

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Escuela Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz**

**“Análisis de las determinantes para el uso de Aditivos no Sólidos en Motores Diesel.”**

**Nombres de los Autores:**

**Carlos Aníbal Díaz Navarrete.**

**Eduardo Israel Carrión Tayo.**

**Director: Ing. Denny Guanuche, MSc**

**Codirector: Ing. Gorky Reyes, MSC**

**Quito, abril 2022**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo, es de mi agrado dedicar a mi padre y a mi madre, quienes estuvieron conmigo, quienes me apoyaron y no dejaron de confiar en mí, ellos me guiaron e impulsaron a terminar la carrera; existe un número de personas a quienes debería dedicar este logro de mi vida, quienes de igual manera confiaron en mí, me apoyaron y fueron parte principal para que yo pueda continuar con este trabajo, que los dejo como dedicatoria y espero que sea orgullo suyo este logro que les dedico, a todos quienes estuvieron conmigo en todo este proceso de titulación.

Se que las palabras no son suficientes para poder agradecer a todas las personas, pero puedo expresar que mi trabajo sea, un acto de gratitud a todas las personas que directa o indirectamente estuvieron conmigo, espero transmitan mis sentimientos de aprecio y cariño a todos ellos.

Carlos Aníbal Díaz Navarrete.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a mi padre y a mi madre, Gabriel Patricio Díaz Bahamonde e Ingrid Lorena Navarrete Quimbiulco, por apoyarme económicamente, moral e inclusive psicológicamente, día a día, a poder superarme, anteponiendo mis necesidades en lugar que las suyas. Agradezco a Dios, que doy mi fe que sin ello no podría seguir adelante. Agradezco a mis hermanos por su apoyo incondicional en todo este tiempo; a mi Ariana Lastra por su amor y su cariño, por siempre creer en mí y darme fuerzas todos los días. A mi compañero Eduardo por otorgarme su amistad y su ayuda en todo este proyecto. Finalmente, Agradezco de igual manera a mi Tutor, Denny Guanuche, por apoyarme y brindarme ayuda en todo lo que estuvo a su alcance, ya que, gracias a su sabiduría y su conocimiento, todo esto ha sido posible, quien fue guía durante todo este proceso.

Un agradecimiento especial a Qualco por su constante ayuda y preocupación en la realización del estudio.

Carlos Aníbal Díaz Navarrete.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres, hermanos y a la empresa que me vio nacer, mi pilar fundamental en la vida, quienes son el motivo de abrir mis ojos cada mañana.

Eduardo Israel Carrión Tayo



## **AGRADECIMIENTO**

Un total agradecimiento a quienes confiaron en mi desde mis primeros pasos, a mis padres por el apoyo incondicional en todos los ámbitos que pueden existir en este mundo; a mis hermanos por ese amor que ha sido mi motivo para seguir adelante; a mis abuelos por sus infaltables consejos y muestras de cariño; a mis tíos y primos por el apoyo incondicional; a Hugo, Lizette, Jany y Noa por ser los ángeles que toda persona quisiera encontrarse en su camino; a mi compañero de proyecto Carlos por ser el amigo incondicional en todo aspecto. Finalmente, gracias a los mentores de este proyecto, en especial al Ing Denny Guanuche por el conocimiento impartido y su incondicional apoyo en la elaboración de este, a la empresa Qualco por la apertura para realizar el presente trabajo.

Gracias por ser la motivación para culminar esta etapa de mi vida.

Eduardo Israel Carrión Tayo

# Índice de Contenido

CERTIFICADO DE ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD .....	i
CERTIFICADO DE ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCION.....	2
<b>1.1. Fundamentación del problema.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2. FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	2
<b>2.1. MOTOR DIESEL .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. EMISIONES EN VEHICULOS DIESEL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. DIESEL EN EL ECUADOR .....</b>	<b>3</b>
<b>2.4. ADITIVOS SOLIDOS Y NO SOLIDOS .....</b>	<b>4</b>
3. MATERIALES Y METODOS. ....	4
<b>3.1. MATERIALES SELECCIONADOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. PRUEBAS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3. METODOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
5. CONCLUSIONES .....	9
ANEXOS.....	12

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de los Aditivos .....	4
<b>Tabla 2.</b> Condiciones Ambientales .....	5
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de Mezcla de Aditivos .....	5
<b>Tabla 4.</b> Mantenimientos Realizados .....	5
<b>Tabla 5.</b> Datos de la Potencia en (HP) con Diesel .....	6
<b>Tabla 6.</b> Resultados Obtenidos en las Diversas Pruebas en el vehículo 1.....	6
<b>Tabla 7.</b> Resultados obtenidos en las diversas pruebas en el vehículo 2.....	7
<b>Tabla 8.</b> Resultados Obtenidos en las diversas pruebas en el vehículo 3.....	8

## Índice de anexos

<b>Ilustración 1 Curva de Potencia con Aditivo Cetano.....</b>	<b>7</b>
<b>Ilustración 2. Curva de Potencia con los Dos Aditivos.....</b>	<b>7</b>
<b>Ilustración 3. Curva de Potencia con Aditivo Cetano Fuente: Autores.....</b>	<b>8</b>
<b>Ilustración 4. Curva de Potencia con Aditivo Cetano .....</b>	<b>8</b>
<b>Ilustración 5. Comparativa de Datos Vehículo 3.....</b>	<b>9</b>
<b>Ilustración 6. Datos del Ensayo; Vehículo 2 – Diesel.....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 7. Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo Y.....</b>	<b>15</b>
<b>Ilustración 8. Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo X.....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 9. Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo X+Y.....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 10. Datos del Ensayo: Vehículo 3 – Diesel.....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 11. Datos del Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo Y.....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 12. Datos del Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo X.....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 13. Datos de Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo X+Y.....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 14. Curva de Potencia: Vehículo 1 - Diesel.....</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 15. Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo X.....</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 16. Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo Y.....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 17. Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo X+Y.....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 18. Boletín CINA.....</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 19. Diversos Aditivos utilizados en las Pruebas .....</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 20. Anexo imágenes de proceso de vaciado de tanque de combustible.....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 21. Procedimiento para Asegurar vehículo al Dinamómetro .....</b>	<b>44</b>



# “Análisis de las determinantes para el uso de aditivos no solidos en Motores Diesel.”

*Carlos Aníbal Díaz Navarrete, Eduardo Israel Carrión Tayo*

<sup>1</sup>*Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, cadiazna@uide.edu.ec*

## RESUMEN

**Introducción:** El presente artículo analizó la intervención de un aditivo que mejore la potencia y emisiones. Se considera las variantes de la geografía, los vehículos que ingresan al país no están tropicalizados, por esto el motor no alcanza su rendimiento del 100%. Esto ha dado paso a que fabricantes de aditivos busquen la forma de contrarrestar este problema. Para efectos de este se utilizó la tecnología cetano, catalizador y la mezcla de estas para comprobar su eficacia. **Metodología:** se realizó el estudio del comportamiento de motores diésel de vehículos comúnmente usados en el país, frente a la intervención de los aditivos con las diferentes tecnologías. Se realizó pruebas estáticas por medio del uso del dinamómetro de chasis en tres vehículos de diferentes marcas, así se comprobó que se cumpla el objetivo de cada aditivo, para efectos de los ensayos, se rigió bajo la normativa SAE J1349. **Resultados:** mediante el estudio los aditivos demuestran una capacidad para mejorar la potencia del vehículo, por otro lado, la tecnología para reducción de emisiones no variación alguna en la potencia del vehículo. La mejora en potencia está en un rango de 0.3HP y 30.2HP esto varía en cada vehículo. **Conclusión:** se comprobó la eficacia del aditivo con tecnología cetano en la mejora de potencia en los tres vehículos, se observó que no existe variación en la potencia con el aditivo catalizador, sin embargo, al hacer una fusión de ambos aditivos se notó un mínimo incremento en potencia con respecto a los resultados del aditivo catalizador.

## PALABRAS CLAVE

Aditivos, geografía, cetano, catalizador.

## ABSTRACT

**Introduction:** This article analyzed the intervention of an additive that improves power and emissions. The variants of the geography are considered, the vehicles that enter the country are not tropicalized, for this reason the engine does not reach its 100% performance. This has given way to additive manufacturers looking for ways to counteract this problem. For the purposes of this, the cetane technology, catalyst, and the mixture of these were used to verify their effectiveness. **Methodology:** the study of the behavior of diesel engines of vehicles commonly used in the country was carried out, compared to the intervention of additives with the different technologies. Static tests were carried out using the chassis dynamometer in three vehicles of different brands, thus it was verified that the objective of each additive was met, for the purposes of the tests, it was governed by SAE J1349 regulations. **Results:** through the study, the additives demonstrate an ability to improve the power of the vehicle, on the other hand, the technology for reducing emissions does not vary in the power of the vehicle. The improvement in power is in a range of 0.3HP and 30.2HP this varies in each vehicle. **Conclusion:** the effectiveness of the additive with cetane technology was verified in the improvement of power in the three vehicles, it was observed that there is no variation in power with the catalyst additive, however, when making a fusion of both additives, a minimal increase was noted. in potency with respect to the results of the catalyst additive.

## KEYWORDS

Additives, geography, delimitation, cetane, catalyst.

## 1. INTRODUCCION

Desde el punto de vista teórico se piensa que tanto los catalizadores de combustión como los mejoradores de cetano serían necesarios para una mejor combustión en altura por tal motivo se busca investigar la influencia del aditivo en torque y potencia de tres vehículos con motores Diesel.

La regla empírica enuncia que por cada 1000m de altura se pierde aproximadamente 1% de potencia del vehículo. [1]. Se toma en cuenta que la altura en la que se encuentra la ciudad de Quito que es 2850msn. [2] En base a la altura de la ciudad de Quito, cada vehículo pierde un 29% de su potencia, lo que significa que el vehículo no trabaja al 100% de su capacidad.

Los motores Diesel de llenado volumétrico sufren grandes afectaciones dentro de sus características al trabajar en una zona donde exista una disminución de presión atmosférica lo que resulta en una disminución en la densidad del aire.

Por otro lado, La calidad del aire de Quito es aceptable, pero los índices más altos de contaminación son los producidos por los vehículos con motores Diesel. [3] Por tal motivo surge como una posible respuesta a la problemática la utilización de los aditivos catalizadores y mejoradores de cetano.

El estudio consiguiente, analizó la influencia del uso del aditivo elevador de Cetano y el aditivo Catalizador en diversos vehículos que se ofertan a nivel nacional.

Estos vehículos utilizan un mismo sistema de alimentación el cual es el CRDI o HDi (Sistema de Inyección por Tubería Común).

Las pruebas técnicas ayudaran a determinar que vehículo obtiene los mejores resultados en las pruebas de torque y potencia con respecto al uso de los aditivos. Se tiene en cuenta que las pruebas se las realizara en la Región Sierra del Ecuador.

Los datos arrojados en las pruebas de campo servirán para realizar un análisis comparativo, sobre los aditivos y en un futuro, estudiar si es factible el uso de los aditivos en vehículos con motor Diesel.

Las variables obtenidas en los vehículos sobre el uso de los mencionados aditivos funcionaran para definir, en que motor de las diversas marcas tuvo mayor rendimiento, se debe tomar en cuenta que los vehículos usados en las pruebas, según la

CINAE fueron los más comercializados en el Ecuador en el año 2020. [4]

En el Ecuador no existe un estudio o comparativas, sobre el uso del aditivo mejorador de cetano y catalizadores de combustión en motores no estacionarios, que tengan como sustento la realización de pruebas de campo a la altura de 2850msn.

