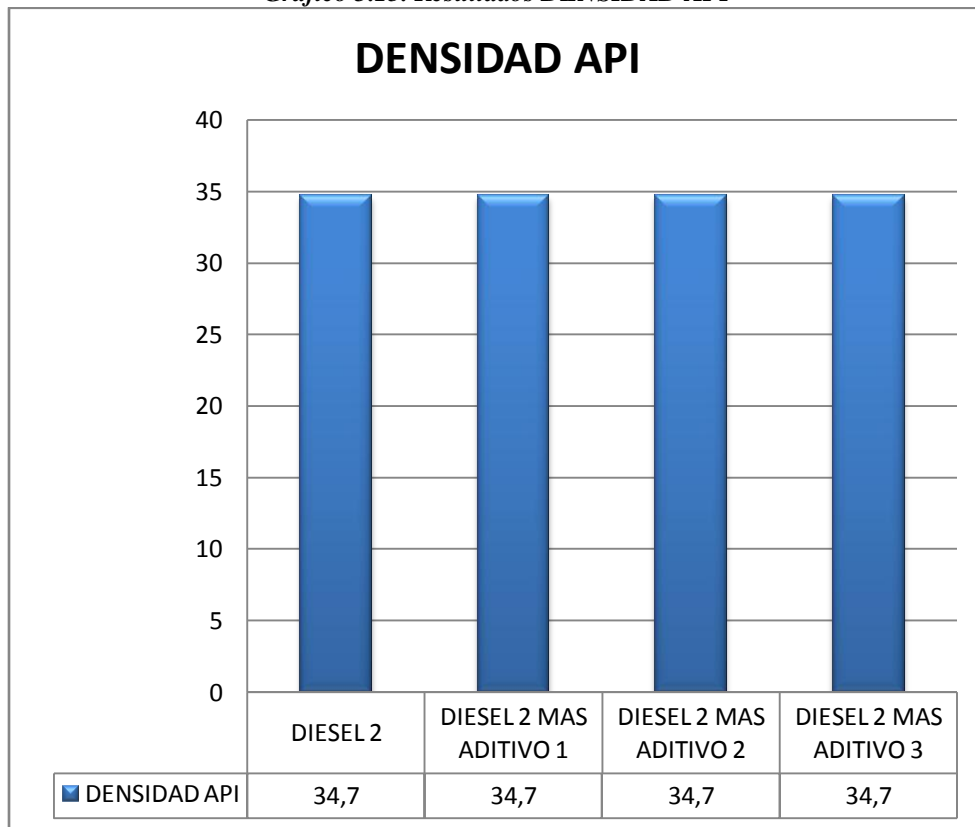


Tabla 3.45 Resultados de DENSIDAD API

Unidad	Metodo de analisis	Valores maximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 mas aditivo 1	Diesel 2 mas aditivo 2	Diesel 2 mas aditivo 3
°API	ASTM D 1298	-	34,7	34,7	34,7	34,7

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

Grafico 3.15. Resultados DENSIDAD API



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

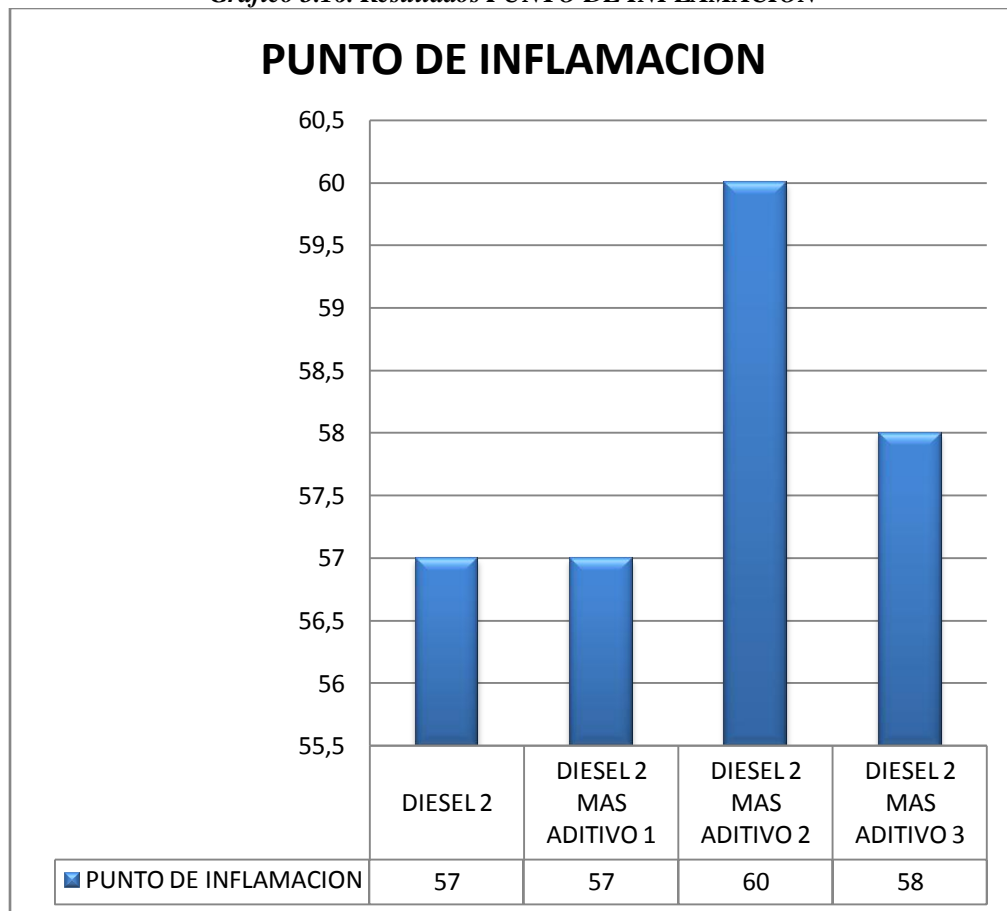


Tabla 3.46 Resultados del PUNTO DE INFLAMACION

Unidad	Metodo de analisis	Valores maximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 mas aditivo 1	Diesel 2 mas aditivo 2	Diesel 2 mas aditivo 3
°c	ASTM D 93	Mínimo 51	57	57	60	58

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.16. Resultados PUNTO DE INFLAMACION



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

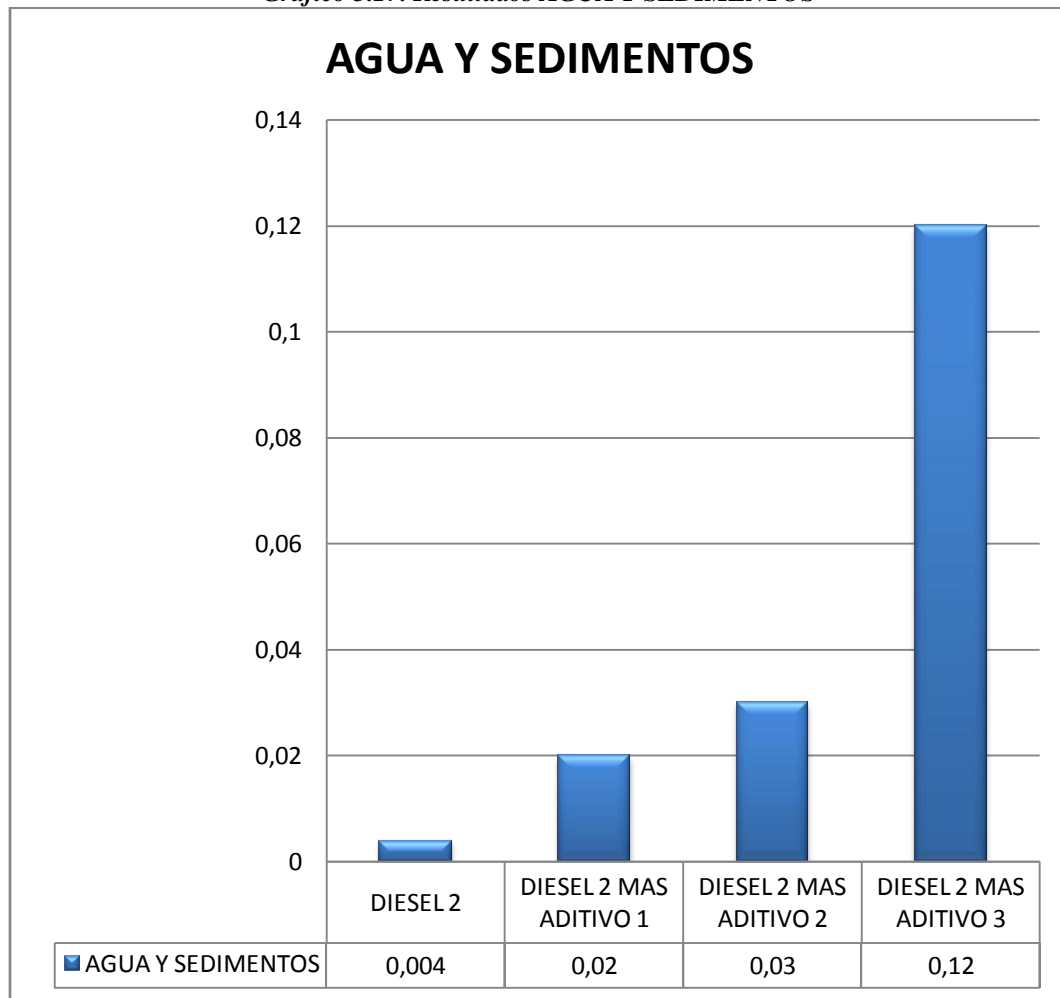


Tabla 3.47 Resultados de AGUA Y SEDIMENTOS

Unidad	Método de análisis	Valores maximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 mas aditivo 1	Diesel 2 mas aditivo 2	Diesel 2 mas aditivo 3
(%)volumen	INEN 1494	Máximo 0,05	0,004	0,02	0,03	0,12

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.17. Resultados AGUA Y SEDIMENTOS



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

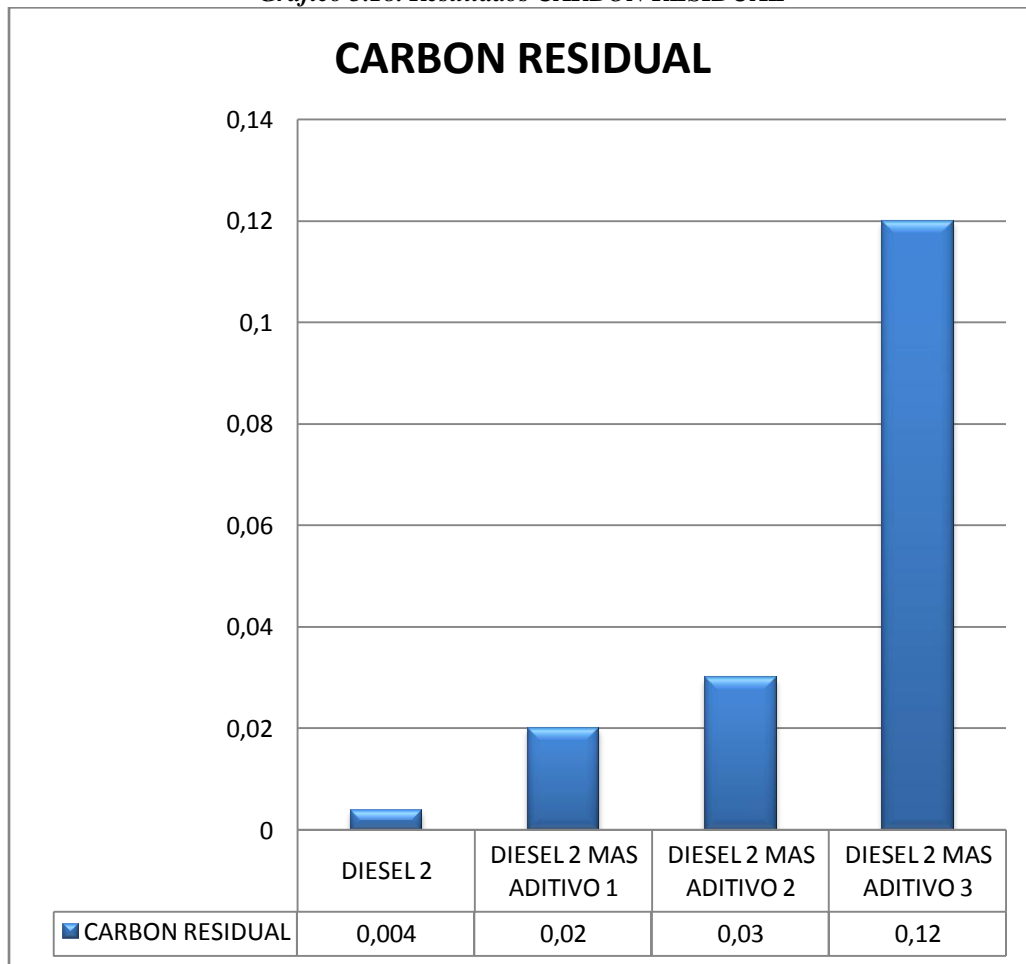


Tabla 3.48 Resultados de CARBON RESIDUAL

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
(%) peso	INEN 1491	Máximo 0,15	0,004	0,02	0,03	0,12

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.18. Resultados CARBON RESIDUAL



Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

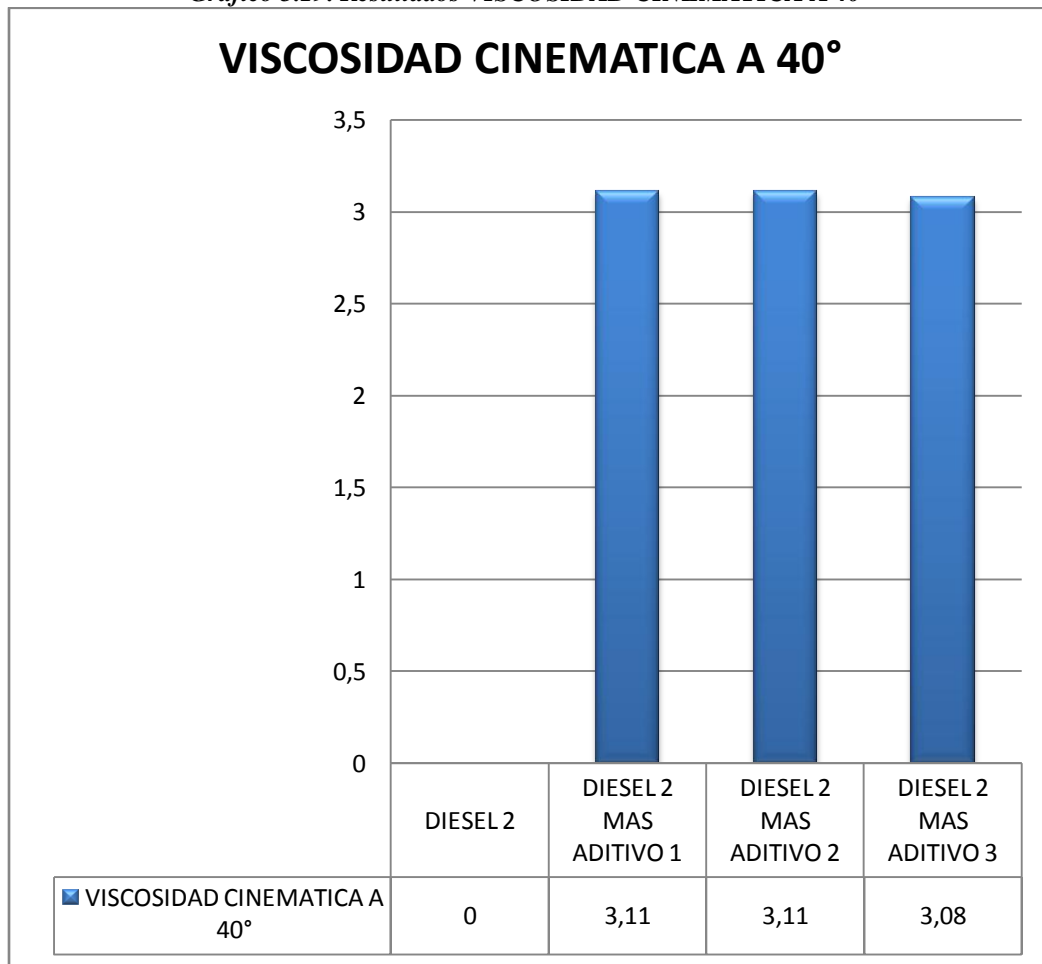


Tabla 3.49 Resultados de VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
-	INEN 1495	Mín. 2,5 - máx. 6	3,11	3,11	3,08	3,34

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

Grafico 3.19. Resultados VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

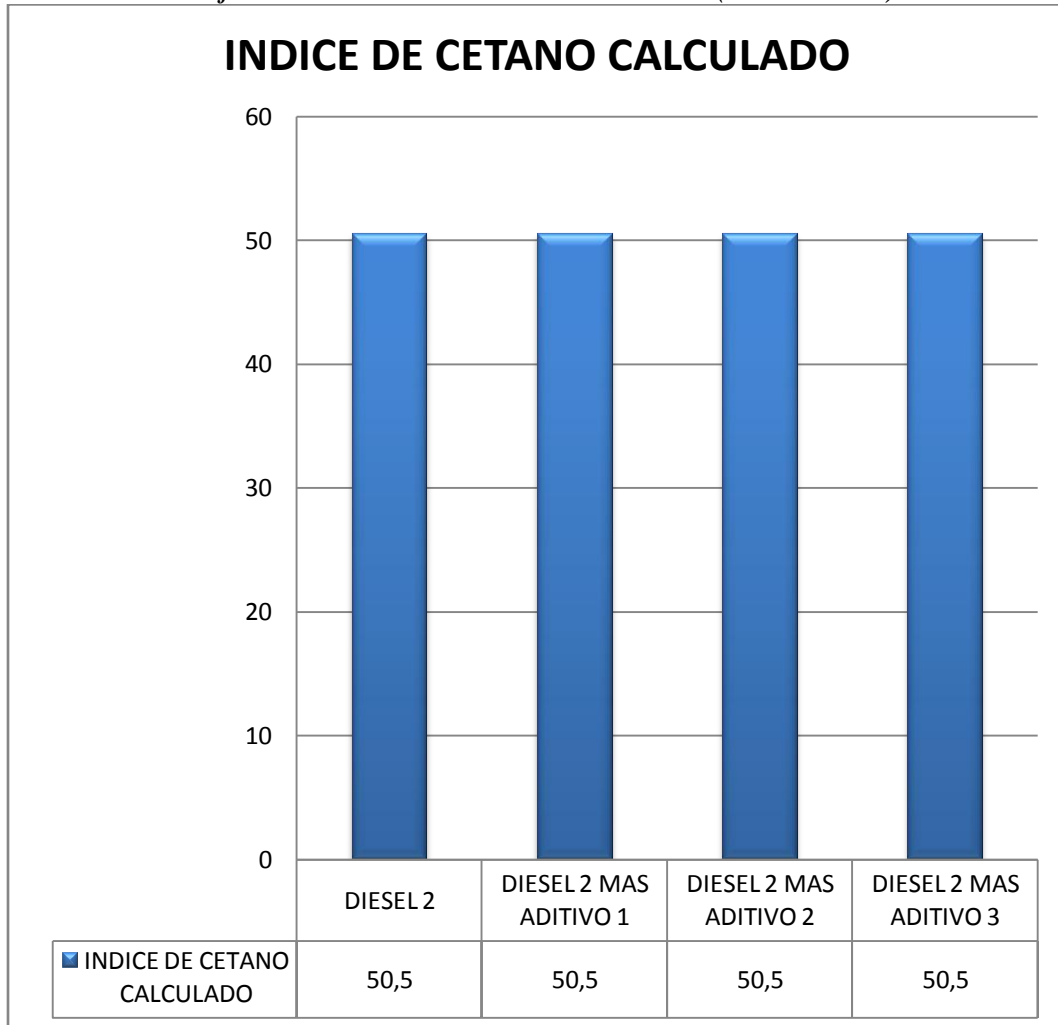


Tabla 3.50 Resultados de INDICE DE CETANO (CALCULADO)

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
-	INEN 1495	Mínimo 45	50,5	50,5	50,5	50,5

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

Grafico 3.20. Resultados INDICE DE CETANO (CALCULADO)



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

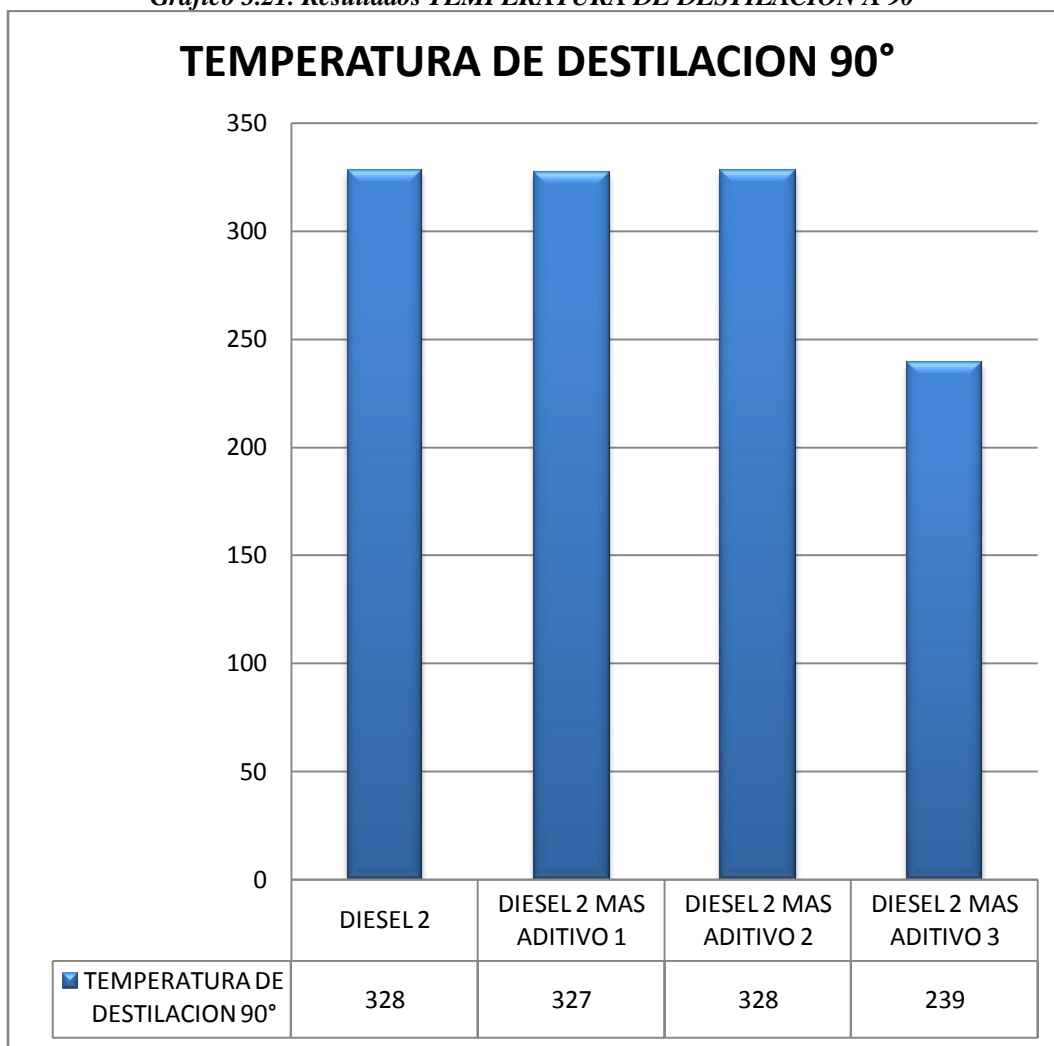


Tabla 3.51 Resultados de TEMPERATURA DE DESTILACION A 90°

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
% vs. °c	INEN 926	Máximo 370	328	327	328	239

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

Grafico 3.21. Resultados TEMPERATURA DE DESTILACION A 90°



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*

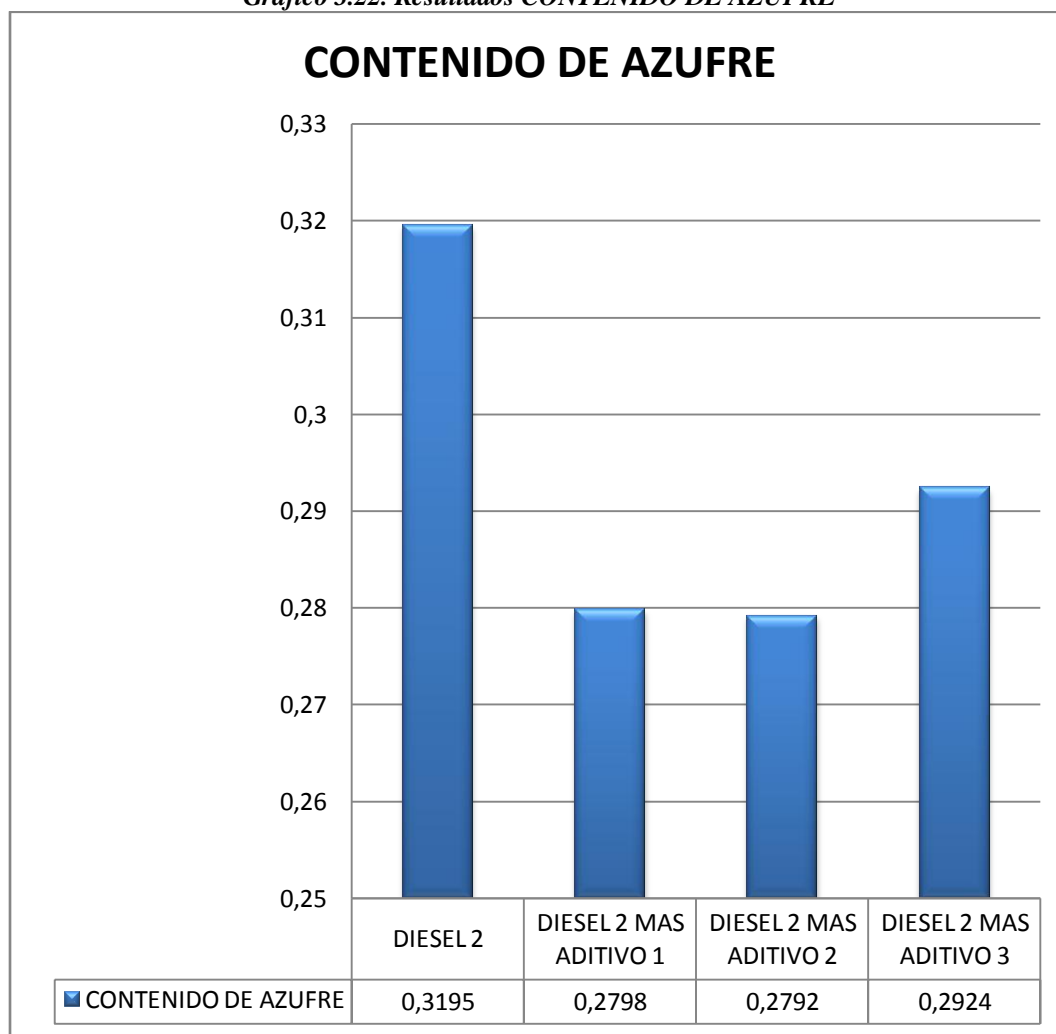


Tabla 3.52 Resultados de CONTENIDO DE AZUFRE

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel 2	Diesel 2 más aditivo 1	Diesel 2 más aditivo 2	Diesel 2 más aditivo 3
(%)peso	ASTM D 4294	Máximo 0,7	0,3195	0,2798	0,2792	0,2924