## 2. FUNDAMENTACION TEÓRICA

### 2.1. MOTOR DIESEL

A simple vista los motores diésel tienen grandes diferencias con los motores de gasolina. Por ejemplo, los motores diésel no tienen sistema de ignición visible, no tienen carburador y trabajan con una presión elevada en el sistema de inyección, además cada cilindro lleva un inyector. [5]

Los motores diésel, al igual que los de explosión, son motores alternativos de combustión interna, es decir, transforman la energía en el interior del cilindro. Este tipo de motores se distinguen por el sistema de alimentación, el tipo de combustible que usan, la manera en la que realizan la combustión y por su alta rentabilidad al trabajar a presiones muy elevadas. De esta forma se obtiene una gran autonomía de combustible y un mayor trabajo útil. Los motores diésel solamente comprimen aire, por lo que la relación de compresión puede ser mayor, sí se introduce el combustible a una presión muy elevada en el tiempo de trabajo, para producir la combustión. Son conocidos como motores de encendido por compresión. [6]

El funcionamiento del motor Diesel se basa de la siguiente forma: en la admisión se introduce únicamente aire, que se mezcla con el combustible dentro del cilindro. Dispone de un sistema de inyección que introduce el combustible pulverizado en la cama de combustión. La inflamación de la mezcla es producida por la fuerte compresión del aire dentro del cilindro lo que produce una elevación en la temperatura del aire. [7]

El motor de Diesel contempla 5 tiempos para realizar un ciclo de trabajo, los cuales son:

**Admisión** es la fase en donde ingresa aire al cilindro. **Compresión** en esta fase el aire dentro del cilindro es comprimido lo que produce que se eleve la temperatura. La **inyección** se produce cuando el aire se encuentra comprimido en el punto muerto superior del pistón, que al entrar en contacto produce la combustión. La **expansión** de los gases se produce posterior a la combustión, lo que produce el empuje del cilindro hacia el punto muerto inferior. **Escape** de los gases quemados en el cilindro por la apertura de la válvula de escape, esto se produce por efecto de empuje del pistón. [6]

Dentro de las principales ventajas del motor diésel tenemos: mayor rendimiento térmico, menor consumo, obtiene una mayor duración de vida útil. En sus desventajas tenemos, mayor costo de mantenimiento, excesivo ruido y falta de potencia. [8]

## 2.2. EMISIONES EN VEHICULOS DIESEL

Los motores Diesel son conocidos por tener una alta autonomía, eficiencia y durabilidad, lo cual conlleva a tener un bajo costo operativo. Estas importantes características los convierten en los motores más preferidos, especialmente para vehículos pesados. Sin embargo, los motores diésel se consideran uno de los mayores contribuyentes a la contaminación ambiental causada por las emisiones de escape y también son responsables de varios problemas de salud. En los últimos años se impusieron varias tecnologías en todo el mundo para reducir los efectos negativos de las emisiones de los motores diésel en la salud humana y el medio ambiente, como es el caso de la normativa para emisiones Euro. Dentro de las principales emisiones contaminantes se tiene a: monóxido de carbono-CO, hidrocarburos-HC, material particulado-PM y óxidos de nitrógeno-NOx, por otro lado, los sistemas de control de estas emisiones, catalizador de oxidación diésel, filtro de partículas diésel y reducción catalítica selectiva. [9]

Las emisiones contaminantes de los vehículos Diesel presentan un severo daño en la salud de las personas. En estudios pasados realizados en el Ecuador se determinó que la ciudad con más

contaminación ambiental producto de los gases nocivos emitidos por vehículos es Santo Domingo de los Tsáchilas. Según la OMS la urbe registra valores de contaminación de PM2.5 (33UG/M3) según la organización. Esto se debe a que la ciudad es el sitio más transitado entre la costa y la sierra. [10]

Para controlar la contaminación producida por vehículos con motores de combustión interna se crearon las normas EURO, las cuales contienen requisitos técnicos que permiten incluir avances tecnológicos que ayuden a elevar la potencia de los vehículos sin sobrepasar el límite permitido de emisiones contaminantes. El objetivo de la mencionada normativa es reducir y controlar los gases nocivos emitidos por vehículos con motores otto o diésel. [11]

## 2.3. DIESEL EN EL ECUADOR

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1489:2012), el Índice de Cetano que debe tener el diésel premium para ser comercializado en el país es de 45. El índice de cetano se traduce en la facilidad que tiene el combustible para inflamarse. A esto se concluye que entre más fácil de inflamarse será mejor el combustible. [12]

En los últimos años se ha determinado que el Diesel que se comercializa en el Ecuador se encuentra entre los peores del mundo con una cantidad muy elevada de azufre. Dentro del país, la calidad del Diesel varía en cada ciudad. Según el boletín de la AEADE el Coca y Quito tienen el peor diésel del país. El mejor carburante se encontraría en Guayaquil y Cuenca. [13]

En años pasados se ha incentivado diversos programas con la finalidad de mejorar los combustibles que se comercializan en el país. Dentro de los beneficios que se perseguían se encontraban, mejorar el índice de octano y cetano además de reducir los niveles de contaminación. [14]

El diésel es también conocido como gasoil el cual es un hidrocarburo que se produce en una torre de destilación en altas temperaturas. Su estructura contiene: parafinas, isoparafinas y ciclo parafinas. Para su producción se deben alcanzar temperaturas cercadas de 200 a 400 °C. [15]



## 2.4. ADITIVOS SOLIDOS Y NO SOLIDOS

Dentro de la rama de nuevas tecnologías es necesario aplicar mecanismos que nos ayuden a reducir las emisiones contaminantes. En el caso del diésel debemos utilizar algunos aditivos. Para reducir las emisiones se puede utilizar alcoholes ya que contienen un alto contenido de oxígeno que ayudaría a completar el consumo. [16]

Dentro de los principales aditivos existen cuatro tipos los mismos que son expuestos a continuación:

**Octanaje:** Inicialmente para elevar el octanaje se utilizaban aditivos con un compuesto de plomo, no obstante, por el factor contaminante ha sido prohibido dando paso al uso de MTBE (metilterbutil éter) y etanol. **Oxigenadores:** Este tipo de aditivo se ocupa normalmente para mejorar la autonomía y potencia, así mismo interviene en la disminución de carbonilla e hidrocarburos no combustionados. **Detergentes:** Optimizan la pulverización del combustible siendo así un apoyo en la mezcla de aire-combustible. **Colorantes:** Son generalmente utilizados para dar un color específico al combustible para evitar su confusión. [17]

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente artículo tuvo un enfoque cuantitativo de carácter inductivo-deductivo en el que se analizó mezclas parciales.

### 3.1. MATERIALES SELECCIONADOS

Los vehículos fueron seleccionados por ser los más comercializados en el año 2020, dos de ellos son de transmisión manual y uno transmisión automática, de esta forma los resultados que arrojará el estudio comprobarán la efectividad de los aditivos a prueba en vehículos comúnmente comercializados, con dos diferentes tipos de transmisión y en tres diferentes tecnologías.

Se utilizaron tres vehículos con motores Diesel de diferentes marcas.

- Vehículo 1 Chevrolet Luv Dmax con motor 3.0L Turbo Diesel CRDI de 160

caballos de vapor (CV) y 320 newton metro (nm).

- Vehículo 2 Great Wall Wingle con motor 2.0L Turbo Diesel CRDI de 141 caballos de potencia (HP) y 315 newton metro (nm).
- Vehículo 3 Peugeot 3008 con motor 2.0L de 150 caballos de potencia (HP) y 370 newton metro (nm).

Las pruebas estáticas se realizaron en diversos lugares los cuales cuentan con equipados normados y que se dedican a la repotenciación de motores. El dinamómetro es una herramienta que nos ayuda a medir la fuerza existente por medio de la deformación de un resorte. Este equipo es usado para realizar pruebas de aceleración simulada, en la cual se mide la energía que entrega el motor de un automóvil mientras se encuentra estático. [18]

Los aditivos seleccionados fueron suministrados por parte del proveedor, bajo un análisis de sus tecnologías, para obtener un aumento de potencia y reducción de emisiones contaminantes.

**Tabla 1.** Descripción de los Aditivos

Abreviatura	Aditivo	Aditivo	Aditivo
Especificación	Mejora de Cetano	Tecnología catalizadora	Sinergia entre los dos

Fuente: Autores.

### 3.2. PRUEBAS

Dentro de los vehículos a prueba están de dos tipos de transmisión, en el caso del vehículo con transmisión automática se realiza el estudio mediante las denominadas pruebas de velocidad, es decir se colocan en P (Parking) al vehículo y se acelera a tope.

En el caso del vehículo con transmisión manual se realizó una prueba de potencia para lo cual se llegó a las 2000 RPM en cada marcha hasta llegar a la cuarta marcha en el caso de vehículos con 5 velocidades, y a quinta marcha en el caso de tener 6 velocidades, una vez que se ha llegado a las 2000 RPM en cuarta o quinta marcha según corresponda, se acelera a fondo el vehículo hasta el corte de inyección o velocidad máxima.

Para efecto de estas pruebas, los ensayos se realizan bajo la normativa SAE J1349, la misma

que establece los métodos de prueba para determinar la potencia en el vehículo. De esta forma se siguió los siguientes parámetros:

Condiciones geográficas similares, con una altura en la ciudad de Quito de 2850 msnm y una presión atmosférica de 0.71 atmosferas. Cabe recalcar que las condiciones pueden variar, esto depende de la temperatura o presión del día en el que se haya realizado estas pruebas, por lo cual se procura simular las mismas condiciones ambientales en todas las pruebas.

**Tabla 2.** Condiciones Ambientales

Parámetro	Temp. Ambiental	Humedad Ambiental	Presión Atmosférica
Descripción	20.1°C	59.5%	540mmHg

Fuente: Autores

En el caso de los tres vehículos a prueba se utilizó el Diesel que se comercializa en las diferentes gasolineras del país. La temperatura del motor se encontraba en óptimas condiciones y estable para que pueda desarrollarse la combustión de perfecta manera según el vehículo. [19] Para las diferentes pruebas, se colocó el aditivo en un tanque sin restos de un previo aditivo.

Los aditivos a prueba son fabricados con diferentes tecnologías para la mejora de potencia y mejora de emisiones, de esta manera se obtuvo tres tipos de aditivos a continuación expuestos.

De esta forma, se ha dividido el estudio en 4 pruebas principales por vehículo:

- Prueba con Diesel.
- Prueba con Diesel + Aditivo Elevador de Cetano.
- Prueba con Diesel + Aditivo Catalizador
- Prueba con Diesel + Aditivo Elevador de Cetano + Aditivo Catalizador.

Las pruebas se realizaron por medio del uso de 16 galones de Diesel en cada tanque de combustible. Según el fabricante cada frasco de aditivo debe ser mezclado con 16 galones de combustible. Esta cantidad se impuso bajo los requisitos permisibles presentados en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1489:2012), cuyo propósito es determinar los requisitos que debe cumplir el combustible Diesel. En este caso se

basan en la cantidad de cetano que se incluye por partículas por millón.

**Tabla 3.** Cantidad de Mezcla de Aditivos

Nº	Prueba a 1	Prueba a 2	Prueba a 3	Prueba a 4
(ml)	0	125	125	125
Aditivo				
Cantidad de Diesel	16 galones	16 galones	16 galones	16 galones

Fuente: Autores

### 3.3. METODOLOGIA.

El presente estudio tendrá un enfoque cuantitativo de carácter deductivo, en el que se analizará las mezclas parciales. Por medio de la recolección y generación de datos se realizará una comparación entre los vehículos con diversos motores Diesel. Para comparar los resultados obtenidos se procederá a tabular los datos en base a las determinantes planteadas, se comparó por cada vehículo las distintas pruebas realizadas: con el combustible con aditivo elevador de cetano, combustible con aditivo catalizador, combustible con los dos aditivos y con el combustible sin aditivos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Resultados

Antes de realizar las pruebas se verifico que los vehículos se encuentren en óptimas condiciones, por lo cual se comprobó los mantenimientos previamente realizados. Como se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.** Mantenimientos Realizados

	Aceite de Motor	Filtro de Aire	Filtro de Combustible
Vehículo 1	X	X	X
Vehículo 2	X	X	X
Vehículo 3	X	X	X

Para realizar las pruebas en el dinamómetro se sigue un protocolo de seguridad a fin de evitar

accidentes. [20] En primer lugar, se ubica el vehículo dentro de los rodillos mientras se observa que se encuentre perfectamente alineado. Después con la ayuda de fajas se asegura el vehículo desde el chasis hacia los puntos de agarre del Dinamómetro y se vuelve a ajustar. Para comprobar que el vehículo se encuentra bien ajustado, se suelta el freno de mano, se pone en neutral y el auto no debe moverse.



Protocolo de seguridad llevado a cabo en los vehículos a prueba.

**Fuente:** Autores

Después de llevar a cabo el protocolo de seguridad se prosigue a la prueba. En vehículos de transmisión manual se realiza la prueba con la penúltima marcha. En este caso se realizó en cuarta marcha para la D-Max y en quinta marcha para la Wingle 7. Primero se empieza en velocidades bajas igualando las RPM del vehículo con las RPM del sistema, en este caso 2000 RPM. Una vez que se iguala las RPM y se encuentra en la penúltima marcha se inicia la prueba y se acelera a fondo hasta que el vehículo llegue al corte de inyección en donde se da por acabada la prueba y se esperan los resultados.

La primera prueba se realizó solo con Diesel para obtener los datos base para la comparativa, por lo cual se realizaron las pruebas con 5 galones de Diesel en el depósito.

Las pruebas con aditivo fueron realizadas con 16 galones de combustible. Por lo cual vació el tanque de cada vehículo para posterior colocar la cantidad antes mencionada de Diesel y el aditivo. En cuanto al porcentaje de aditivo, se utilizó 125ml, cantidades recomendadas por la empresa fabricante de aditivos.

Una vez colocado en el tanque la mezcla Diesel + Aditivo se recorrió una distancia de 15

kilómetros, de esta forma se buscó que la mezcla obtenida llegue al sistema de inyección. Este recorrido se realizó entre cada prueba para garantizar que la mezcla se encuentre en el sistema de alimentación. Cabe destacar que dentro de cada prueba se verifico que se coloquen las mismas cantidades de combustible al igual que el aditivo.

Después de que se realizó el recorrido programado antes descrito se llevó el vehículo al dinamómetro y se realizó la prueba de torque y potencia.

Acabada la prueba se lleva el vehículo al taller y se vuelve a vaciar el tanque de combustible y se llena el tanque con un poco de diésel sin aditivo. Una vez que el carro se encuentra con el diésel se realiza un recorrido de 15km en los cuales el diésel limpia el sistema de alimentación para la siguiente mezcla.

Posterior al proceso de limpieza se prosiguió con la siguiente mezcla de Diesel con aditivo y se repite el proceso antes descrito para dar por finalizado las pruebas de campo.

Las muestras de los diferentes aditivos fueron suministradas por el fabricante solo para ser insertadas en el tanque de combustible. Tanto de los Aditivos por individual como en conjunto. Los vehículos utilizados fueron elegidos en base a lo indicado por el fabricante en este caso vehículos con motores diésel.

**Tabla 5.** Datos de la Potencia en (HP) con Diesel

	VEHICULO 1	VEHICULO 2	VEHICULO 3
<b>HP</b>	146,9	108	158,1

**Fuente:** Autores.

En la *Tabla 5*, se muestra los resultados de las pruebas realizadas con Diesel sin aditivos. A fin de obtener los datos base para realizar el análisis de resultados.

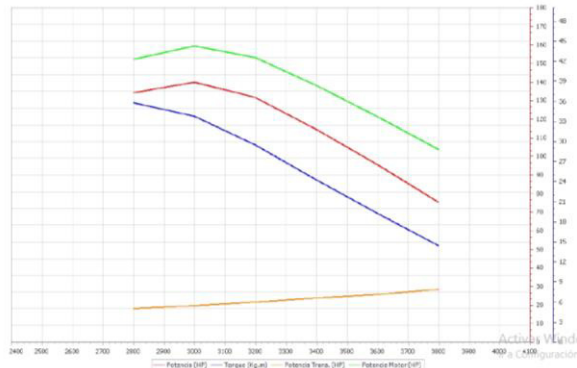
**Tabla 6.** Resultados Obtenidos en las Diversas Pruebas en el vehículo 1.

Pruebas	Vehículo 1			
	Diesel	A. A.	A. A.	Sinergia entre ambos
<b>HP</b>	146.9	159.4	147.1	148.9

**Fuente:** Autores.

En la *Tabla 6*, se muestra los resultados obtenidos en las diversas pruebas realizadas con los aditivos.

Se observó que en la prueba con el Aditivo elevador de cetano, existe un considerable aumento de la potencia del vehículo.



**Ilustración 1 Curva de Potencia con Aditivo Cetano**

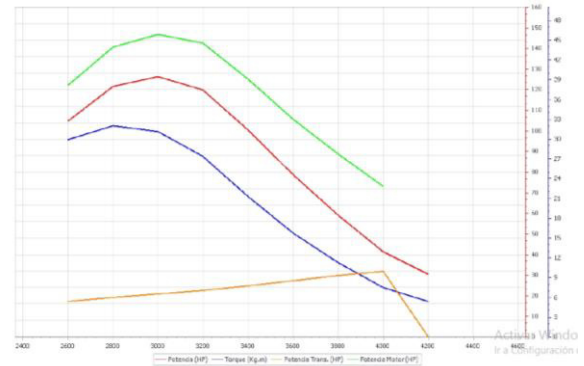
Fuente: Autores

En las ilustraciones se puede evidenciar que la línea roja muestra la potencia (hp), la línea azul muestra el torque (Kg.m), la línea amarilla muestra la potencia Trans. (hp) y por último la línea verde muestra la Potencia Motor (hp).

En base a las curvas de potencia obtenidas se observa un incremento de potencia en altas revoluciones, el incremento a empieza a 3000RPM. Con diésel simple se observa que a 2800RPM alcanza un máximo de 146.9 HP, mientras que con el uso del aditivo se alcanza los 159.4 HP. Lo que significa que el aditivo cumple su función, al elevar el nivel de cetano de combustible se obtiene una combustión más completa lo que produce un aumento de potencia en pequeños porcentajes.

En la prueba con el aditivo catalizador, se observó que existe una variación mínima en la potencia cuando se toma como referencia la primera prueba realizada. Se obtiene como resultado una potencia de 147.1 Hp, esto se debe a que el aditivo catalizador busca reducir las emisiones contaminantes por lo cual elevar la potencia no se encuentra dentro de los beneficios de este aditivo. En la última prueba con los aditivos mezclados con el diésel se obtiene el siguiente resultado que se muestra en la tabla 5. Se examina que la potencia aumenta alrededor de 2 Hp lo que denota un aumento de potencia cerca del 2% con

respecto a la primera prueba realizada. Lo que indica que el aditivo que utiliza la sinergia entre las dos tecnologías sirve para elevar la potencia en un mínimo porcentaje.



**Ilustración 2. Curva de Potencia con los Dos Aditivos**

Fuente: Autores

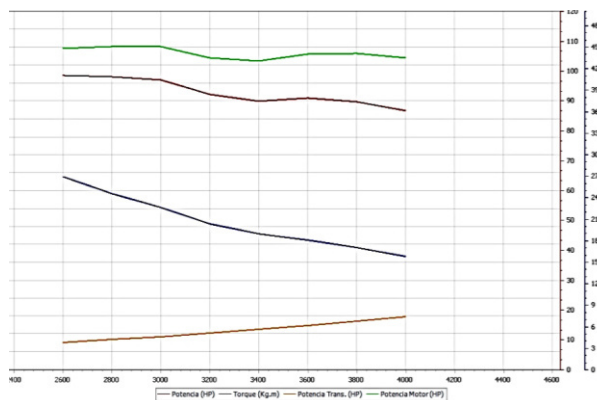
Con respecto a la curva de potencia se observa que al usar los dos aditivos en conjunto se alcanza la potencia máxima antes de las 3200RPM. Esto nos demuestra que al trabajar los aditivos en conjunto el aumento de potencia es mínima lo cual indica que el aditivo cumple con su objetivo. En sensaciones de manejo se siente al vehículo más ágil y sin tanto desmayo al momento de realizar el cambio de marchas.

**Tabla 7.** Resultados obtenidos en las diversas pruebas en el vehículo 2.

Pruebas	Vehículo 2			
	Diesel	A. Cetano	A. Catalizador	Sinergia entre ambos
HP	108	108,2	108	106,2

Fuente: Autores.

En la *Tabla 7*, se observan los datos obtenidos en el segundo vehículo puesto a prueba, se nota un leve aumento en la potencia con relación al resultado del vehículo con Diesel convencional. Es importante destacar que el aumento de potencia así sea insignificante se visualiza lo que nos ayuda a comprobar que el aditivo cumple su función.



**Ilustración 3. Curva de Potencia con Aditivo Cetano**

Fuente: Autores

En base a las curvas de potencia se observa que el vehículo 2 alcanza el 100% de su potencia a las 3000 RPM y posterior comienza a descender hasta las 2500RPM

Por otro lado, al momento de realizar la segunda prueba con el aditivo catalizador se muestra que no existe variación alguna en la potencia, esta se mantiene estable arrojando datos similares a los que se obtuvieron en la primera prueba.

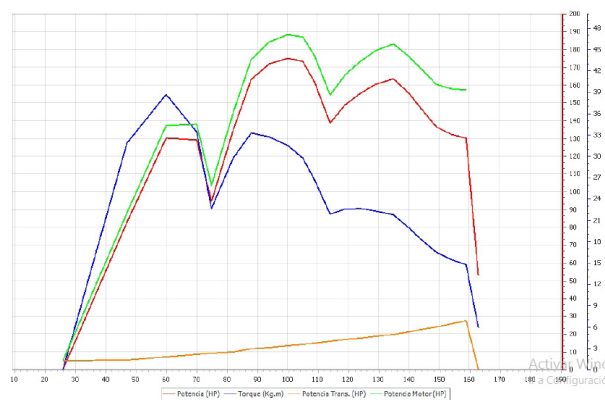
Finalmente, al colocar el aditivo con la mezcla de ambas tecnologías los resultados muestran una reducción de potencia del 1%, lo que significa que al utilizar las dos tecnologías la reducción de potencia es mínima. Esta reducción se da al encontrarse el aditivo catalizar ya que su función es unir el cetano con el diésel por lo cual reduce el índice de cetano en la mezcla. Pero se estudia la posibilidad de que la reducción de emisiones sea favorable.

**Tabla 8.** Resultados Obtenidos en las diversas pruebas en el vehículo 3.

Vehículo 3				
Pruebas	Diesel	A. Cetano	A. Catalizado	Sinergia entre ambos
HP	158,1	188,3	158.1	186,7

Fuente: Autores.

En la *Tabla 8*, se indica los datos obtenidos en el tercer vehículo a prueba. De esta forma se contempla una potencia con el diésel convencional de 158,1 HP. A diferencia de los otros vehículos este alcanzo una mayor potencia al ser un vehículo de categoría SUV el cual tiene por objetivo una conducción más deportiva.



**Ilustración 4. Curva de Potencia con Aditivo Cetano**

Fuente: Autores

Con respecto a la curva de potencia se examina que el vehículo obtiene su potencia máxima a las 4000RPM, régimen en el cual obtiene como resultado 188.3 (HP). A diferencia de la primera prueba en donde el vehículo obtiene el máximo de potencia a las 3600 RPM.

Así mismo luego de suministrar el aditivo cetano se observa un notable aumento de potencia de 30,2 HP, esto se produce como resultado del aumento del nivel de cetano en el combustible lo que otorga una mejor combustión.

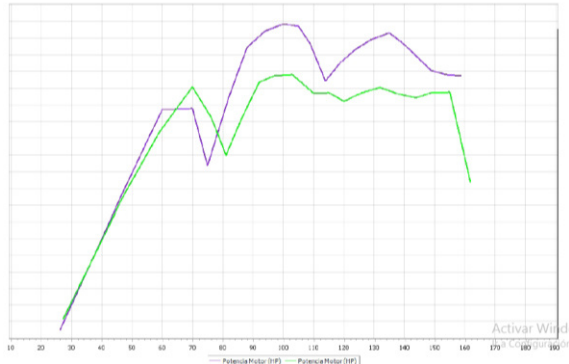
En cuanto al comportamiento del motor con el aditivo catalizador, se comprueba que no existe variación en la potencia final, al igual que en los otros vehículos de prueba la potencia sigue similar a la obtenida en las pruebas con Diesel convencional.

En la última prueba se observa que existe un aumento de potencia, que a diferencia de la segunda prueba es menor, pero nos indica que el aditivo en vehículos de categoría SUV funciona si se busca elevar la potencia y reducir las emisiones contaminantes.

#### 4.2. Discusión

Luego de las pruebas realizadas existe un incremento de potencia en un 2% en las camionetas y un 20% en el vehículo SUV con el uso de la tecnología cetano por su mejora en el proceso de combustión, no obstante, al suministrar el aditivo catalizador se observa que no existe variación la potencia final, es decir se obtiene resultados similares a los obtenidos en las pruebas con Diesel convencional, esto debido a

su composición que tiene como objetivo reducir las emisiones. Por otro lado, al momento de usar los dos aditivos en conjunto se obtiene un pequeño incremento casi imperceptible en la potencia. Cabe destacar que el aditivo que utiliza las dos tecnologías en conjunto no presenta un problema perjudicial para el motor ya que se estudia la posibilidad de que reduzca las emisiones contaminantes.



**Ilustración 5. Comparativa de Datos Vehículo 3**  
Fuente: Autores

Con respecto al uso de los aditivos en vehículos SUV se obtiene que se puede llegar a aumentar la potencia en un 17% a 20%, esto depende de la tecnología que se va a usar, esta puede ser solo elevador de cetano o la sinergia entre las dos, se debe tomar en cuenta que esta primera otorga mejores resultados. Como se muestra en la comparativa el aumento de potencia por medio del uso de un aditivo es significativo.

Se examina que en todos los vehículos al utilizar el aditivo elevador de cetano existe un aumento de potencia, esto se produce porque al elevar el índice de cetano del combustible se produce una ignición más temprana y adecuada lo que mejora en gran proporción la combustión. Lo que significa que el aditivo elevador de cetano cumple su función al estabilizar la combustión dentro del motor la computadora elimina restricciones de potencia lo que ayuda a elevar la misma trabajo en mejores condiciones.

En cuanto a la tecnología catalizador, por ser diseñado para reducir emisiones, los vehículos no sufren grandes variaciones en la potencia, no obstante, al hacer una sinergia entre ambas tecnologías se denota que el vehículo obtiene un incremento en la potencia por debajo del obtenido en las pruebas con la tecnología que eleva el

índice de cetano. Lo que significa que es necesario utilizar las dos tecnologías al mismo tiempo para evitar una drástica reducción de potencia, de esta manera se mejora la combustión y la emisión de gases sin arriesgar la potencia final.

## 5. CONCLUSIONES

Se observó el comportamiento de los vehículos con los diversos aditivos utilizados, entre tanto se aplica la proporción recomendada por el fabricante lo cual nos produce resultados como: torque y potencia.

En el mercado nacional existen varios aditivos en oferta los cuales tienen su origen extranjero, por tal motivo se dio preferencia a los aditivos de fabricación nacional para realizar el estudio con los cuales se obtuvieron resultados eficientes en las pruebas realizadas. Tras las pruebas realizadas el aditivo elevador de cetano es el recomendado si se busca aumentar la potencia del vehículo sin realizar una modificación en el motor.