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.22. Resultados CONTENIDO DE AZUFRE



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



3.5.3 RESULTADOS GENERALES UTILIZANDO DIESEL PREMIUM

Una vez realizado el análisis de las propiedades físico – químicas tanto de diesel Premium como del diesel Premium mezclado con los diferentes aditivos, presentamos la siguiente tabla en donde se puede apreciar el lugar en donde fueron realizados los análisis, los parámetros analizados, el método de análisis, y los resultados que presentaron estas pruebas.

Tabla 3.53 Resultados con Diesel Premium

Lugar	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium mas aditivo 1	Diesel Premium mas aditivo 2	Diesel Premium mas aditivo 3
Escuela Superior Politécnica Del litoral	Densidad API	°API	ASTM D 1298	-	37,5	36,3	37,3	37,2
	Punto de inflamación	°C	ASTM D 93	Mínimo 51	59	62	57	57
	Agua y sedimentos	(%) Vol.	INEN 1494	Máximo 0,05	0,005	0,01	0	0,005
	Carbón residual	(%) peso	INEN 1491	Máximo 0,15	0,002	0,03	0,04	0,03
	Viscosidad cinemática a 40°C	cSt	INEN 810	Mín. 2,5 – máx. 6	2,63	2,72	2,55	2,9
	Índice cetano calculado	-	INEN 1495	Mínimo 45	50,5	51,5	50,5	50,5
Universidad Central Del ecuador	Temperatura de destilación 90%	% vs. °C	INEN 926	Máximo 370	321	324	324	322
	Contenido de azufre	(%) peso	ASTM D 4294	Máximo 0,05	0,0016	0,0125	0,0127	0,0136

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



3.5.3.1 RESULTADOS POR PARAMETROS UTILIZANDO DIESEL PREMIUM MEZCLADO CON LOS DIFERENTES ADITIVOS

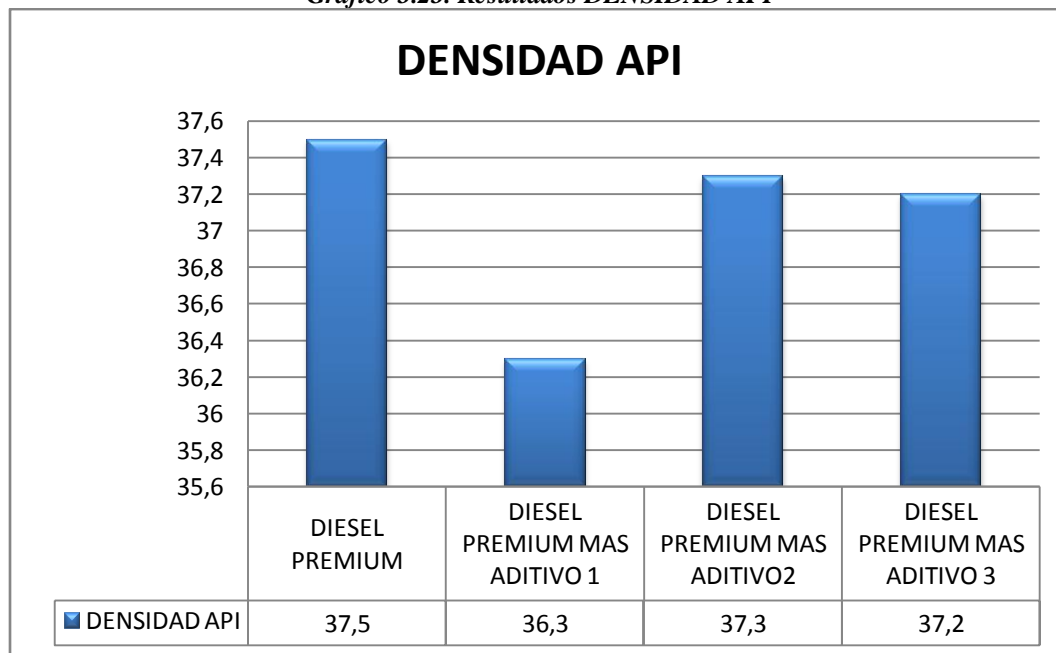
A continuación procedemos a analizar individualmente los parámetros y los resultados obtenidos en cada análisis, y se presenta una grafica para poder observar de mejor manera las variaciones que existen con cada tipo de combustible.

Tabla 3.54 Resultados de DENSIDAD API

Unidad	Método De Análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel premium más aditivo 3
°API	ASTM D 1298	-	37,5	36,3	37,3	37,2

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.23. Resultados DENSIDAD API



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

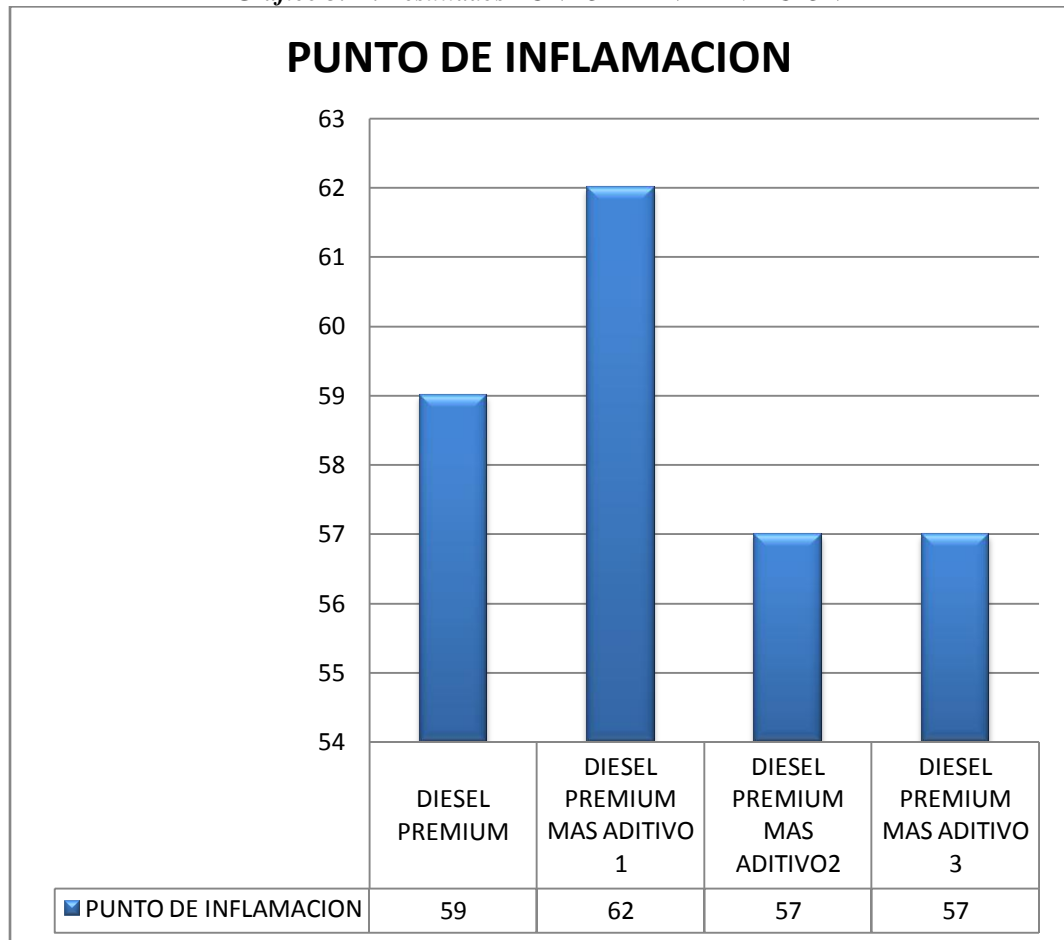


Tabla 3.55 Resultados del PUNTO DE INFLAMACION

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
°C	ASTM D 93	Mínimo 51	59	62	57	57

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.24. Resultados PUNTO DE INFLAMACION



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

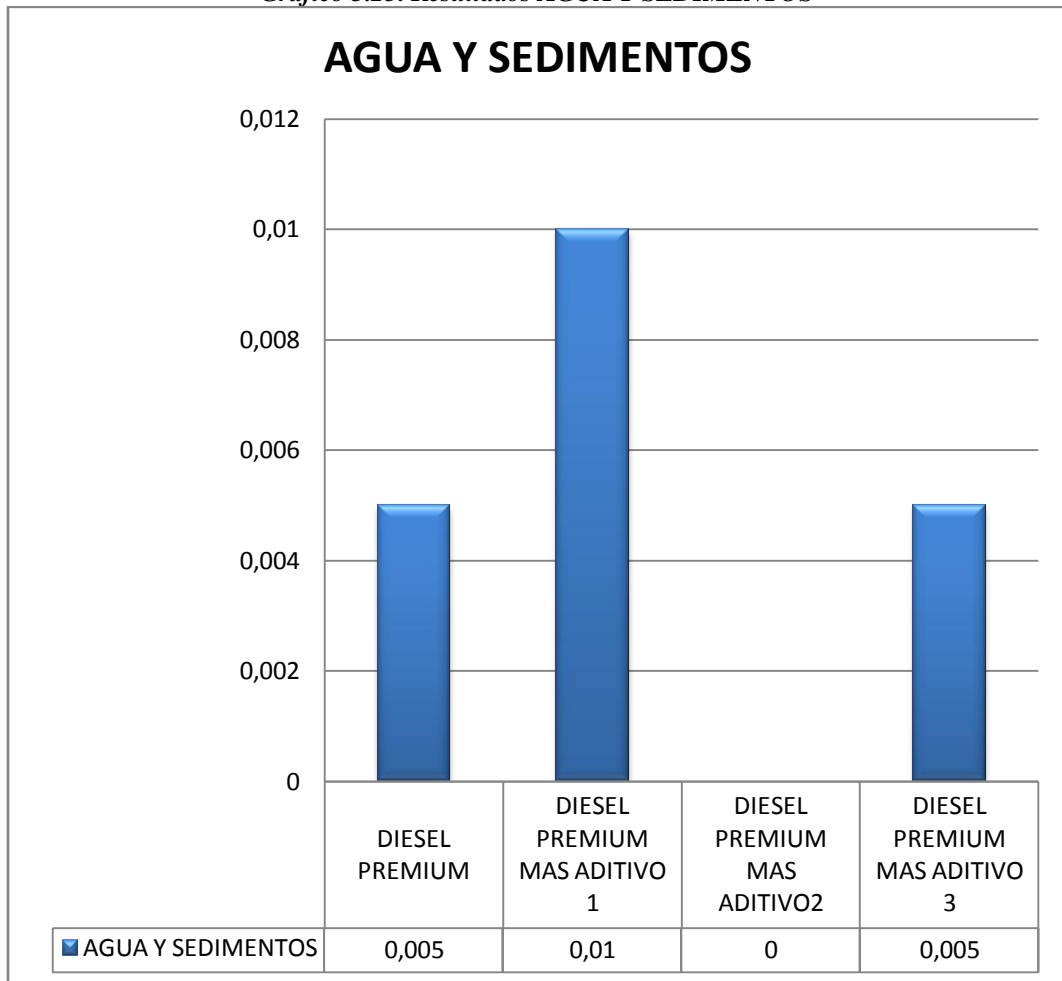


Tabla 3.56 Resultados de AGUA Y SEDIMENTOS

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
(%)Vol.	INEN 1494	Máximo 0,05	0,005	0,01	0	0,005

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.25. Resultados AGUA Y SEDIMENTOS



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

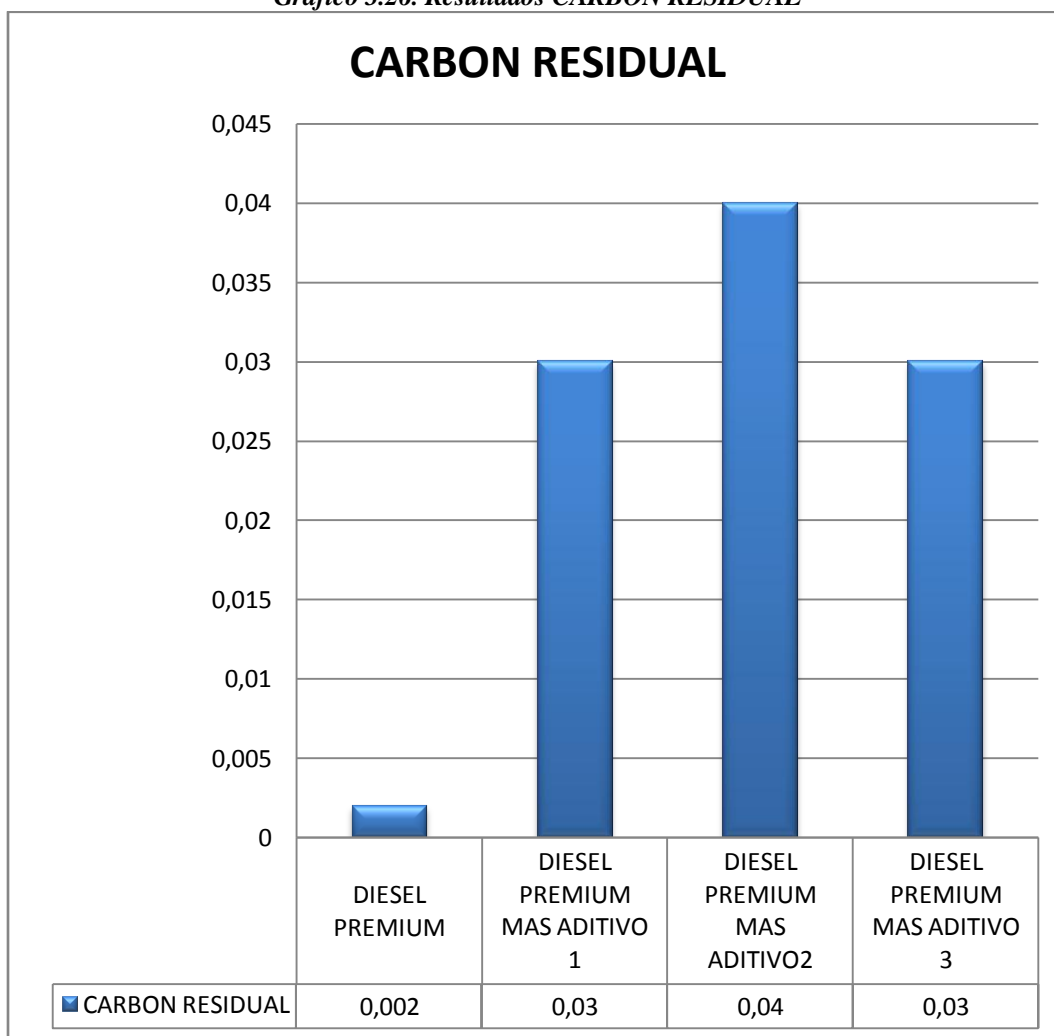


Tabla 3.57 Resultados de CARBON RESIDUAL

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
(%) peso	INEN 1491	Máximo 0,15	0,002	0,03	0,04	0,03

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.26. Resultados CARBON RESIDUAL



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

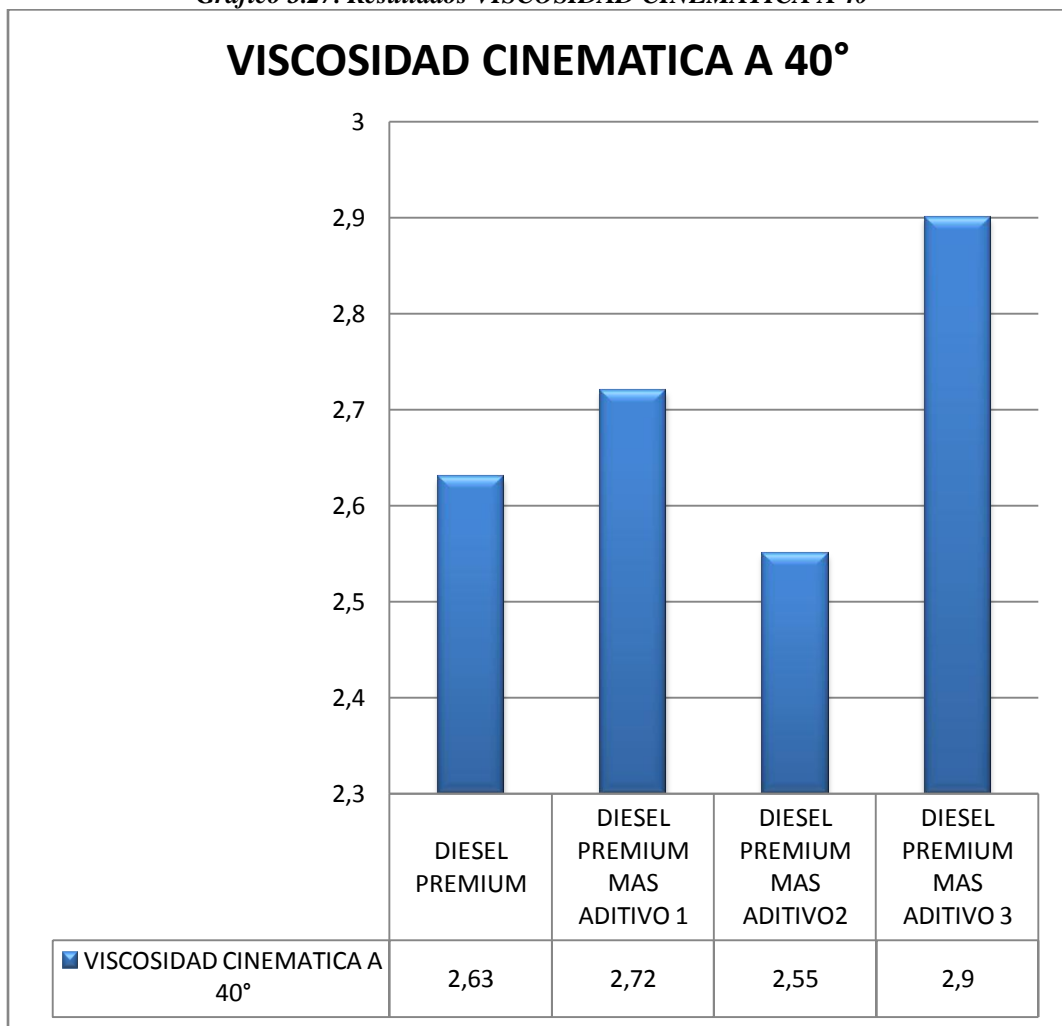


Tabla 3.58 Resultados de VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
cSt	INEN 810	Mín. 2,5 - Máx. 6	2,63	2,72	2,55	2,9

Fuente: Hojas de resultados
 Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Grafico 3.27. Resultados VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°



Fuente: Hojas de resultados
 Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

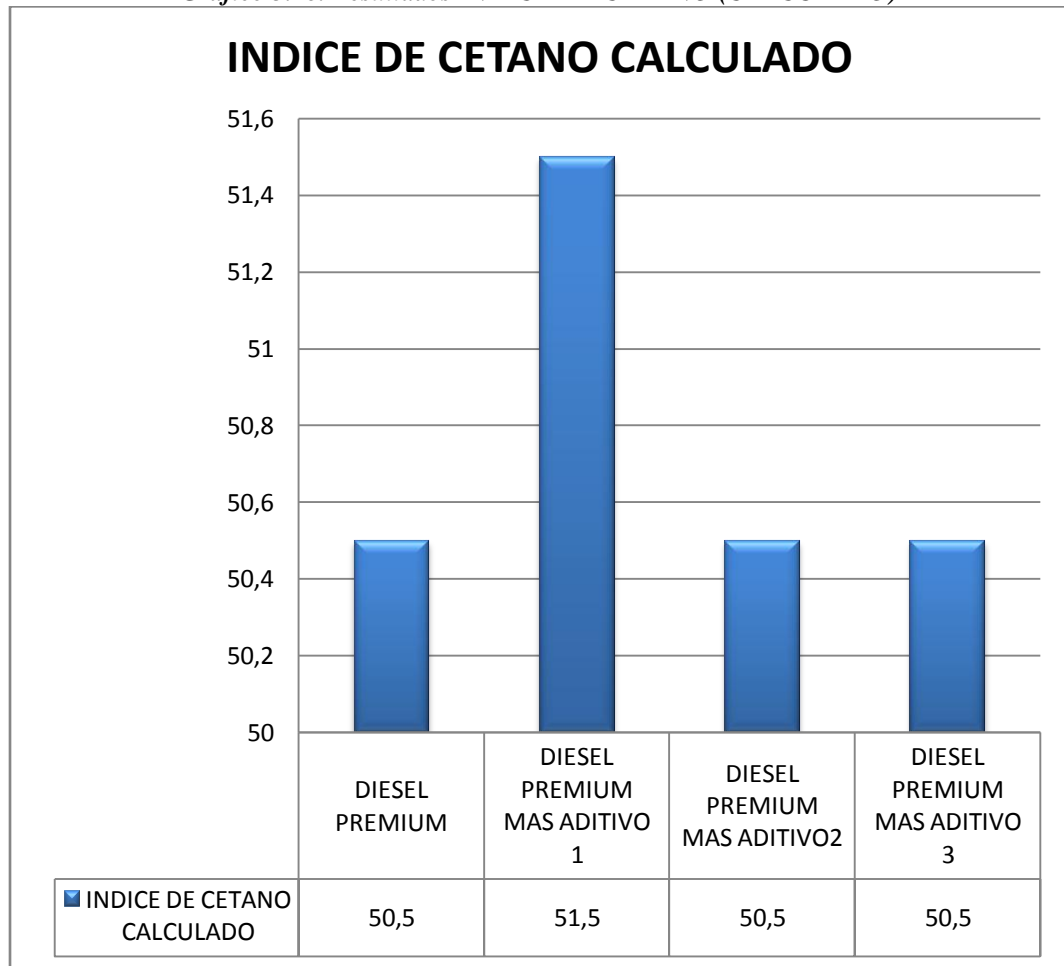


Tabla 3.59 Resultados de INDICE DE CETANO (CALCULADO)

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
-	INEN 1495	Mínimo 45	50,5	51,5	50,5	50,5

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.28. Resultados INDICE DE CETANO (CALCULADO)



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

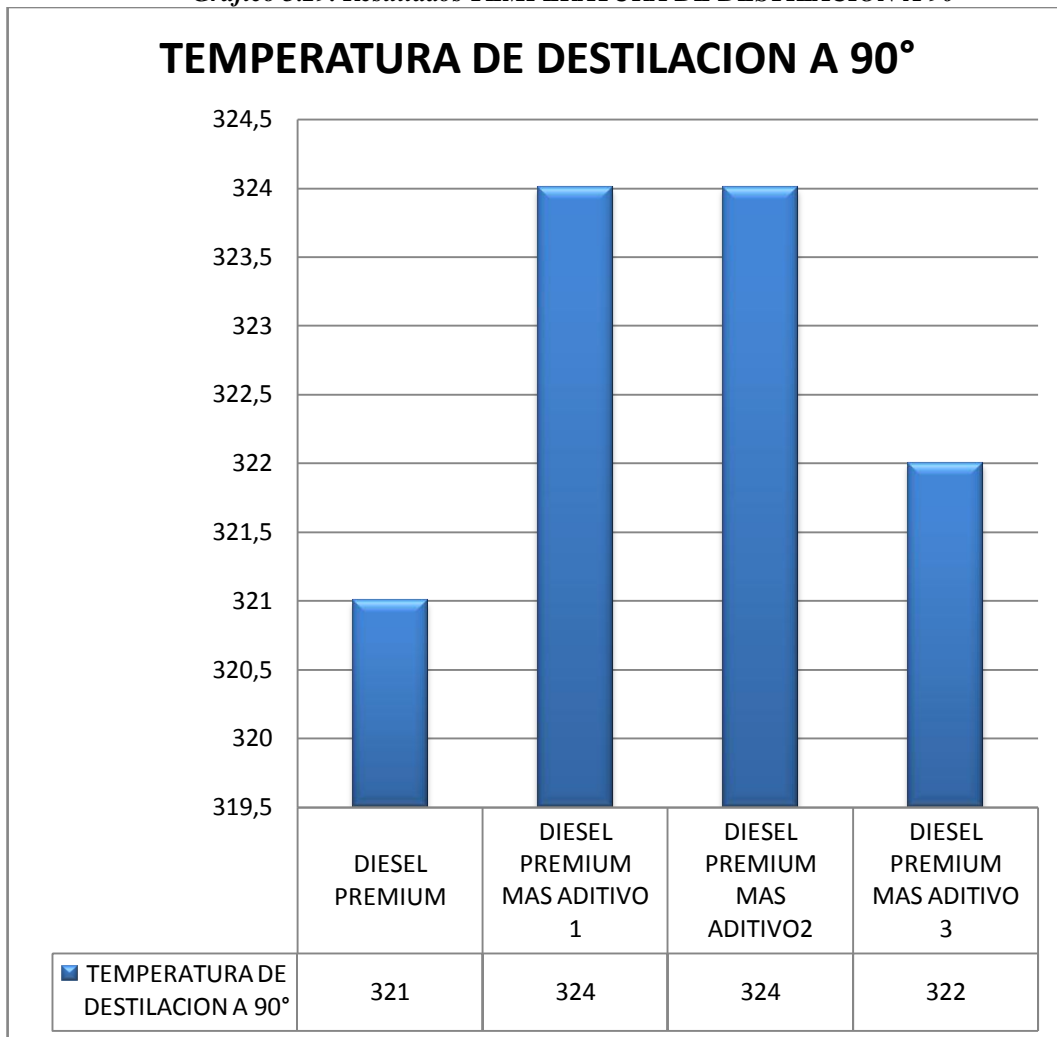


Tabla 3.60 Resultados de TEMPERATURA DE DESTILACION A 90°

Unidad	Método de análisis	Valores máximos permitidos	Diesel Premium	Diesel Premium más aditivo 1	Diesel Premium más aditivo 2	Diesel Premium más aditivo 3
% vs. °c	INEN 926	Máximo 370	321	324	324	322