Los aditivos usados muestran datos reales de aumento de potencia en los vehículos a diésel. Con los datos obtenidos se concluye que los aditivos ayudan a elevar la potencia hasta un 2% en camionetas y hasta un 20% en vehículos de categoría SUV. Como resultado, los aditivos brindan una mejora en la combustión lo cual permite este aumento de potencia, se prevé que, de esta forma, las emisiones contaminantes se reducen.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. A. Peñafiel Vega y M. A. Reinoso García, «Estudio de la inyección de combustible controlada electrónicamente, en función a la altura, en motores diésel con sistemas Common Rail.,» *Repositorio UIDE*, pp. 15-16, Mayo 2019.
- [2] G. Cevallos y J. Cueva, «QUITO, CIUDAD DE ALTURA,» *Artículo de Revisión Científica*, vol. II, pp. 6-14, 2018.
- [3] D. Romero, «La calidad del diésel sigue en discusión,» *El Comercio*, 08 Agosto 2018.
- [4] CINAE, «Boletín Vehículos Nuevos,» Registro de Vehículos Base SRI, Quito, 2020.
- [5] E. Kates, *Motores Diesel y de gas de alta compresión*, Barcelona: Editorial REVERTÉ S.A., 1982.
- [6] E. Secundino, *Motores*, España: Macmillan Iberia, S.A, 2011.
- [7] S. Sanz Acebes, *El motor Diésel de cuatro tiempos*, Editex, 2017.
- [8] S. Consuegra, *Modulo Motores Diesel*, Fonseca: Instituto Tecnológico de Sociedad Atlántico, 2007.
- [9] A. Faiz y S. Kumares, *Air Pollution from Motor Vehicles: Issues, Characteristic, And trends*, Washington D.C: Draft World Bank, 1994.
- [10] V. Sorgato, «Seis urbes en Ecuador se exceden en contaminación ambiental, según OMS,» *El Comercio*, 2016.
- [11] R. Brito, «La nueva Norma EURO V,» *NG LOGISTICA*, 2013.
- [12] N. T. Ecuatoriana, «Productos Derivados del Petróleo. Diése. Requisitos NTE INEN 1489:2012,» Quito, 2012.
- [13] E. P. Nacional, «El diésel en Ecuador contamina cinco veces más que el combustible de otros países,» *Boletín AEADE - MOTOR TERRA*, 2020.
- [14] «Petroecuador anuncia programa para mejorar la calidad de los combustibles,» *El Universo*, 2011.
- [15] L. Tipanluisa, «Análisis Comparativo de Laboratorio a las Mismas Condiciones del Biodiesel (Piñón y Palma Africana) Mezclado en Porcentajes del 2% y 5% con Diesel Ecuatoriano Comercial.,» *ResearchGate*, pp. 22-23, 2008.
- [16] V. Pirouzfard, *Diesel Fuel Additives*, Deutschland: LAP LAMBERT, 2016.
- [17] E. N. A Condor, «Estudio de la influencia de tres tipos de aditivos utilizados en el diesel 2 y diesel premium en un vehiculo Hyundai H100 modelo 2004,» p. 173, 2001.
- [18] A. Rosas y G. Barona, «Elaboracion de un manual de mantenimiento para el dinamometro de chasis LPS 3000, instalado en el CCICEV,» Quito, 2007.
- [19] S. Internacional, «SAE J1349 ENGINE POWER TEST CODE. SPARK IGNITION ANDA COMPRESSION IGNITION, NET POWER RANKING,» Warrendale, 2004.



[20] A. Ávila, «Estudio e Implementación del Dinamometro de Chasis Model X Tracción 2 ruedas del fabricante DINOCOM,» Repositorio UIDE, Guayaquil, 2016.



## ANEXOS

Ilustración 6. Datos del Ensayo; Vehículo 2 – Diesel

### Datos del Ensayo



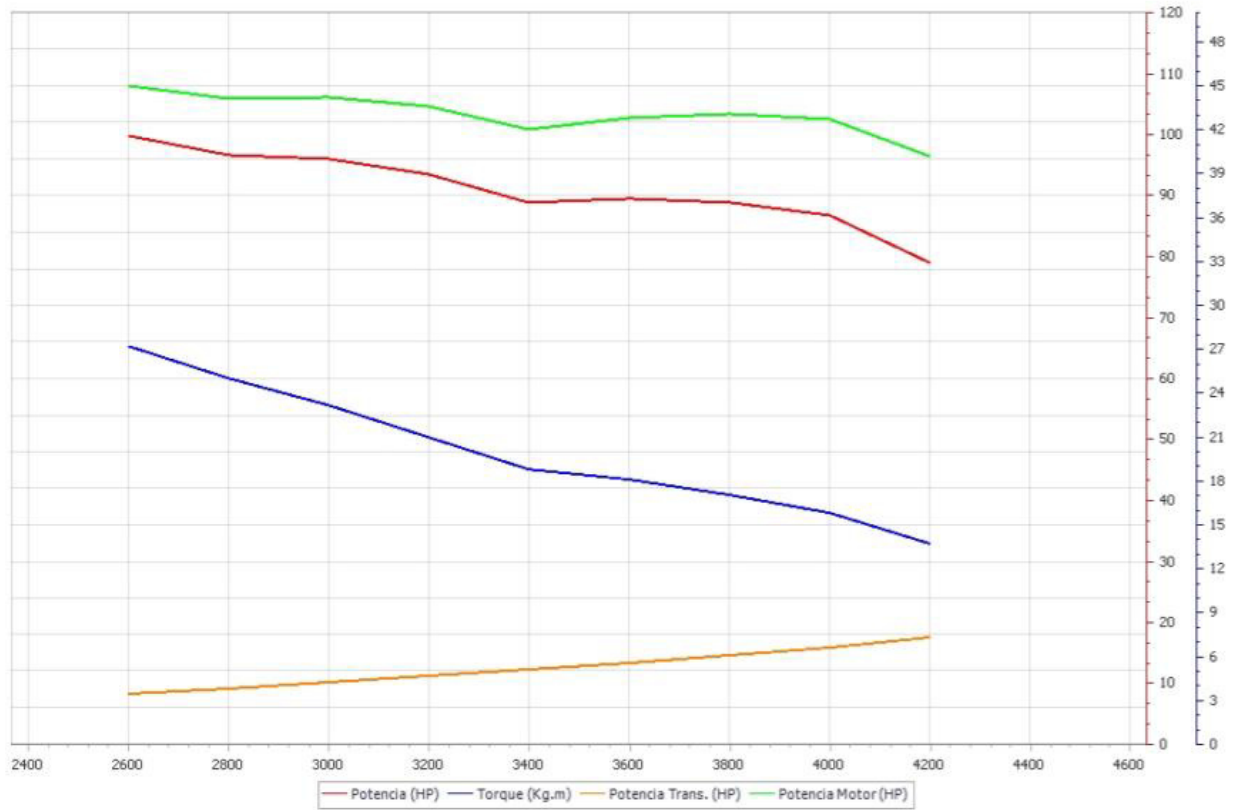
Fecha	21/09/2021 11:43:59		
Nombre	GREAT WALL ROJA0001907		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
ntencia	2600	100	0
orque	2600,0	27,2	0,0
ntencia Trans.	4200,0	17,5	0,0
ntencia Motor	2600,0	108,0	0,0

Fecha  
Cliente  
Motor

21/09/2021 11:43:59

# GREAT WALL ROJA0001907



Fecha 21/09/2021 11:43:59

# Tabla de Valores

Cliente

Motor

Ensayo	Variable			
GREAT WALL ROJA0001907				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	<b>100</b>	<b>108,0</b>	8,2	<b>27,2</b>
2800	97	105,8	9,1	25,0
3000	96	106,1	10,1	23,2
3200	93	104,6	11,1	20,9
3400	89	100,9	12,2	18,8
3600	89	102,8	13,3	18,0
3800	89	103,3	14,5	17,0
4000	87	102,6	15,9	15,8
4200	79	96,5	<b>17,5</b>	13,7
4400	29	29,2	0,0	4,9
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Ilustración 7.** Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo Y

## Datos del Ensayo

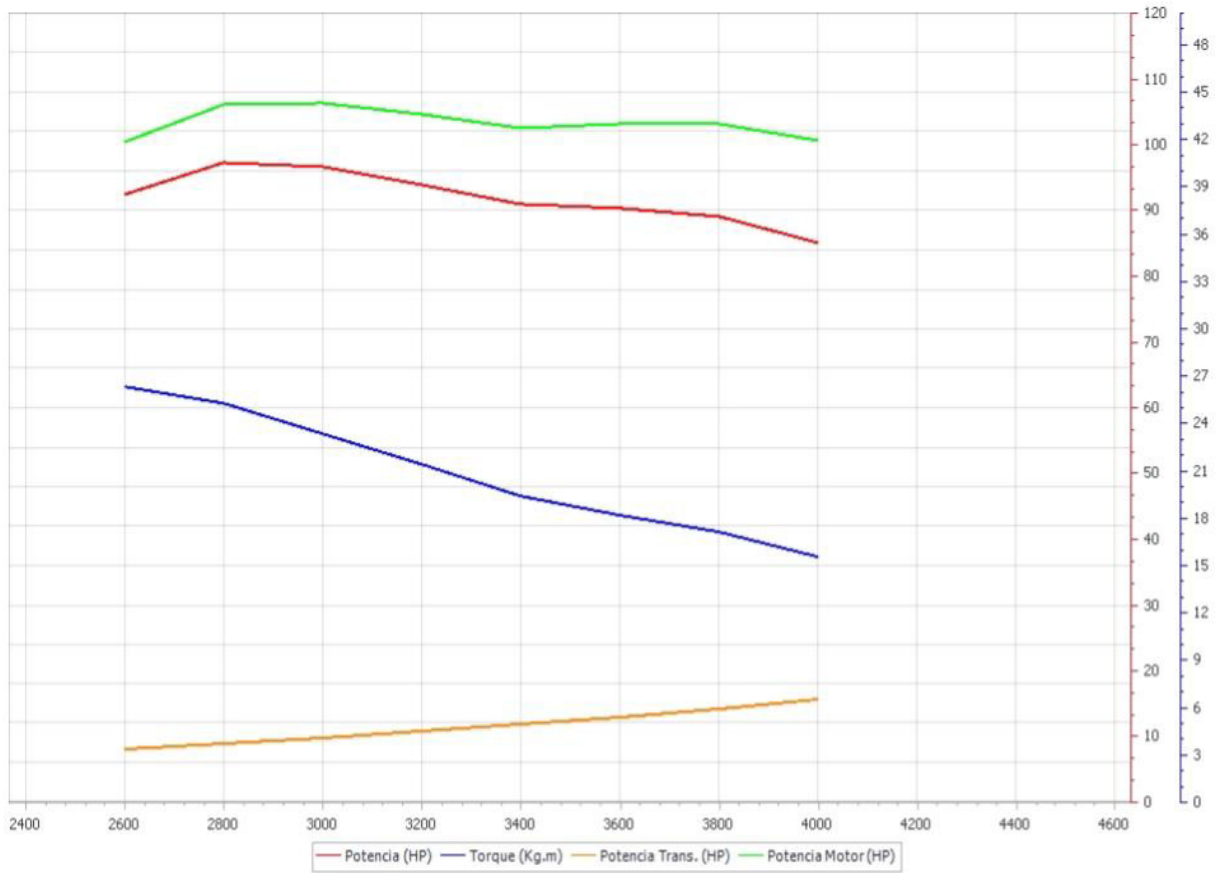


Fecha	21/09/2021 12:30:10		
Nombre	GREAT WALL ROJA CATALIZADOR0001968		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	2600	96	0
Torque	2600,0	25,9	0,0
Potencia Trans.	4200,0	16,1	0,0
Potencia Motor	2600,0	106	0,0

Fecha 21/09/2021 12:30:10  
Cliente  
Motor

# GREAT WALL ROJA CATALIZADOR000196



Fecha 21/09/2021 12:30:10  
Cliente  
Motor

## Tabla de Valores



Ensayo		Variable			
GREAT WALL ROJA CETANO Y CATALIZADOR0001968					
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)	
2600	92	100,4	7,9	<b>25,9</b>	
2800	<b>96</b>	106,1	8,8	25,2	
3000	<b>96</b>	<b>106</b>	9,7	23,3	
3200	94	104,5	10,7	21,4	
3400	91	102,6	11,7	19,4	
3600	90	103,2	12,9	18,2	
3800	89	103,3	14,1	17,1	
4000	85	100,6	15,3	15,5	
4200	32	48,6	<b>16,1</b>	5,5	
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

**Ilustración 8.** Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo X

## Datos del Ensayo



Fecha	05/10/2021 10:01:43		
Nombre	GREAT WALL ROJA CETANO0001967		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

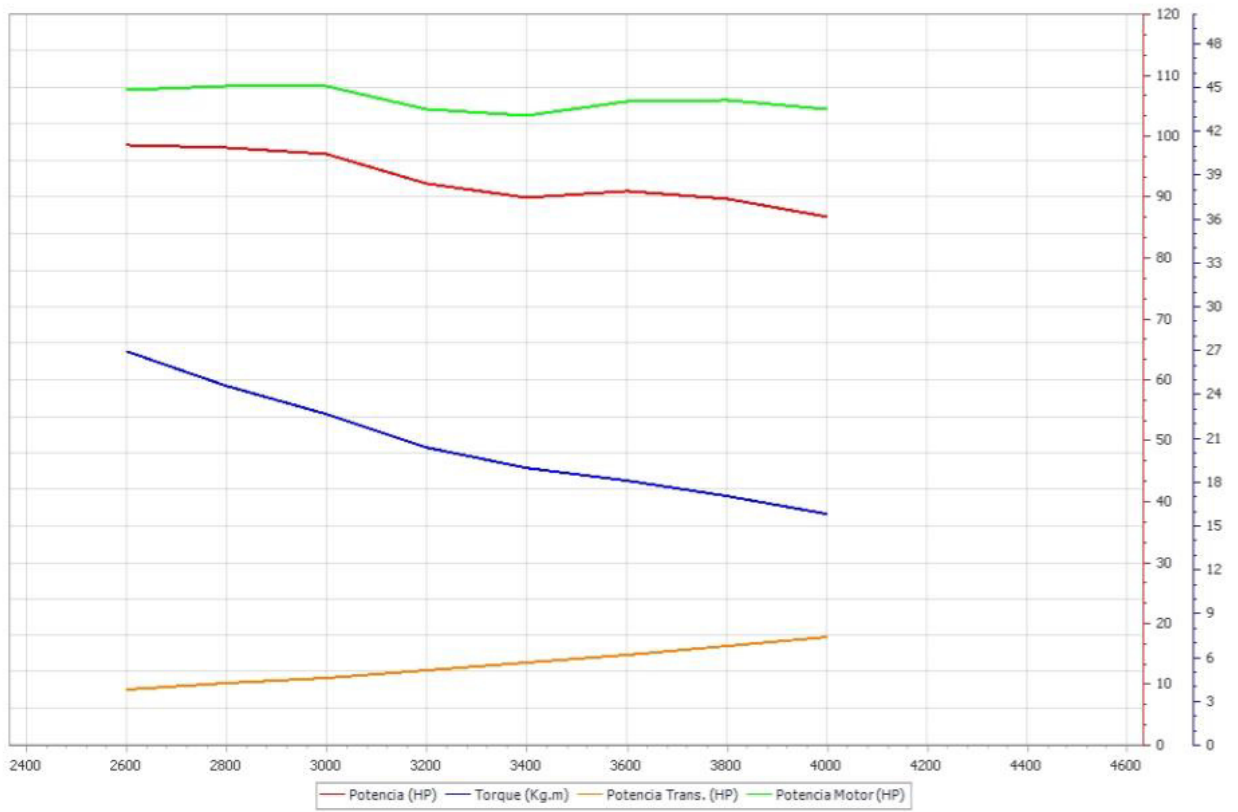
Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	2600	99	0
Torque	2600,0	26,9	0,0
Potencia Trans.	4200,0	19,2	0,0
Potencia Motor	2800,0	108,2	0,0