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 3.29. Resultados TEMPERATURA DE DESTILACION A 90°



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

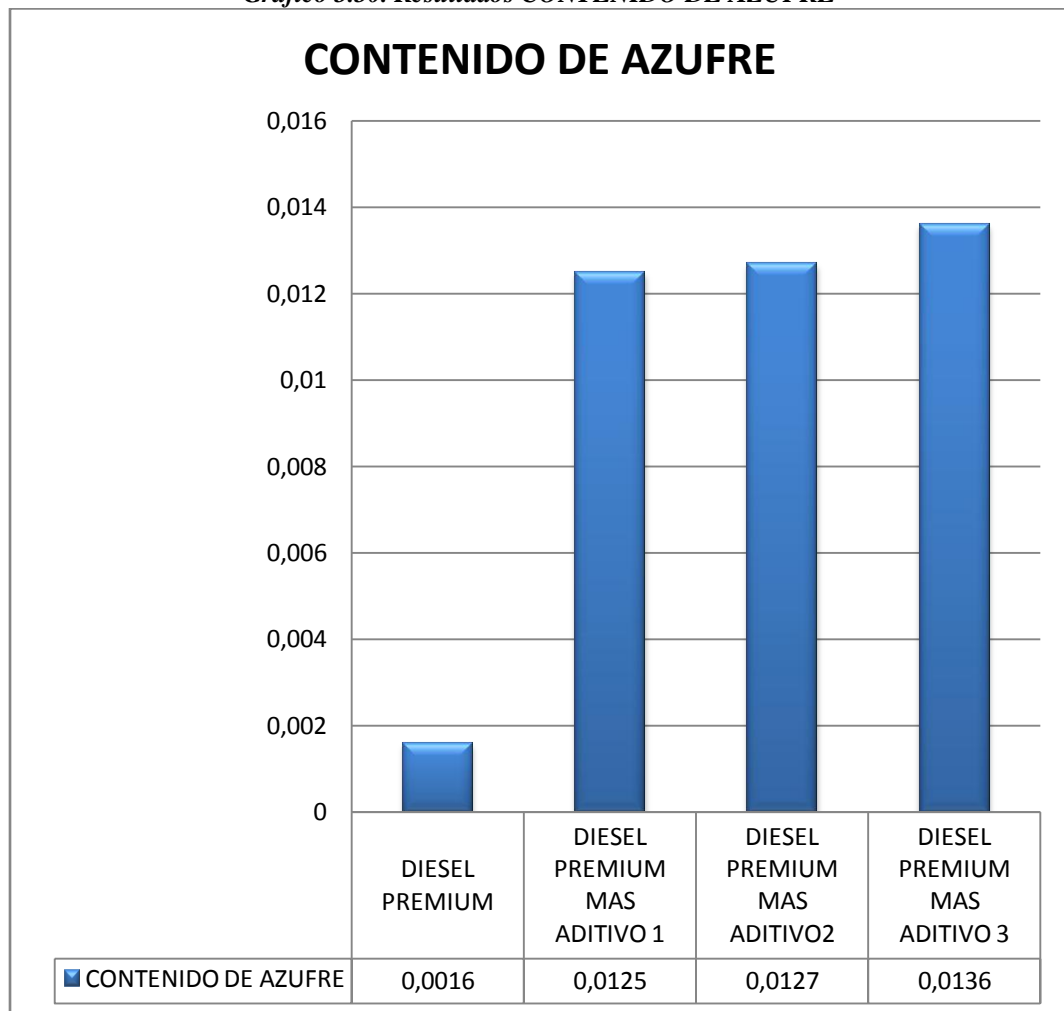


Tabla 3.61 Resultados de CONTENIDO DE AZUFRE

UNIDAD	METODO DE ANALISIS	VALORES MAXIMOS PERMITIDOS	DIESEL PREMIUM	DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 0 1	DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 0 2	DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 0 3
(%)Peso	ASTM D 4294	Máximo 0,05	0,0016	0,0125	0,0127	0,0136

Fuente: Hojas de resultados
 Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Gráfico 3.30. Resultados CONTENIDO DE AZUFRE



Fuente: Hojas de resultados
 Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 GENERALIDADES

Una vez realizadas las pruebas, y, establecidos los resultados, en el presente capítulo vamos a realizar un análisis estadístico de los mismos, es decir, determinaremos si resulta conveniente o no, utilizar alguno de los aditivos que fueron objetos de estudio.

Teniendo en cuenta las características de cada uno de los aditivos, analizaremos cuan viables son éstas y en qué grado afectan, favorablemente o desfavorablemente al ser usadas en el vehículo en estudio. Analizaremos en primer lugar los resultados obtenidos cuando se trabajó con diesel 2 y posterior a esto serán expuestos los resultados cuando se utilizó diesel Premium.

4.2 ANALISIS DE RESULTADOS CON DIESEL 2

4.2.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE [km/gal]

Para establecer un análisis adecuado, se muestra a continuación la tabla resumen 4.1 con los consumos de combustible, en la que presentamos: el total de kilómetros recorridos, la cantidad de combustible que se utilizó y, un resultado que muestra cuantos kilómetros recorre cuando se consume un galón de Diesel 2 puro o mezclado con los tres aditivos, así como valores en porcentajes, para un mejor entendimiento de los resultados.

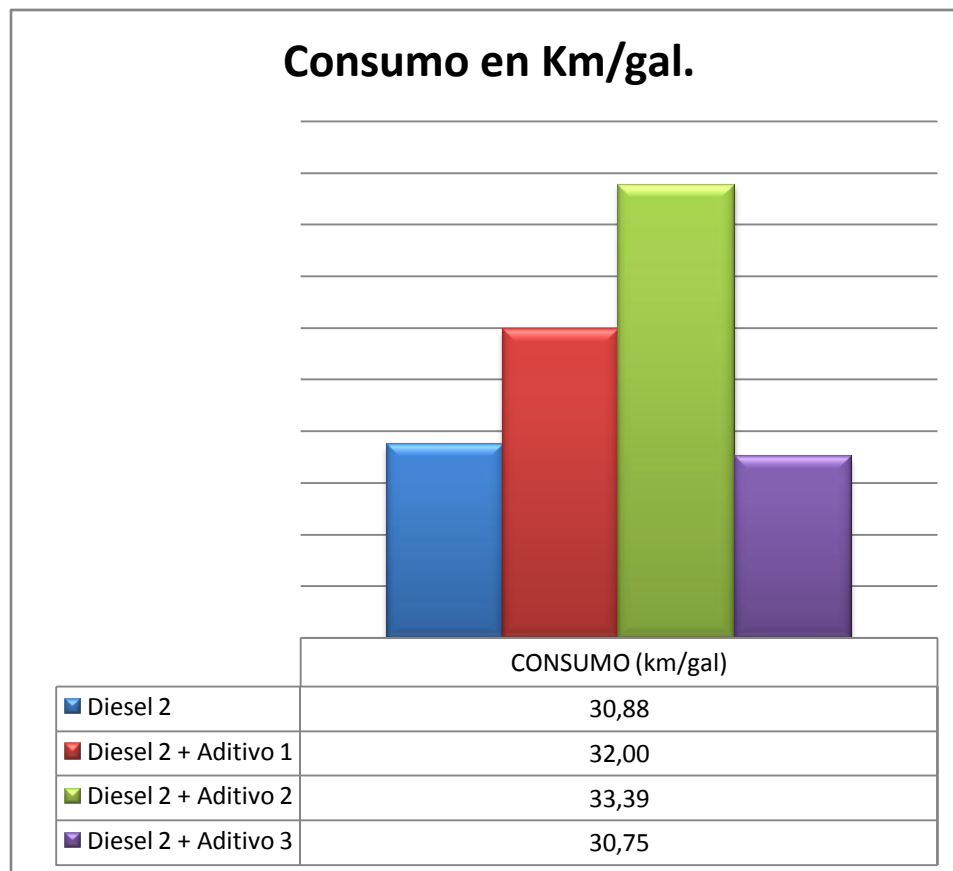


Tabla 4.1 Resumen de consumo en Km/gal.

Combustible	Km Recorridos	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal)	Variación Sobre Línea base (km/gal)	Variación sobre Línea base (%)
Diesel 2	600	19,43	30,88	0,00	0
Diesel 2 + Aditivo 1	598	18,69	32,00	+ 1,12	+ 3,61
Diesel 2 + Aditivo 2	600	17,97	33,39	+ 2,51	+ 8,12
Diesel 2 + Aditivo 3	600	19,51	30,75	-0,13	-0.41

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 4.1. Consumo en Km/gal.



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Por lo que en este punto específico observamos que todos los aditivos mejoran el consumo de combustible referido en kilometraje por galón, pero el ADITIVO 2, brinda mejores prestaciones que los otros dos aditivos incrementando en 8,12% el rendimiento del combustible.

4.2.2 ANALISIS DE POTENCIA

Para establecer un análisis adecuado, presentamos una tabla con los resultados obtenidos en la medición de potencia cuando se utilizó diesel 2 puro y mezclado con tres aditivos, además tenemos un valor de variación sobre su línea base, lo cual nos facilitará el entendimiento de los datos.

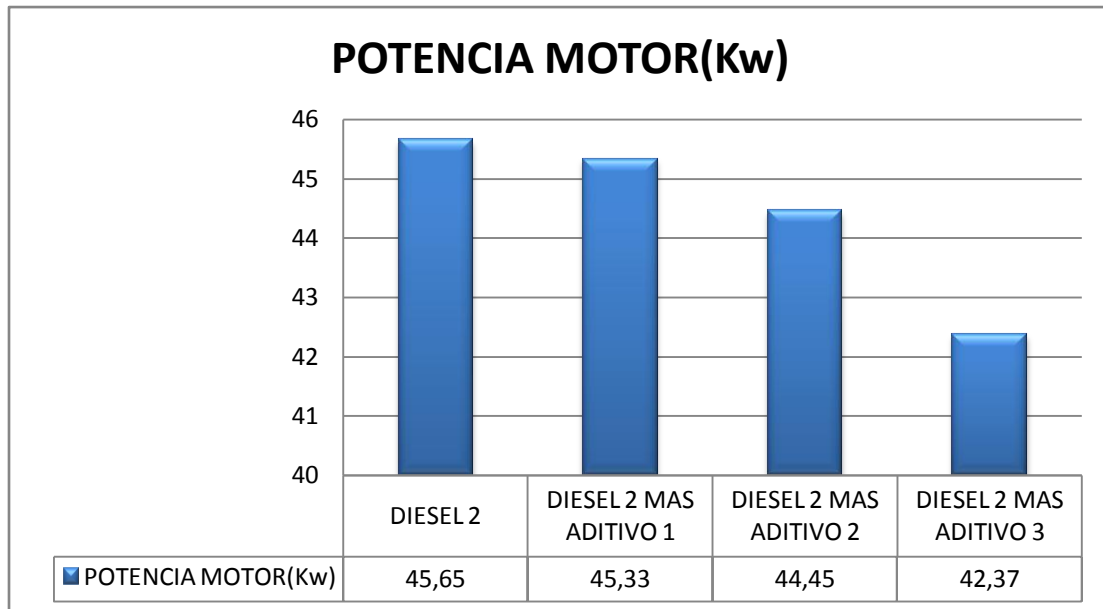
Tabla 4.2 Potencia utilizando diesel 2

COMBUSTIBLE	Potencia motor (Kw)	Variación sobre la línea base (Kw)	Variación sobre la línea base (%)
Diesel 2	45,65	0,00	0,00
Diesel 2 + aditivo 1	45,33	-0,32	-0.69
Diesel 2 + aditivo 2	44,45	-1,20	-2.62
Diesel 2 + aditivo 3	42,37	-3,28	-7,19

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Gráfico. 4.2 Potencia del motor



Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Como podemos apreciar, los aditivos disminuyen la potencia del motor, siendo el aditivo 1 el que en menor grado lo hace, y, el aditivo 3 el que en mayor grado lo hace.