Fecha 05/10/2021 10:01:43

# GREAT WALL ROJA CETANO0001967

Cliente

Motor





Fecha 05/10/2021 10:01:43

# Tabla de Valores

Cliente

Motor

Ensayo		Variable		
GREAT WALL ROJA CETANO0001967				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	<b>99</b>	107,7	9,1	<b>26,9</b>
2800	98	<b>108,2</b>	10,0	24,5
3000	97	108,1	11,0	22,7
3200	92	104,4	12,2	20,4
3400	90	103,3	13,4	19,0
3600	91	105,6	14,7	18,1
3800	90	105,9	16,2	17,0
4000	87	104,5	17,8	15,8
4200	43	62,1	<b>19,2</b>	7,4
4400	21	20,8	0,0	3,5
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Ilustración 9.** Datos del Ensayo: Vehículo 2 + Aditivo X+Y

## Datos del Ensayo



Fecha	05/10/2021 12:00:47		
Nombre	GREAT WALL ROJA CETANO Y CATALIZADOR0001968		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

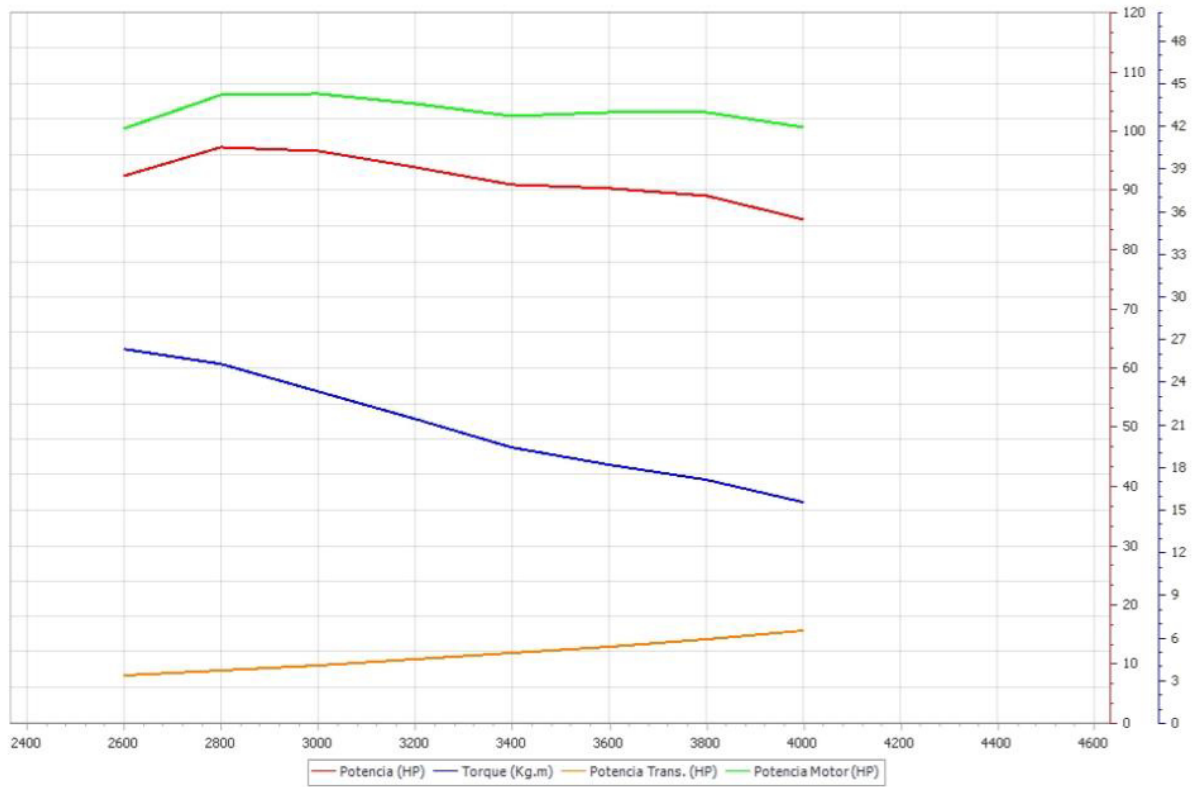
Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	2800	97	0
Torque	2600,0	26,3	0,0
Potencia Trans.	4200,0	16,6	0,0
Potencia Motor	3000,0	106,2	0,0

Fecha 05/10/2021 12:00:47

Cliente

Motor

# GREAT WALL ROJA CETANO Y CATALIZADOR0001968



Fecha 05/10/2021 12:00:47

# Tabla de Valores

Cliente

Motor

Ensayo	Variable			
GREAT WALL ROJA CETANO Y CATALIZADOR0001968				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	92	100,4	7,9	<b>26,3</b>
2800	<b>97</b>	106,1	8,8	25,2
3000	<b>97</b>	<b>106,2</b>	9,7	23,3
3200	94	104,5	10,7	21,4
3400	91	102,6	11,7	19,4
3600	90	103,2	12,9	18,2
3800	89	103,3	14,1	17,1
4000	85	100,6	15,6	15,5
4200	32	48,6	<b>16,6</b>	5,5
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Ilustración 10.** Datos del Ensayo: Vehículo 3 – Diesel

## Datos del Ensayo

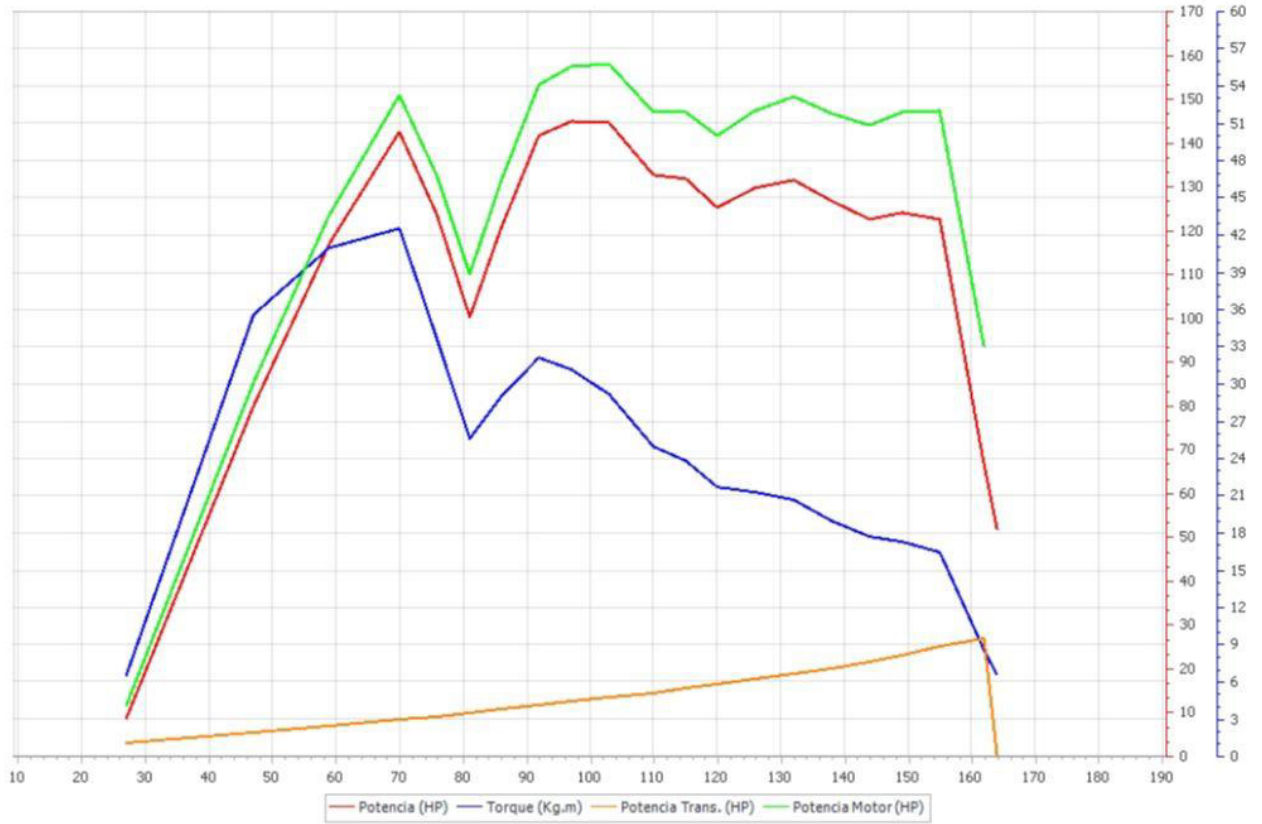


Fecha	18/10/2021 9:22:48		
Nombre	PEUGEOT SIN ADITIVO0002017		
Orden			
Ciente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	3400	145	122
Torque	2400,0	42,5	16,4
Potencia Trans.	5600,0	26,9	24,9
Potencia Motor	3600,0	158,1	147,4

Fecha 18/10/2021 9:22:48  
Cliente  
Motor

# PEUGEOT SIN ADITIVO0002017



Fecha 18/10/2021 9:22:48  
Cliente  
Motor

## Tabla de Valores



Ensayo		Variable		
PEUGEOT SIN ADITIVO0002017				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
27	8	11,3	3,1	6,5
47	80	85,4	5,3	35,6
59	117	123,5	6,7	40,9
70	143	150,8	8,2	42,5
76	123	132,5	9,0	33,5
81	100	110,0	9,9	25,6
86	120	131,1	10,8	28,9
92	142	153,4	11,7	32,1
97	145	157,4	12,6	31,1
103	145	158,1	13,5	29,2
110	133	147,0	14,4	25,0
115	132	147,1	15,4	23,8
120	125	141,8	16,5	21,7
126	130	147,2	17,6	21,3
132	132	150,5	18,8	20,7
138	127	146,7	20,0	19,0
144	123	144,1	21,4	17,7
149	124	147,1	23,0	17,3
155	122	147,4	24,9	16,4
162	66	93,4	26,9	8,6
164	52	51,5	0,0	6,5
Promedio	0	0,0	0,0	0,0

**Ilustración 11.** Datos del Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo Y

## Datos del Ensayo



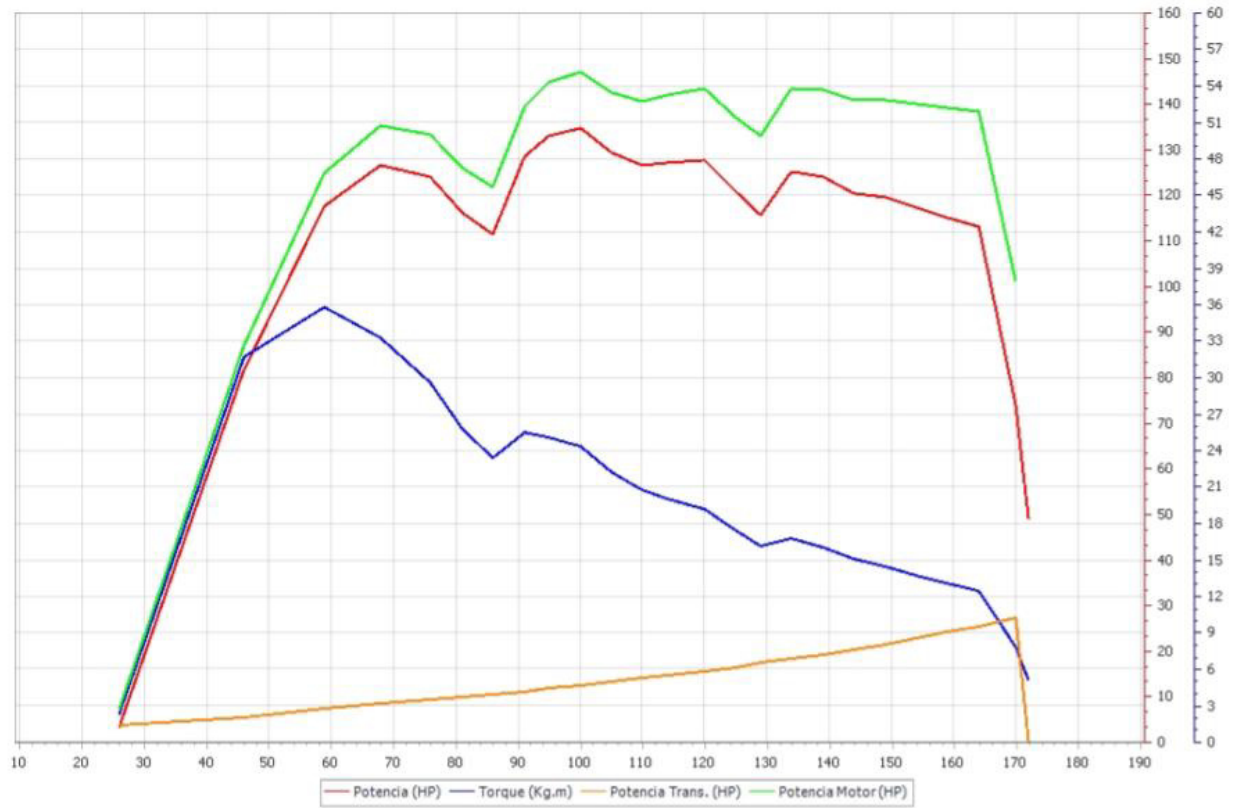
Fecha	18/10/2021 9:36:47		
Nombre	PEUGEOT CON ADITIVO00002018		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	4000	135	125
Torque	2400,0	35,8	16,8
Potencia Trans.	6800,0	27,3	18,2
Potencia Motor	4000,0	147,2	143,5