4.2.3 ANALISIS DE OPACIDAD

Para realizar un análisis adecuado, presentamos una tabla resumen con los resultados de opacidad y, el valor de variación sobre la línea base expresado en porcentaje, lo cual facilita el entendimiento de los datos.

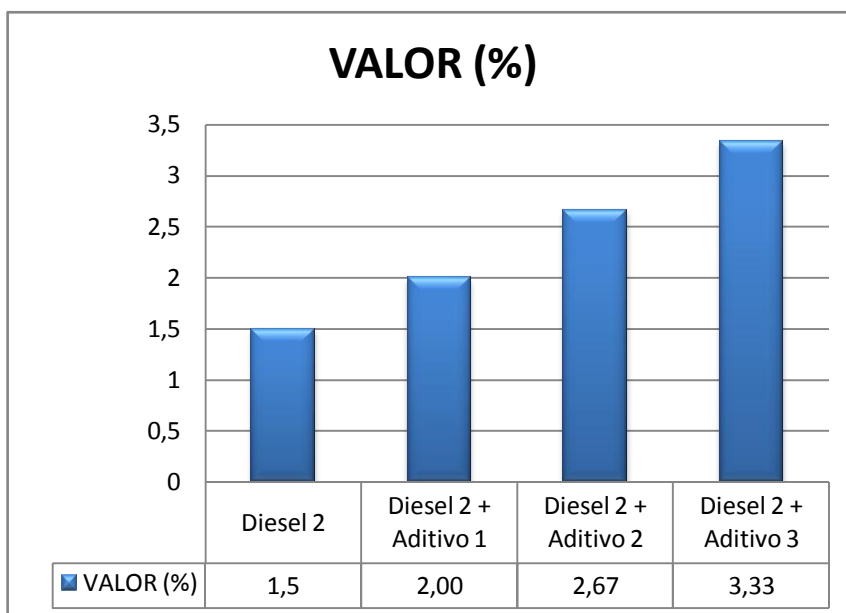
Tabla 4.3 Opacidad con diesel 2

COMBUSTIBLE	VALOR (%)	Variación sobre línea base	Variación sobre línea base (%)
Diesel 2	1,5	0,00	
Diesel 2 + Aditivo 1	2,00	+ 0,5	+ 33,33
Diesel 2 + Aditivo 2	2,67	+ 1,17	+ 77,78
Diesel 2 + Aditivo 3	3,33	+ 1,83	+ 122,22

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



Grafico 4.3 Opacidad con Diesel 2



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

Como podemos apreciar en la gr3fica, ninguno de los aditivos brinda una reducci3n de valores significativa en la emisi3n de gases al ambiente, al contrario, aumentan dicha emisi3n, que, a pesar de ser valores bajos y casi indetectables al ojo humano, no deja de ser contaminaci3n.

4.2.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS.

A continuaci3n, basados en la tabla 3.44 del cap3tulo anterior, procederemos a analizar los par3metros en los cuales se distingue una mayor variaci3n de resultados, tales como son el INDICE DE CETANO y el CONTENIDO DE AZUFRE.



4.2.4.1 ANÁLISIS DEL INDICE DE CETANO

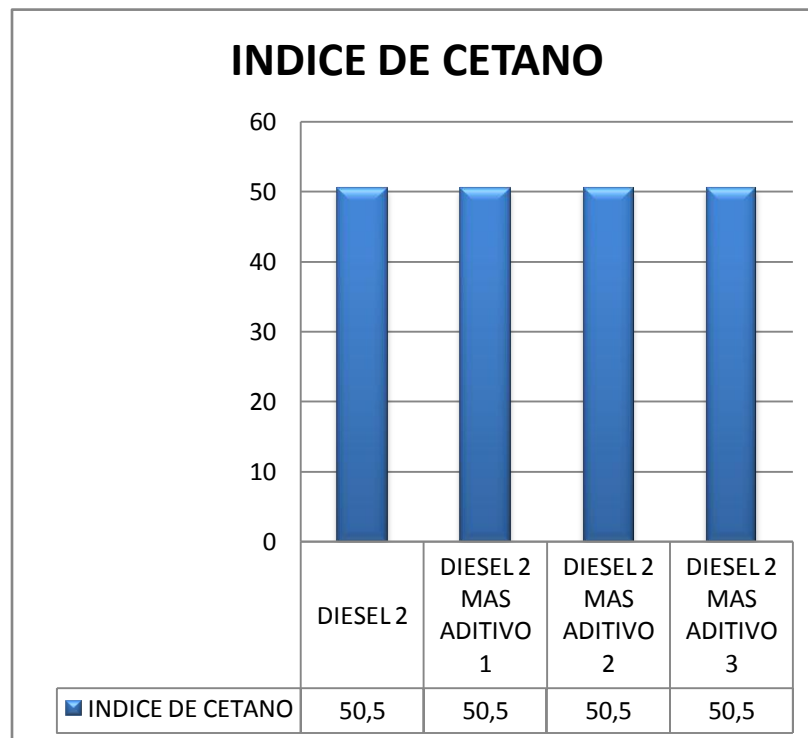
En este punto procederemos a analizar el parámetro denominado INDICE DE CETANO, para determinar si existe alguna variación en dicho índice al utilizar aditivo, presentando tablas con los resultados obtenidos y un gráfico de barras para un mejor entendimiento de los datos.

Tabla 4.4. Índice de cetano con diesel 2.

Combustible	Índice de cetano	Porcentaje sobre la línea base
Diesel 2	50,5	0,00
Diesel 2 más aditivo 1	50,5	0,00
Diesel 2 más aditivo 2	50,5	0,00
Diesel 2 más aditivo 3	50,5	0,00

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Grafico 4.4 Índice de cetano con diesel 2



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Como podemos observar en la gráfica, los datos obtenidos en el índice de cetano demuestran que no existe una variación en ninguno de los casos, con respecto a la línea base, caso específico para el diesel 2

4.2.4.2 ANALISIS DEL CONTENIDO DE AZUFRE

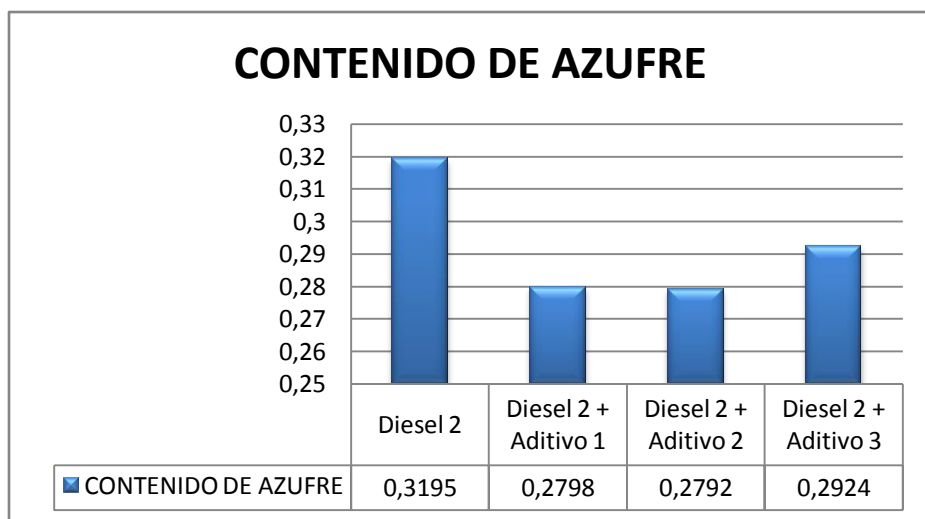
A continuación analizaremos los resultados que se obtuvieron con respecto a este parámetro, presentamos una tabla en la cual distinguimos el valor obtenido, la variación sobre su línea base y el porcentaje que dicha variación representa, así como una grafica que no permite un mejor entendimiento de los resultados expresados en tablas.

Tabla 4.6 Contenido de azufre

Combustible	Contenido de azufre	Variación sobre línea base	Porcentaje variación sobre línea base
Diesel 2	0,3195	0,00	0,00
Diesel 2 + Aditivo 1	0,2798	- 0,0397	- 87,57
Diesel 2 + Aditivo 2	0,2792	- 0,0403	- 87,39
Diesel 2 + Aditivo 3	0,2924	- 0,0271	- 91,52

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Gráfico 4.5 Contenido de azufre



Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



Una vez analizados los datos de las tablas conjuntamente con la gráfica, decimos que los aditivos brinda una reducción del contenido de azufre en el combustible, siendo el aditivo 3 el que en mayor medida lo hace, mientras que el aditivo 1 y el aditivo 2 está a la par en reducción de contenido de azufre.

4.3 ANALISIS DE RESULTADOS CON DIESEL PREMIUM

4.3.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para establecer un análisis adecuado, se muestra a continuación la tabla resumen 4.6 con los consumos de combustible, en la que presentamos: el total de kilómetros recorridos, la cantidad de combustible que se utilizó y, un resultado que muestra cuantos kilómetros recorre cuando se consume un galón de Diesel Premium puro y mezclado con los tres aditivos, así como valores de variación sobre su línea base.

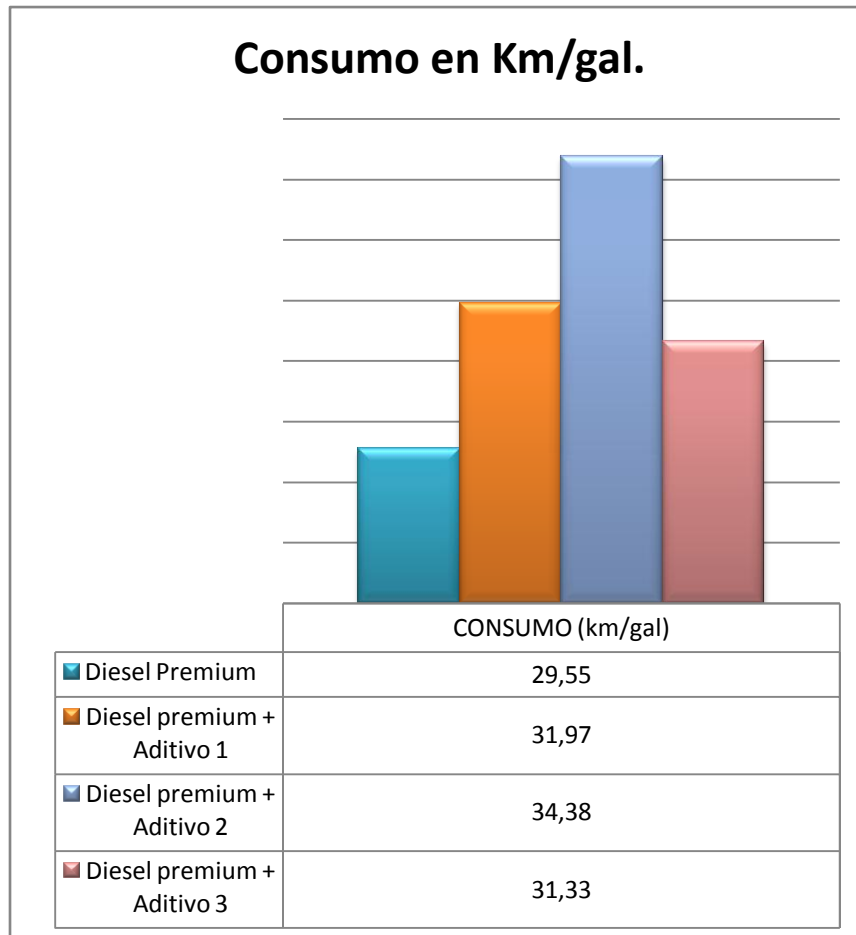
Tabla 4.6 Resumen de consumo en Km/gal.

Combustible	Km. Recorridos	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal)	Variación sobre Línea base (km/gal)	Variación sobre Línea base (%)
Diesel Premium	598	20,24	29,55	0,00	0,00
Diesel Premium + Aditivo 1	600	18,77	31,97	+ 2,42	+ 8,19
Diesel Premium + Aditivo 2	600	17,45	34,38	+ 4,83	+ 16,38
Diesel Premium + Aditivo 3	599	19,12	31,33	+ 1.78	+ 6,03

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 4.6 Consumo en km/gal.



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

Por lo que en este punto espec3fico decimos que, todos los aditivos mejoran el kilometraje por gal3n, pero el ADITIVO 2, brinda mejores prestaciones que los otros dos aditivos.

4.3.2 ANALISIS DE POTENCIA

Para poder realizar un an3lisis adecuado, presentamos una tabla con los resultados obtenidos en la medici3n de potencia cuando se utiliz3 diesel Premium puro y mezclado con los diferentes aditivos, adem3s tenemos un valor de variaci3n sobre su l3nea base y su equivalencia en porcentaje, lo cual nos facilitar3 el entendimiento de los datos.