Fecha 18/10/2021 9:36:47  
Cliente  
Motor

# PEUGEOT CON ADITIVO0002018



Fecha 18/10/2021 9:36:47  
 Cliente  
 Motor

## Tabla de Valores



Ensayo	Variable	PEUGEOT CON ADITIVO0002018		
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
26	3	6,9	3,7	2,2
46	82	87,0	5,3	31,7
59	118	124,9	7,2	<b>35,8</b>
68	127	135,2	8,5	33,3
76	124	133,2	9,1	29,5
81	116	126,1	9,8	25,8
86	112	121,9	10,4	23,3
91	129	139,6	11,1	25,4
95	133	144,8	11,7	25,1
100	<b>135</b>	<b>147,2</b>	12,4	24,3
105	129	142,5	13,2	22,2
110	127	140,5	13,9	20,7
114	127	141,9	14,7	20,0
120	128	143,4	15,5	19,2
125	121	137,1	16,3	17,4
129	116	132,9	17,3	16,1
134	125	143,5	18,2	16,8
139	124	143,3	19,1	16,0
144	121	140,8	20,2	15,1
149	119	140,9	21,4	14,4
154	117	140,0	22,7	13,7
159	115	139,1	24,0	13,0
164	113	138,4	25,4	12,4
170	74	101,1	<b>27,3</b>	7,8
172	49	48,7	0,0	5,1
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Ilustración 12.** Datos del Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo X

## Datos del Ensayo

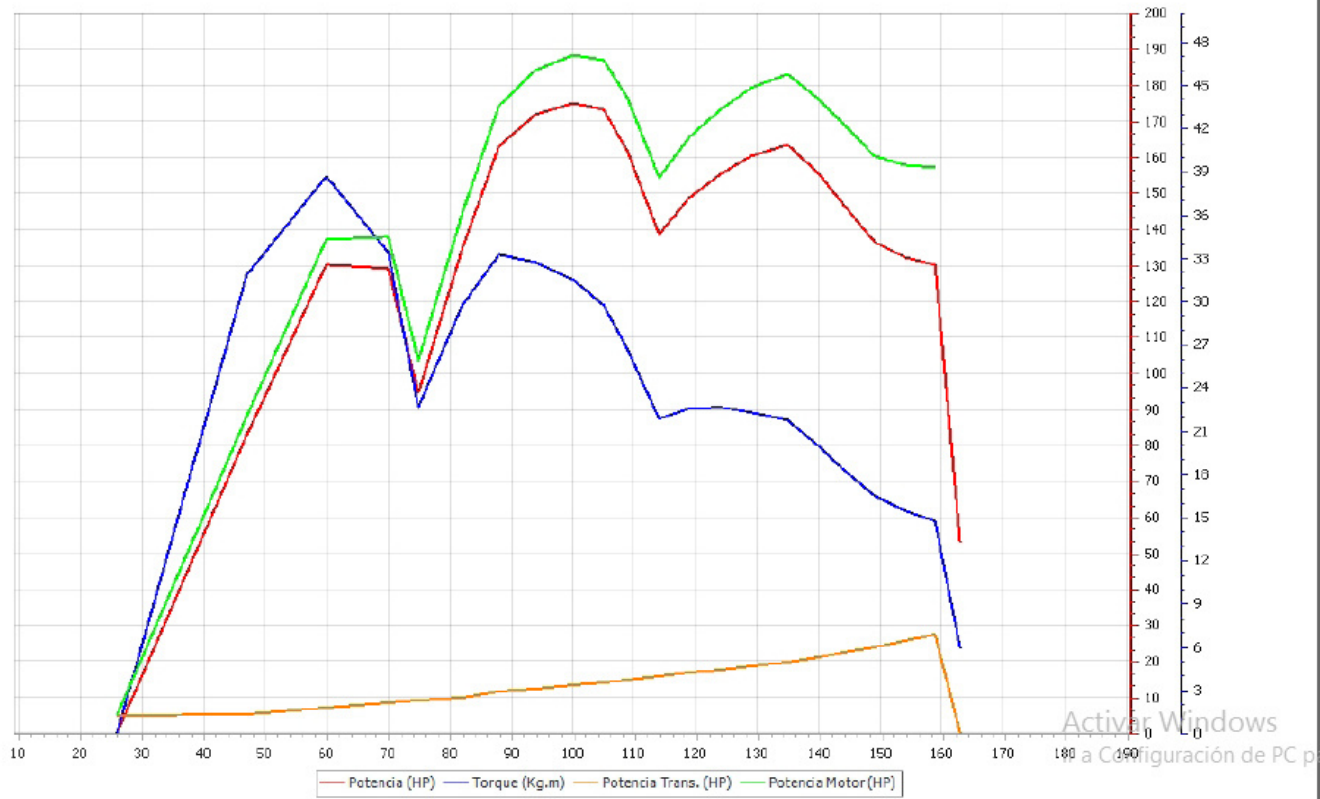


Fecha	10/12/2021 9:01:31		
Nombre	PEUGEOT AZUL 0002175		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Numero
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	4000	175	163
Torque	2400,0	38,7	21,8
Potencia Trans.	6400,0	27,2	19,8
Potencia Motor	4000,0	188,3	183,2

Fecha 10/12/2021 9:01:31  
Cliente  
Motor

# PEUGEOT AZUL 0002175



Active Windows  
a Configuración de PC p

Fecha 10/12/2021 9:01:31  
 Cliente  
 Motor

## Tabla de Valores



Ensayo		Variable		
PEUGEOT AZUL 0002175				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
26	0	4,9	4,9	0,0
47	83	88,1	5,3	31,9
60	130	137,2	7,1	<b>38,7</b>
70	129	137,7	8,5	33,4
75	94	103,6	9,1	22,7
82	135	144,7	9,8	29,7
88	163	174,6	11,5	33,2
94	172	184,3	12,4	32,8
100	<b>175</b>	<b>188,3</b>	13,2	31,5
105	173	187,2	14,0	29,7
109	162	176,5	14,9	26,6
114	139	154,3	15,7	21,8
119	149	165,5	16,7	22,5
124	156	173,3	17,7	22,6
129	160	179,2	18,8	22,3
135	163	183,2	19,8	21,8
140	155	176,2	20,9	20,0
144	147	169,6	22,4	18,3
149	137	160,5	23,9	16,5
154	132	157,9	25,6	15,4
159	130	157,3	<b>27,2</b>	14,7
163	53	53,1	0,0	5,9
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

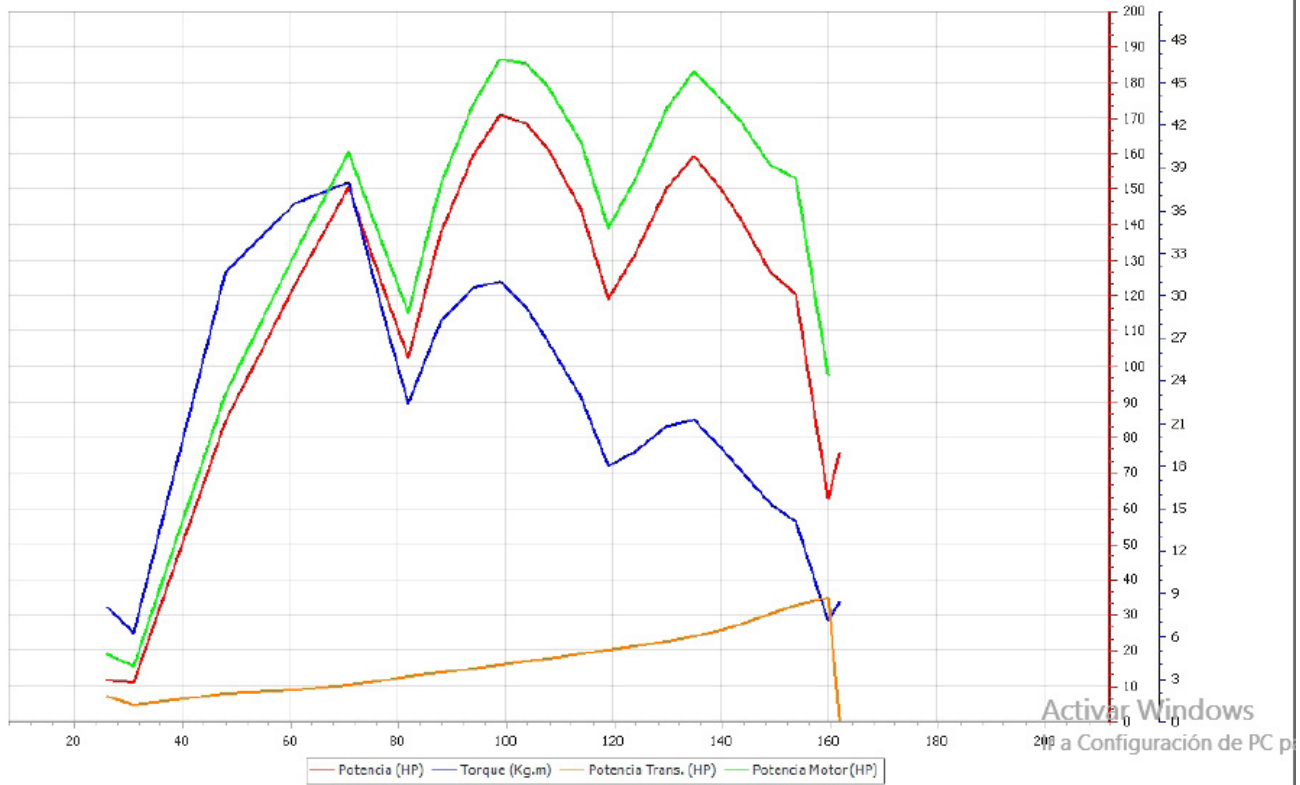
**Ilustración 13.** Datos de Ensayo: Vehículo 3 + Aditivo X+Y**Datos del Ensayo**

Fecha	13/12/2021 8:39:39		
Nombre	3008 ADITIVO0002178		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	4000	171	159
Torque	2800,0	38,0	21,2
Potencia Trans.	6400,0	34,7	24,0
Potencia Motor	4000,0	186,7	183,2

Fecha 13/12/2021 8:39:39  
Cliente  
Motor

3008 ADITIVO0002178



Activar Windows  
Ir a Configuración de PC p...