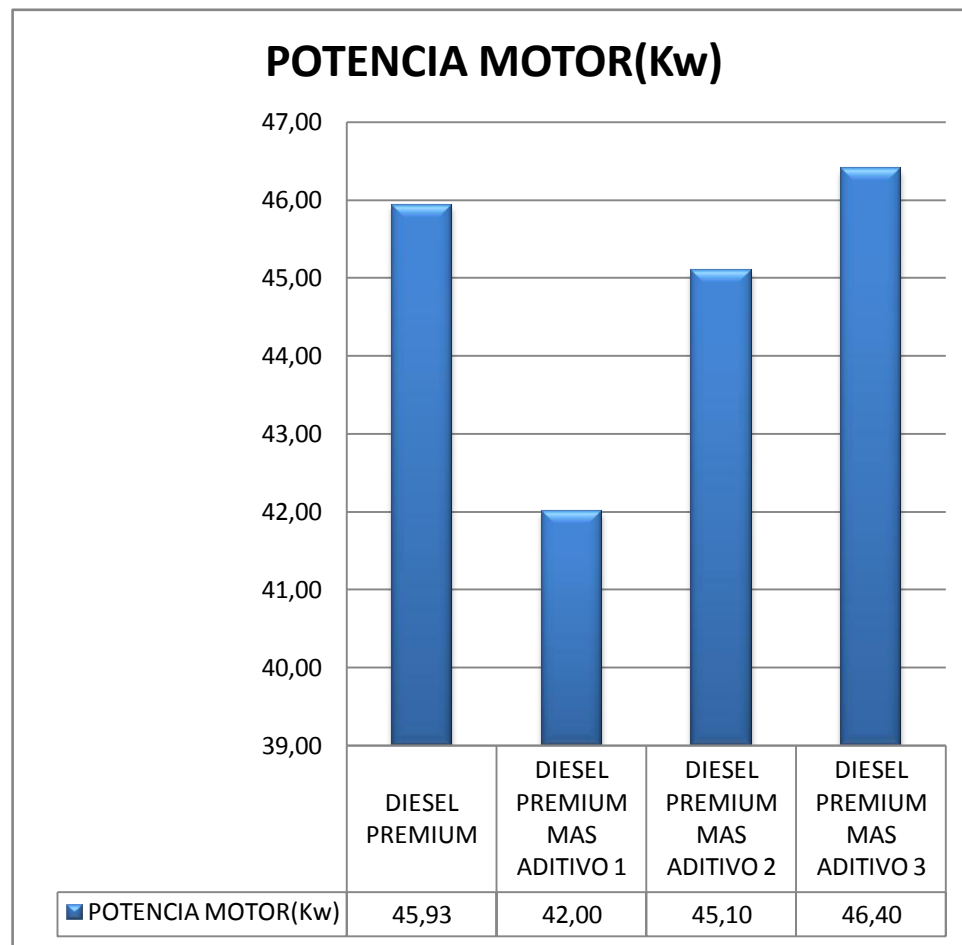


Tabla 4.7. Potencia con diesel Premium.

Combustible	Potencia motor(kw)	Variación Sobre la línea base (kw)	Porcentaje de variación sobre la línea base
Diesel Premium	45,93	0,00	0,00
Diesel Premium más aditivo 1	42,00	- 3,93	-8,56
Diesel Premium más aditivo 2	45,10	- 0,87	-1,81
Diesel Premium más aditivo 3	46,40	+ 0,47	+ 1,016

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Gráfico. 4.7 Potencia con diesel Premium.



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Como podemos apreciar, el aditivo 3 aumenta la potencia, mientras que el aditivo 1 la disminuye. Estos valores son comparados con respecto a su línea base.

4.3.3 ANALISIS DE OPACIDAD

Para realizar un análisis adecuado, mostramos una tabla resumen con los resultados de opacidad, y, el valor de variación sobre la línea base expresado en porcentaje, lo cual facilita el entendimiento de los datos.

NOTA: Los resultados se los analizaron, cuando el vehículo ha alcanzado una velocidad de 60 km/h, simulando el recorrido en carretera, siendo ésta, la cantidad de humo que las personas que se encuentren en ese instante alrededor del vehículo observarán.

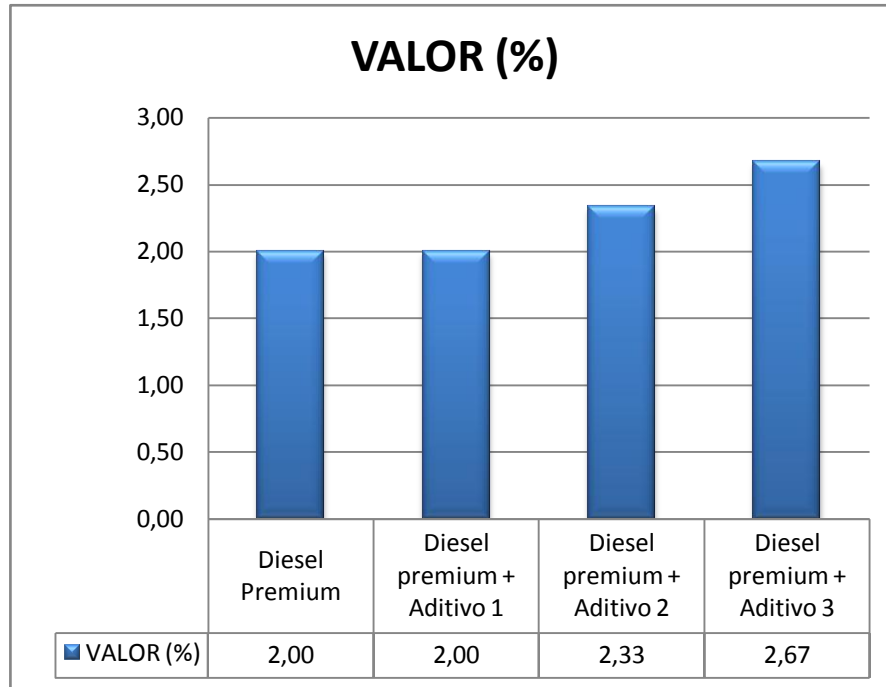
Tabla 4.8. Opacidad con diesel Premium.

Combustible	Valor (%)	Variación sobre línea base (%)	Porcentaje de variación sobre línea base
Diesel Premium	2,00	0,00	0,00
Diesel Premium + aditivo 1	2,00	0,00	0,00
Diesel Premium + aditivo 2	2,33	+ 0,33	+ 16,67
Diesel Premium + aditivo 3	2,67	+ 0,67	+ 33,33

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*



Grafico 4.8 Opacidad con diesel Premium.



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

Como podemos apreciar en la gr3fica, ninguno de los aditivos brinda una reducci3n de valores significativa en la emisi3n de gases al ambiente, al contrario aumentan dicha emisi3n, a pesar de que siguen siendo valores bajos y casi indetectables al ojo humano, no deja de ser contaminaci3n.

4.3.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS.

A continuaci3n, basados en la tabla 3.53 del cap3tulo anterior, procederemos a analizar los par3metros en los cuales se distingue una mayor variaci3n de resultados, tales como son el INDICE DE CETANO y el CONTENIDO DE AZUFRE.



A continuación, basados en la tabla 4.10, procederemos a analizar los parámetros en los cuales se distingue una mayor variación de resultados, tales como son el INDICE DE CETANO y el CONTENIDO DE AZUFRE.

4.3.4.1 ANALISIS DEL INDICE DE CETANO

En este punto procederemos a analizar el parámetro denominado INDICE DE CETANO, para determinar si existe alguna variación en dicho índice al utilizar aditivo, presentando tablas con los resultados obtenidos y un gráfico de barras para un mejor entendimiento de los datos.

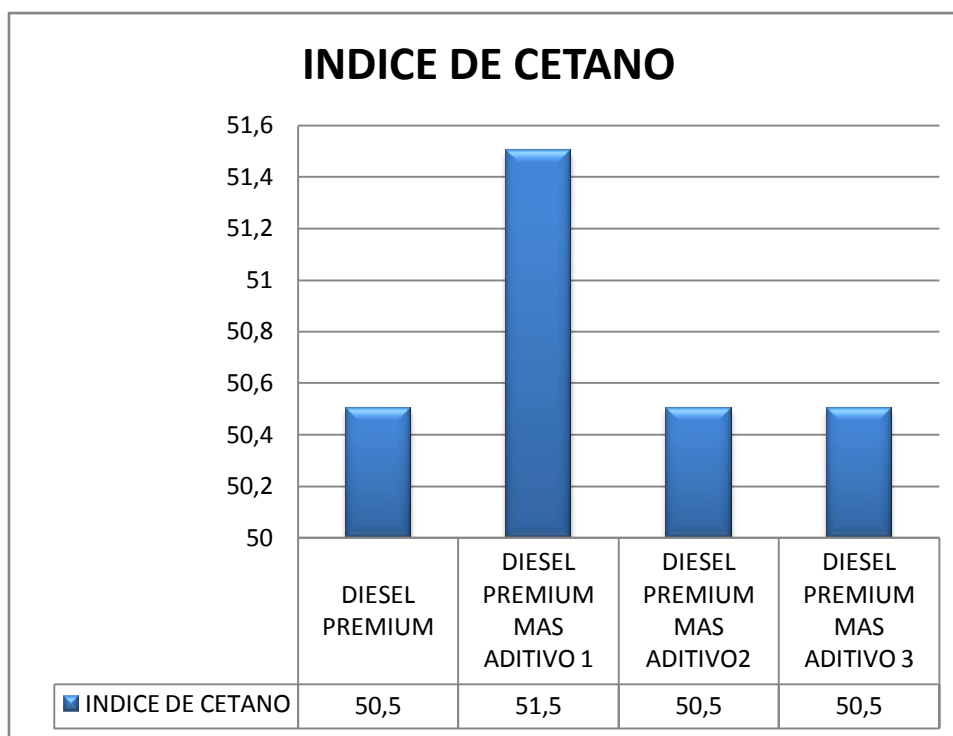
Tabla 4.9 Índice de cetano con diesel Premium.

Combustible	Índice de cetano	Variación sobre la línea base	Porcentaje de variación Sobre la Línea base
Diesel Premium	50,5	0,00	0,00
Diesel Premium mas aditivo 1	51,5	+ 1,00	+ 1,98
Diesel Premium mas aditivo2	50,5	0,00	0,00
Diesel Premium mas aditivo 3	50,5	0,00	0,00

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Cóndor, Fabián Narváez*



Grafico 4.9 Índice de cetano con diesel Premium.



*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander C3ndor, Fabi3n Narv3ez*

En la gr3fica anterior, en donde se cita el 3ndice de cetano cuando se utiliza diesel Premium, se aprecia el aumento de 1 punto cuando se lo mezcla con el aditivo 1. Con los otros aditivos el 3ndice se mantiene.

4.3.4.2 ANALISIS DEL CONTENIDO DE AZUFRE

A continuaci3n analizaremos los resultados que se obtuvieron con respecto a este par3metro, presentamos una tabla en la cual distinguimos el valor obtenido, la variaci3n sobre su l3nea base y el porcentaje que dicha variaci3n representa, as3 como una grafica que no permite un mejor entendimiento de los resultados expresados en tablas.

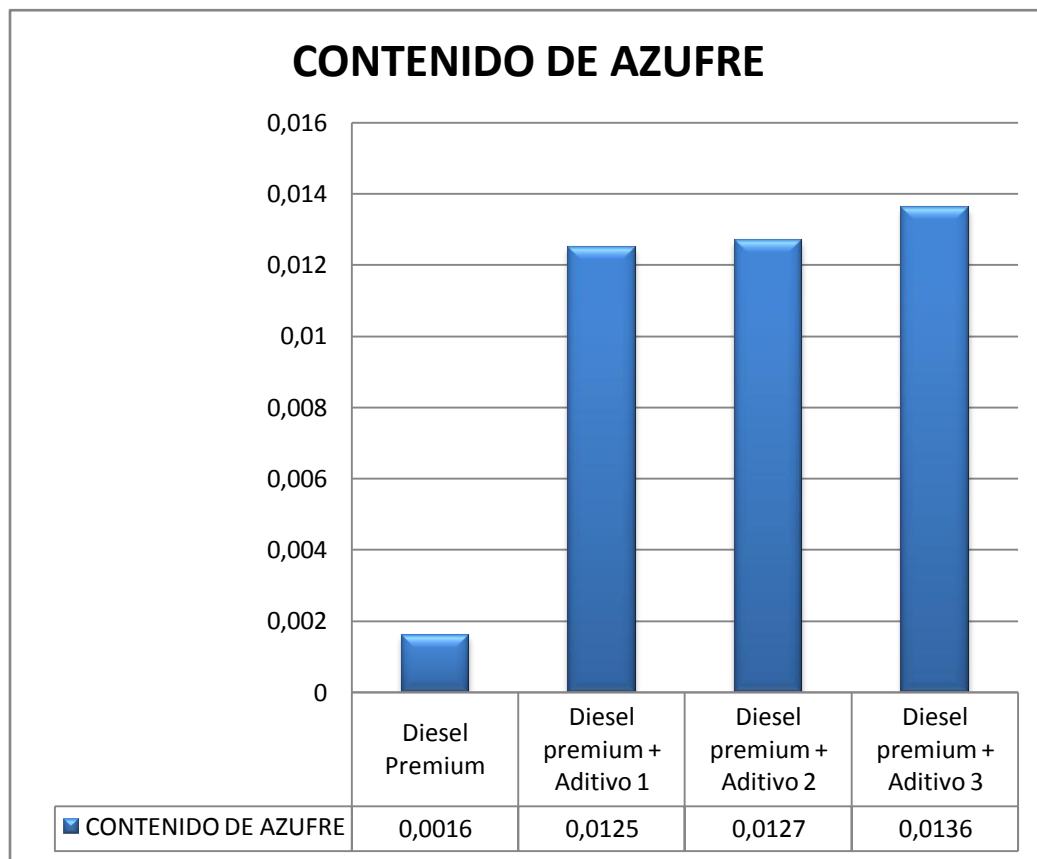


Tabla 4.10 Contenido de azufre con diesel Premium

Combustible	Contenido de azufre	Variación sobre línea base	Porcentaje variación sobre línea base
Diesel Premium	0,0016		
Diesel Premium + Aditivo 1	0,0125	+ 0,0109	+ 781,25
Diesel Premium + Aditivo 2	0,0127	+ 0,0111	+ 793,75
Diesel Premium + Aditivo 3	0,0136	+ 0,012	+ 850,00

Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez

Gráfico 4.10 Contenido de azufre con diesel Premium.



Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez



Una vez analizados los datos de las tablas conjuntamente con la gráfica, decimos que, ninguno de los aditivos brinda una reducción del contenido de azufre en el combustible, sino que por el contrario aumentan de manera escandalosa dichos valores.

4.4 COSTO – BENEFICIO EN BASE AL KILOMETRAJE

Para establecer un análisis adecuado, presentamos una tabla en la cual detallamos: el total de kilómetros recorridos, el costo por kilómetro recorrido, el consumo expresado en kilómetros por galón (km/gal), la variación de kilómetros, el valor en dólares que dicha variación representa, la cantidad de kilómetros necesarios para recuperar la inversión y cuánto tiempo dura el aditivo antes de adquirir otro.

Tabla 4.11 Costo – beneficio del consumo de combustible

COMBUSTIBLE	KILOMETROS RECORRIDOS	COSTO (\$/km)	CONSUMO (km/gal)	COSTO GALON (\$)	Δ KM	VALOR (\$)	KM. RECUPERAR INVERSION	DURACION ADITIVO
Diesel 2	600	0,034	30,88	1,037	0	0	0	---
Diesel 2 + Aditivo 1	598	0,035	32,00	1,111	1,12	0,039	662	4 meses
Diesel 2 + Aditivo 2	600	0,037	33,39	1,230	2,51	0,092	81	1 semana
Diesel 2 + Aditivo 3	600	0,036	30,75	1,120	-0,13	-0,005	137	3 semanas
Diesel Premium	598	0,035	29,55	1,037	0	0,000	0	---
Diesel Premium + Aditivo 1	600	0,035	31,97	1,113	2,36	0,082	660	4 meses
Diesel Premium + Aditivo 2	600	0,036	34,38	1,234	4,83	0,173	84	1 semana
Diesel Premium + Aditivo 3	599	0,036	31,33	1,123	1,78	0,064	139	3 semanas

*Fuente: Hojas de resultados
Autores: Alexander Córdor, Fabián Narváez*

Una vez analizada la tabla de datos podemos ver que el aditivo 2 presenta mejores características en cuanto al costo – beneficio, ya que es el aditivo más económico, y el que mejor kilometraje nos brinda.



CAPITULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES BIBLIOGRAFIA

5.1 CONCLUSIONES

Una vez desarrollado el estudio de los aditivos, y, realizado el análisis de los resultados que se obtuvieron en cada prueba, anotamos las siguientes conclusiones, válidas únicamente para el vehículo HYUNDAI H100 del año 2004 provisto con bomba de inyección mecánica rotativa.

1. En cuanto al consumo de combustible, concluimos lo siguiente:
 - a. La mezcla DIESEL 2 MAS ADITIVO 1: brinda un aumento del 3,61% sobre su línea base, es decir 1,12 km por cada galón de combustible.
 - b. La mezcla DIESEL 2 MAS ADITIVO 2: brinda un aumento del 8,12% sobre su línea base es decir 2,51 km por cada galón de combustible.
 - c. La mezcla DIESEL 2 MAS ADITIVO 3: disminuye en un 0,41% sobre su línea base, es decir 0,13 km por cada galón de combustible.
 - d. La mezcla DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 1: brinda un aumento del 8,19% sobre su línea base, es decir 2,36km por cada galón de combustible.
 - e. La mezcla DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 2: brinda un aumento del 16,38% sobre su línea base, es decir 4,83km por cada galón de combustible.
 - f. La mezcla DIESEL PREMIUM MAS ADITIVO 3: brinda un aumento del 6,03% sobre su línea base, es decir 1,78km por cada galón de combustible.
2. En cuanto al costo – beneficio, al aumentar el kilometraje recorrido por galón de combustible, es lógico que brinde cierto beneficio económico al usuario, y, con respecto a este punto podemos anotar lo siguiente:
 - a. El aditivo 2 es el que mejor réditos nos brinda, ya que, en este vehículo específico, la inversión realizada al adquirir el aditivo, se lo recupera al



- recorrer 84 kilómetros con diesel Premium y 81 kilómetros con diesel 2.
- b. Mientras que la recuperación de la inversión en el caso del aditivo 1 es de 662 kilómetros para el diesel 2 y de 660 kilómetros para el caso del diesel Premium.
 - c. Cuando se utiliza el aditivo 3, tendríamos que recorrer 137 kilómetros con diesel 2 y 139 kilómetros con diesel Premium, para recuperar la inversión realizada al adquirir el aditivo.
3. En cuanto a los resultados de potencia del motor, concluimos lo siguiente:
- a. En lo que respecta al diesel 2 no se presenta ninguna mejoría con ninguno de los 3 aditivos de estudio, por el contrario, tenemos una disminución de la potencia, siendo el aditivo 3 el que presenta una reducción de 3,28Kw.
 - b. En el caso del diesel Premium tenemos una disminución de potencia con el ADITIVO 1 y el ADITIVO 2 y un aumento de potencia con el ADITIVO 3 de 0,57Kw., que, si bien es cierto es leve, pero a la final es un aumento.
4. En el tema de opacidad, al ser pruebas dinámicas, los valores tomados en cuenta son los obtenidos cuando se llega a la velocidad de 60 kilómetros por hora, y una vez analizadas las tablas y gráficas correspondiente concluimos que ninguno de los tres aditivos brindan una mejoría en cuanto a emisión de humos de escape basados en los siguientes datos:
- a. Cuando se utilizó como combustible el Diesel 2, los valores aumentan, de 1,5%, a 2% cuando utilizamos el ADITIVO 1, a 2,67% con el ADITIVO 2 y a 3.33% con el ADITIVO 3.
 - b. Cuando se realizaron pruebas con diesel Premium el valor de 2%, se mantiene con el ADITIVO 1, pero con el ADITIVO 2 aumenta a 2,33% y con ADITIVO 3 a 2,67%.
5. En lo que respecta a las pruebas de las propiedades físico – químicas de diesel, una vez analizados los resultados concluimos lo siguiente:
- a. El diesel que se comercializa en la ciudad tiene un índice de cetano de 5,5 puntos por encima de la norma, por lo cual decimos que el diesel que se expende es de buena calidad.
 - b. El único aditivo que aumenta el índice de cetano es el ADITIVO 1, que pasa de 50,5 puntos a 51,5 puntos mezclado con el diesel Premium, y en los demás casos se mantienen en 50,5.
 - c. Algo que es importante anotar son los resultados obtenidos con respecto al contenido de azufre, puesto que los valores suben al utilizar cualquier aditivo, lo que se traduce en un desgaste mayor del motor.



- d. Al subir los valores del contenido de azufre, logicamente el impacto ambiental subirá, pero estos valores los podremos ver reflejados en un analisis de gases de combustion del diesel.
- e. La viscosidad cinematica disminuye en todas las mezclas diesel – aditivo (pero se mantiene dentro de los rangos especificados en la norma), lo que se traduce en una mejora en el consumo de combustible, puesto que se dosifica y pulveriza de una manera óptima.
- f. El contenido de agua y sedimentos aumenta al utilizar aditivo, lo que genera corrosión y herrumbre lo que deriva un taponamiento de los filtros y reducir las propiedades de lubricidad en la bomba de inyección.
- g. El residuo carbonoso aumenta su valor cuando se utiliza los aditivos, aunque estan dentro de la norma. Al subir estos valores, se genera en el motor depositos carbonosos, lo que favorece el desgaste del inyector, bomba de inyeccion, piston y anillos.
- h. No se observo ningún tipo de inconveniente en el motor, ni en la bomba de combustible, por lo que es seguro utilizar cualquiera de los 3 aditivos, para este caso especifico de estudio.
- i. Al no conocer la composicion quimica y fisica de cada uno de los aditivos,

5.2 RECOMENDACIONES

Tomamos en cuenta las siguientes recomendaciones, basados en la experiencia que nos brindó el hacer este estudio.

1. Al haber utilizado este aditivo en un vehículo a diesel con bomba mecánica rotativa, los resultados únicamente son basados y válidos para este tipo de vehículo, siendo una alternativa interesante realizar el mismo tipo de estudio en vehículos con sistemas de inyección diferentes, de la misma manera orientados a comprobar las ventajas y desventajas que ofrecen dichos aditivos.
2. Se recomienda que a futuro la Universidad instales un laboratorio de hidrocarburos la cual serviría para que los alumnos puedan desarrollar, en las que se tenga que hacer analisis de petróleos y sus derivados.
3. Las mezclas de los aditivos con el combustible diesel que se utilizó, estan en base a lo recomendado por el fabricante de estos productos, por lo que los resultados que se muestran en este trabajo están regidos a estas mezclas. Entonces, seria



adecuado variar la proporción de las mezclas con el fin de encontrar la apropiada para lograr un incremento superior al que mostramos en nuestro trabajo.

4. Para utilizar el Banco de Potencia LPS 3000 debemos seguir la normativa previamente establecida en el manual de operaciones, sin desmerecer ninguna de ellas.
5. Sería de gran ayuda firmar convenios de cooperación con Universidades que manejen las tecnologías referentes a este estudio, especialmente en cuanto a análisis de hidrocarburos se refiere, para que de esta manera los alumnos participen directamente de las pruebas que se realizan.
6. Profundizar las investigaciones en cuanto a contaminación ambiental, para así poder realizar un análisis más completo y detallado de todos los factores que inciden en la misma.
7. Adquirir un analizador de gases para motores diesel, el cual serviría para comprobar si existe un aumento o disminución en los componentes que están presentes en los gases de combustión, y así tener más parámetros de análisis, lo que permitiría un estudio más profundo de la influencia del aditivo en el Diesel 2 o Diesel Premium.
8. Realizar mantenimientos y un seguimiento periódico de los equipos, para evitar daños que conlleven a la paralización de los trabajos que se están llevando a cabo en ese momento.



5.3 BIBLIOGRAFIA

GIL Hermógenes; Manual del automóvil, Reparación y Mantenimiento del motor a Diesel, edición 2001, Cultural, SA.

Simón Figueroa; MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL, Mérida, 1997

Varios autores; MANUAL DEL AUTOMOVIL BOSCH, Edición 2008

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489:1999. “Productos derivados del petróleo. Diesel. Requisitos”

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1047:1984 “Productos de petróleo. Punto de inflamación en copa cerrada. Método Tag”

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1490:1987 “Productos de petróleo. Determinación de azufre. Método de la bomba”

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1495:1987 “Productos de petróleo. Determinación del índice de cetano calculado”.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 810:1987 “Productos de petróleo. Determinación de la viscosidad cinemática en líquidos”

www.gencat.net/mediamb/cast/aire/e_auto

www.uce.edu.ec

www.prodieselcorp.com

www.petrocomercial.com

www.qualco.com.ec

www.maha.de



“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE TRES TIPOS DE ADITIVOS UTILIZADOS EN EL DIESEL 2 Y DIESEL PREMIUM EN UN VEHICULO HYUNDAI H100 MODELO 2004”

www.mecanicavirtual.com

www.wearcheckiberica.es/documentacion/doctecnica/combustibles.pdf

www.ref.pemex.com/octanaje/24DIESEL.htm



5.4 ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DEL DIESEL

LOS ANEXOS ENUMERADOS A CONTINUACIÓN SE ENCUENTRAN EN EL CD ADJUNTO A ESTA TESIS:

- ANEXO 2: HOJA DE CONTROL CARGAS DIESEL
- ANEXO 3: TABLAS ANALISIS DE RESULTADOS
- ANEXO 4: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE POTENCIA Y OPACIDAD CON DIESEL 2
- ANEXO 5: RESULTADOS DE MEDICIÓN DE OPACIDAD Y POTENCIA CON DIESEL PREMIUM.
- ANEXO 6: NORMA NTE INEN 1489:99. *Productos Derivados del Petróleo. Diesel. Requisitos.*
- ANEXO 7: RESULTADOS DE OPACIDAD ARCHIVO CON EXTENSION .ONE
- ANEXO 8: FOTOS DEL ESTUDIO