Fecha 13/12/2021 8:39:39  
 Cliente  
 Motor

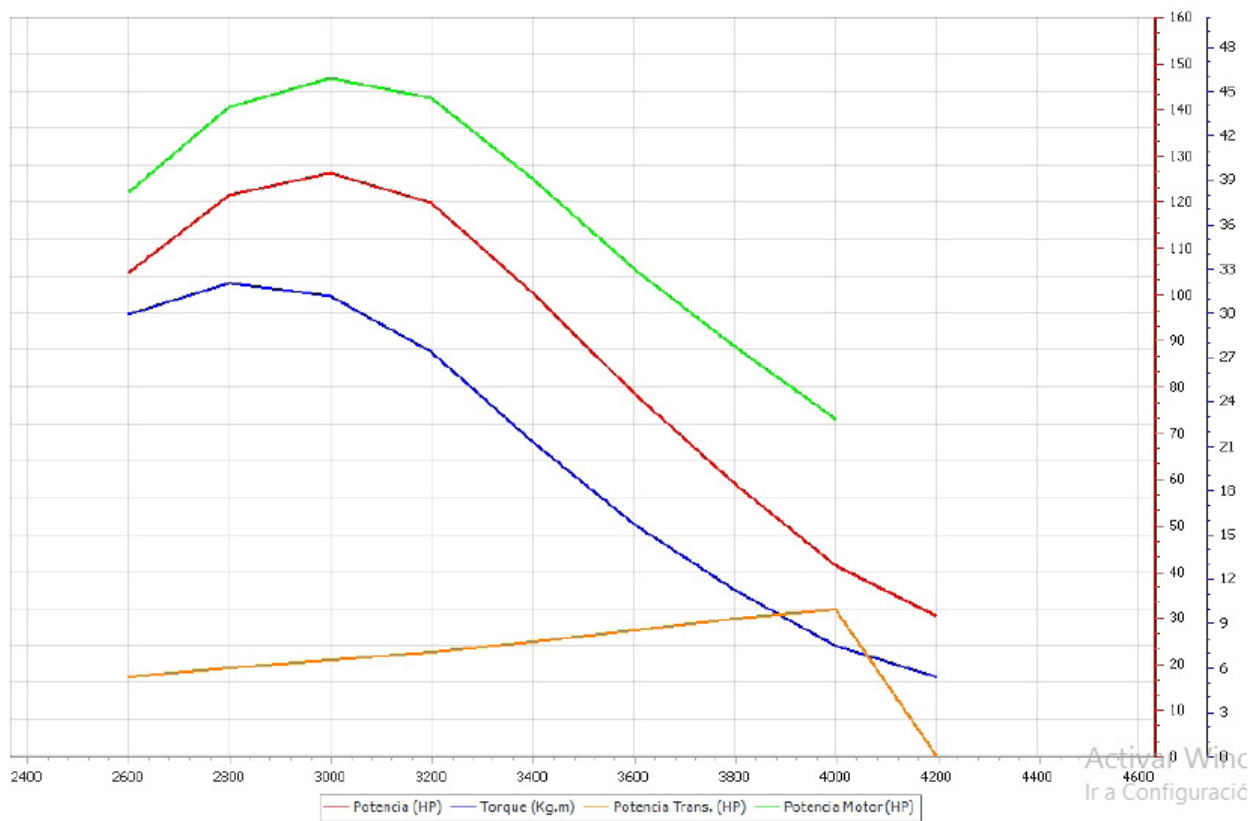
## Tabla de Valores



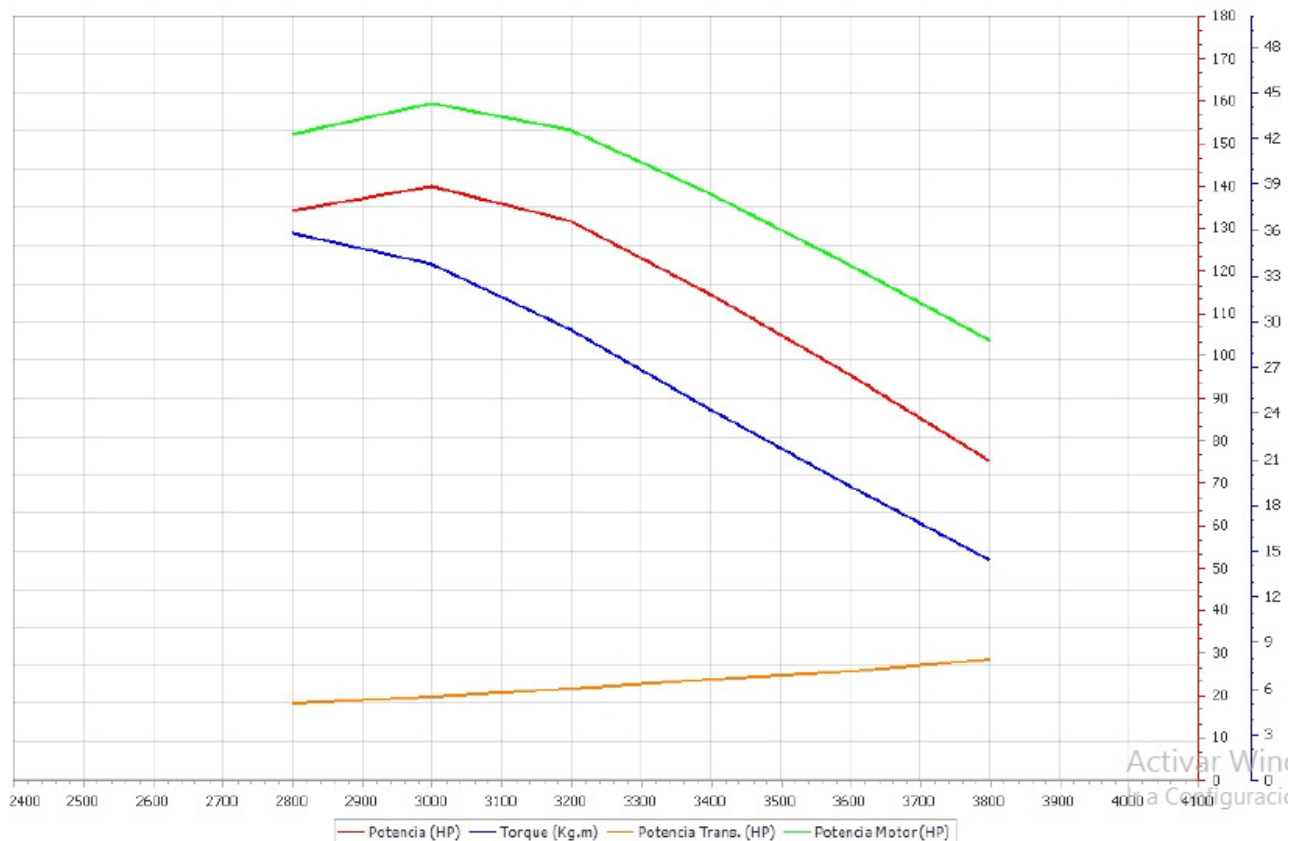
Ensayo		Variable		
3008 ADITIVO0002178				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
26	12	18,9	7,1	8,1
31	11	15,4	4,6	6,2
48	85	92,4	7,7	31,6
61	123	131,9	8,8	36,5
71	150	160,5	10,1	<b>38,0</b>
78	119	130,8	11,7	27,6
82	102	115,1	12,7	22,4
88	138	151,4	13,7	28,1
94	159	173,9	14,7	30,5
99	<b>171</b>	<b>186,7</b>	15,7	31,0
104	169	185,3	16,7	29,1
108	161	178,6	17,7	26,7
114	144	163,0	18,8	22,8
119	119	139,1	20,0	18,0
124	131	152,4	21,2	19,0
130	150	172,8	22,6	20,8
135	159	183,2	24,0	21,2
140	150	175,2	25,5	19,3
144	141	168,3	27,5	17,6
149	127	156,7	30,0	15,3
154	120	153,0	32,7	14,0
160	63	97,2	<b>34,7</b>	7,0
162	76	75,9	0,0	8,4
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



**Ilustración 14.** Curva de Potencia: Vehículo 1 - Diesel



**Ilustración 15.** Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo X



**Ilustración 16.** Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo Y

Ensayo		Variable		
DMAX CATALIZADOR ADITIVO0002396				
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	115	122,0	17,1	28,7
2800	122	140,5	19,5	<b>32,8</b>
3000	<b>126,2</b>	<b>147,1</b>	20,7	31,4
3200	125	142,5	21,1	25,8
3400	108	125,2	24,2	23,2
3600	81	105,6	26,1	16,7
3800	63	88,7	28,5	8,2
4000	47	73,0	<b>30,5</b>	9,4
4200	38	30,2	0,0	6,3
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Ilustración 17.** Curva de Potencia: Vehículo 1 + Aditivo X+Y

Fecha	18/03/2022 11:22:21		
Nombre	DMAX SINERGIA ADITIVO0002398		
Orden			
Cliente		Localidad	
Dirección		Teléfono	
Responsable			
Motor		Modelo	Número
Tapa		Válvulas	
Resortes		Block	
Pistones		Aros	
Cigüeñal		Bielas	
Leva		Bomba de Aceite	
Cojinetes		Sist. Combustible	
Bomba Combustible		Sist. Encendido	
Observaciones			

Var.	RPM	Max.	Prom
Potencia	3000	128,6	0
Torque	2800,0	34,9	0,0
Potencia Trans.	4000,0	30,2	0,0
Potencia Motor	3000,0	148,3	0,0

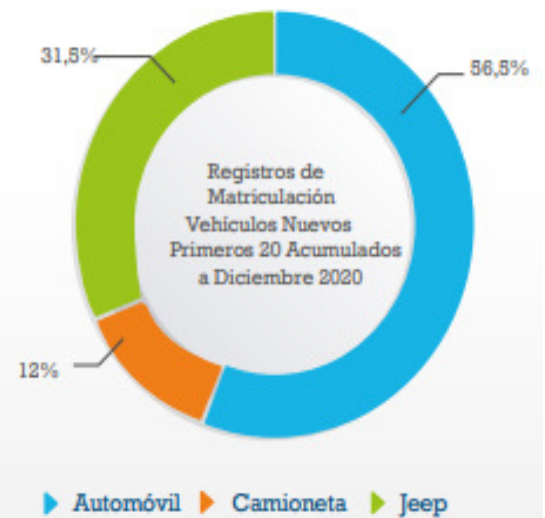
Ensayo	Variable	DMAX SINERGIA ADITIVO0002398		
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)
2600	116	122,3	17,5	29,2
2800	124,3	141	19,9	<b>34,9</b>
3000	<b>128,6</b>	<b>148,3</b>	21	31,7
3200	126,1	142,9	22,1	26,1
3400	108,2	125,8	24,7	24,1
3600	81,3	106,1	27,1	17,3
3800	63,5	88,9	28,7	8,21
4000	48	73,1	<b>30,2</b>	9,8
4200	39,1	30,6	0,0	6,7
Promedio	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

Ilustración 18. Boletín CINA E



## Top 20 Acumulado a Diciembre 2020

Posición	Modelo	Clase	País	Cantidad
TOP 1	SPORTAGE GL AC 2.0 5P 4X2 TM	JEEP	ECUADOR	2.267
TOP 2	SAIL 1.5 AC 1.5 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	ECUADOR	1.483
TOP 3	BEAT PREMIER AC 1.2 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COLOMBIA	1.438
TOP 4	RIO LX AC 1.4 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	MEXICO	1.417
TOP 5	BEAT 1.5 AC 1.2 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COLOMBIA	1.384
TOP 6	SOLUTO LX AC 1.4 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	CHINA POPULAR	1.142
TOP 7	CAPTIVA LT TURBO SPAS AC 1.5 5P 4X2 TM	JEEP	CHINA POPULAR	1.114
TOP 8	D-MAX CRDI 2.5 CD 4X2 TM DIESEL	CAMIONETA	ECUADOR	1.043
TOP 9	DX3 COMFORT AC 1.5 5P 4X2 TM	JEEP	CHINA POPULAR	1.000
TOP 10	STEPWAY INTENS FASE II AC 1.6 5P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COLOMBIA	982
TOP 11	PCANTO EX AC 1.2 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COREA DEL SUR	963
TOP 12	GRAND II 0 HB AC 1.2 5P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	ECUADOR	921
TOP 13	SPARK GT LT AC 1.2 5P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COLOMBIA	901
TOP 14	SPORTAGE LX AC 2.0 5P 4X2 TM	JEEP	ESLOVAQUIA	871
TOP 15	SPARK GT LS AC 1.2 5P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	COLOMBIA	809
TOP 16	HILUX 2.7 CD 4X2 TM	CAMIONETA	TAILANDIA	803
TOP 17	ARRIZO 3 AC 1.5 4P 4X2 TM	AUTOMÓVIL	CHINA POPULAR	790
TOP 18	SCROSS AC 1.6 5P 4X2 TM	JEEP	HUNGRÍA	777
TOP 19	SPORTAGE SL AC 2.0 5P 4X2 TM	JEEP	ECUADOR	776
TOP 20	WINGLE 7 AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	CAMIONETA	ECUADOR	763



Activar Window

## Desempeño de las Principales Marcas

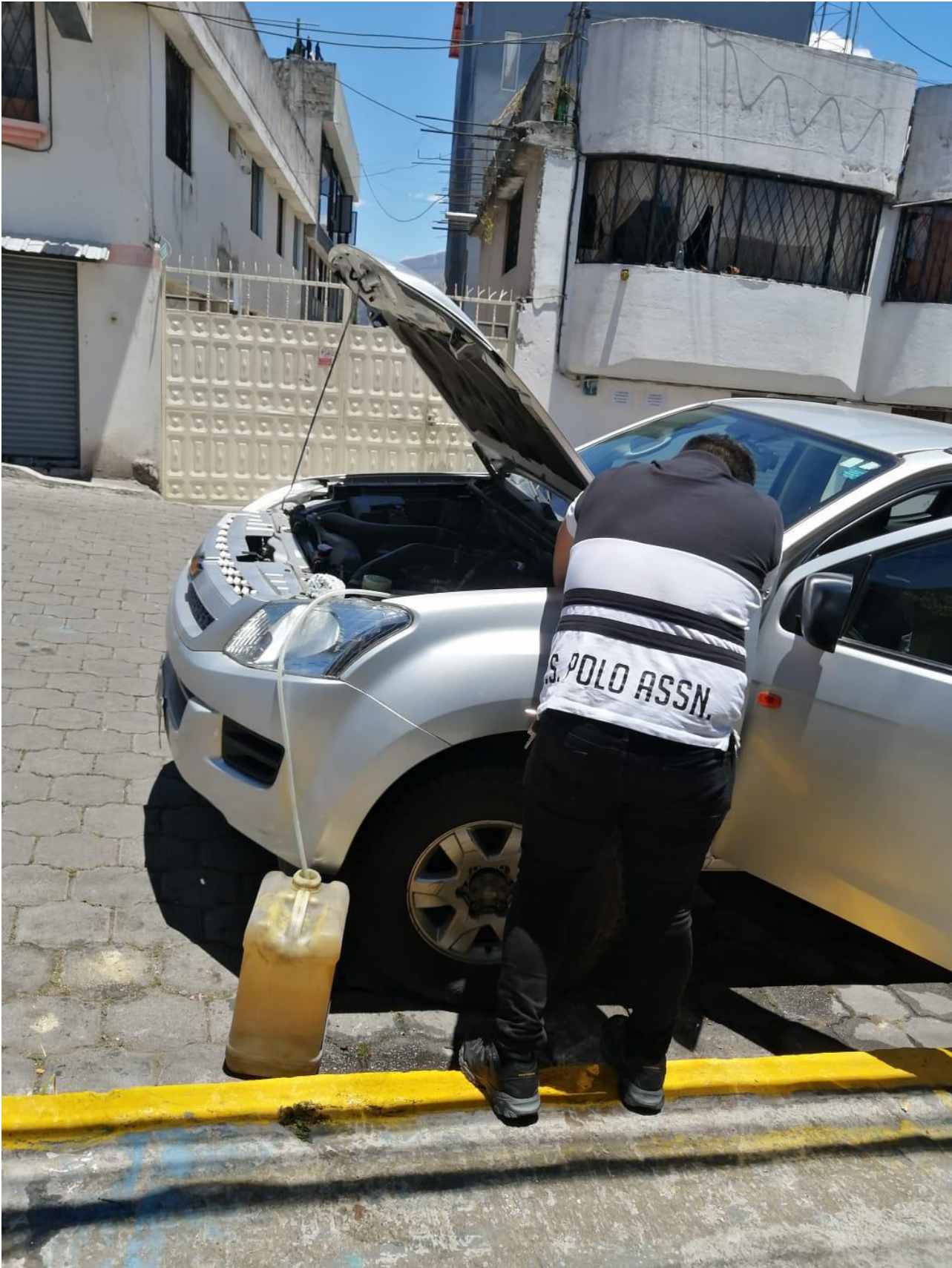
Marca	Unidades Acumuladas 2020 (Ene-Dic)	Unidades Acumuladas 2019 (Ene-Dic)	Unidades Vendidas 2020 (Dic)	Unidades Vendidas 2019 (Dic)	Share 2020 (Diciembre)	Share 2019 (Diciembre)	Share Acumuladas 2020(Ene-Dic)	Share Acumuladas 2019 (Ene-Dic)	Variación Participación 2019-2020	Tasa de Crecimiento 2019-2020
CHEVROLET (incluye Suzuki)	17.758	39.505	1.838	2.703	20,5%	25,9%	21,8%	30,0%	-8,3%	-55,0%
KIA	13.351	21.459	1.505	1.363	16,9%	13,0%	16,4%	16,3%	0,1%	-37,8%
TOYOTA	5.332	8.003	476	722	5,3%	6,9%	6,5%	6,1%	0,5%	-33,4%
HYUNDAI	4.641	9.242	542	662	6,1%	6,3%	5,7%	7,0%	-1,3%	-49,8%
GREAT WALL	4.630	7.222	425	660	4,8%	6,2%	5,7%	5,5%	0,2%	-35,9%
JAC	3.270	3.909	437	406	4,9%	3,9%	4,0%	3,0%	1,0%	-16,3%
NISSAN	3.133	4.872	409	362	4,6%	3,5%	3,8%	3,7%	0,1%	-35,7%
RENAULT	3.096	3.506	413	386	4,6%	3,7%	3,8%	2,7%	1,1%	-11,7%
HINO	2.568	4.167	228	313	2,6%	3,0%	3,1%	3,2%	0,0%	-38,4%
CHERY	2.259	3.469	249	213	2,8%	2,0%	2,8%	2,6%	0,1%	-34,9%
VOLKSWAGEN	2.105	2.540	246	426	2,8%	4,1%	2,6%	1,9%	0,6%	-17,1%
MAZDA	1.956	3.108	173	295	1,9%	2,8%	2,4%	2,4%	0,0%	-37,1%
FORD	1.660	2.718	211	279	2,4%	2,7%	2,0%	2,1%	0,0%	-39,3%
MITSUBISHI	1.260	1.148	191	123	2,1%	1,2%	1,5%	0,9%	0,7%	-9,8%
SOUEAST	1.230	1.640	92	196	1,0%	1,9%	1,5%	1,2%	0,3%	-25,0%
CITROEN	1.167	1.538	84	167	0,9%	1,6%	1,4%	1,2%	0,2%	-24,8%

**Ilustración 19.** Diversos Aditivos utilizados en las Pruebas





**Ilustración 20.** Anexo imágenes de proceso de vaciado de tanque de combustible





**Ilustración 21.** Procedimiento para Asegurar vehículo al Dinamómetro



# ANEXOS























# DR DIN/MOMETRO REDIN

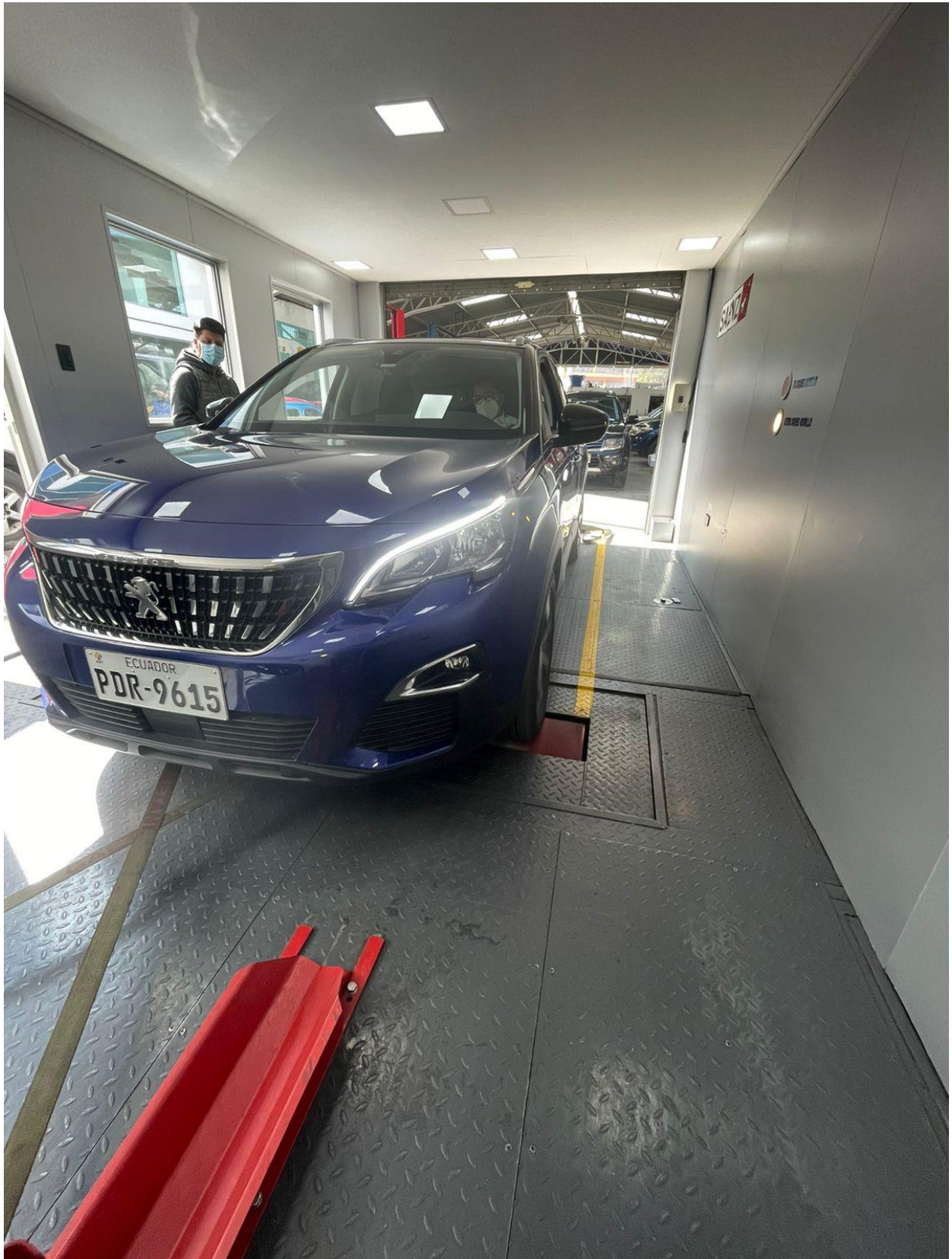
SAENZ

Marcelo  
Redin  
AUTOMOTRIZ

EQUADOR  
TBI-6187

AREA  
MAQUIN











NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 1489**

Octava revisión  
2021-07

**PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. DIÉSEL. REQUISITOS**

PETROLEUM PRODUCTS. DIESEL. REQUIREMENTS



# PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO DIÉSEL REQUISITOS

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el diésel.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

ISO 4406, *Hydraulic fluid power — Fluids — Method for coding the level of contamination by solid particles*

NTE INEN 2266, *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos*

NTE INEN 2341, *Productos del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones*

ASTM D86, *Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products and Liquid Fuels at Atmospheric Pressure*

ASTM D93, *Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*

ASTM D130, *Standard Test Method for Corrosiveness to Copper from Petroleum Products by Copper Strip Test*

ASTM D189, *Standard Test Method for Conradson Carbon Residue of Petroleum Products*

ASTM D445, *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)*

ASTM D482, *Standard Test Method for Ash from Petroleum Products*

ASTM D976, *Standard Test Method for Calculated Cetane Index of Distillate Fuels*

ASTM D1298, *Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method*

ASTM D2622, *Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry*

ASTM D2709, *Standard Test Method for Water and Sediment in Middle Distillate Fuels by Centrifuge*

ASTM D3237, *Standard Test Method for Lead in Gasoline by Atomic Absorption Spectroscopy*

ASTM D3831, *Standard Test Method for Manganese in Gasoline by Atomic Absorption Spectroscopy*

ASTM D4052, *Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter*

ASTM D4057, *Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*

ASTM D4176, *Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels (Visual Inspection Procedures)*

ASTM D4177, *Standard Practice for Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum Products*

ASTM D4294, *Standard Test Method for Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry*

ASTM D4530, *Standard Test Method for Determination of Carbon Residue (Micro Method)*

ASTM D4737, *Standard Test method for Calculated Cetane Index by Four Variable Equation*

ASTM D5186, *Standard Test Method for Determination of the Aromatic Content and Polynuclear Aromatic Content of Diesel Fuels by Supercritical Fluid Chromatography*

ASTM D5453, *Standard Test Method for Determination of Total Sulfur in Light Hydrocarbons, Spark Ignition Engine Fuel, Diesel Engine Fuel, and Engine Oil by Ultraviolet Fluorescence*

ASTM D6079, *Standard Test Method for Evaluating Lubricity of Diesel Fuels by the High-Frequency Reciprocating Rig (HFRR)*

ASTM D6304, *Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration*

ASTM D7111, *Standard Test Method for Determination of Trace Elements in Middle Distillate Fuels by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)*

ASTM D7371, *Standard Test Method for Determination of Biodiesel (Fatty Acid Methyl Esters) Content in Diesel Fuel Oil Using Mid Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR-PLS Method)*

ASTM D7545, *Standard Test Method for Oxidation Stability of Middle Distillate Fuels — Rapid Small Scale Oxidation Test (RSSOT)*

ASTM D7806, *Standard Test Method for Determination of Biodiesel (Fatty Acid Methyl Ester) and Triglyceride Content in Diesel Fuel Oil Using Mid-Infrared Spectroscopy (FTIR Transmission Method)*

ASTM D7861, *Standard Test Method for Determination of Fatty Acid Methyl Esters (FAME) in Diesel Fuel by Linear Variable Filter (LVF) Array Based Mid-Infrared Spectroscopy*

ASTM D7963, *Standard Test Method for Determination of Contamination Level of Fatty Acid Methyl Esters in Middle Distillate and Residual Fuels Using Flow Analysis by Fourier Transform Infrared Spectroscopy — Rapid Screening Method*

ASTM D8110, *Standard Test Method for Elemental Analysis of Distillate Products by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)*

## 1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en NTE INEN 2341 y las que a continuación se detallan:

### 3.1

#### **Diésel No. 1**

Combustible utilizado en aparatos de combustión externa industriales o domésticos.

### 3.2

#### **Diésel No. 2**

Combustible que se utiliza en los sectores: industrial, pesquero, eléctrico, naviero, etc.

### 3.3

#### **Diésel Premium**

Combustible utilizado en motores de autoignición.



## 1. REQUISITOS

El Diésel No. 1, No. 2 y *Premium* deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos del Diésel No. 1, No. 2 y *Premium***

Requisito	Unidad	Diésel No. 1		Diésel No. 2		Diésel <i>Premium</i>		Método de ensayo <sup>a</sup>
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
Punto de inflamación	°C	40	--	51	--	51	--	ASTM D93
Contenido de agua y sedimento	% <sup>b</sup>	--	0,05	--	0,05	--	0,05	ASTM D2709
Contenido de ceniza	% <sup>c</sup>	--	0,01	--	0,01	--	0,01	ASTM D482
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	--	--	Reportar		815	860	ASTM D1298 ASTM D4052
Contenido de azufre	% <sup>c</sup>	--	0,3	--	0,7	--	0,0450	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10 % del residuo de la destilación	% <sup>c</sup>	--	0,15	--	0,15	--	0,15	ASTM D189 ASTM D4530
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm <sup>2</sup> <sub>s</sub>	1,3	3,0	2,0	5,0	2,0	5,0	ASTM D445
Temperatura de destilación:								ASTM D86
10 %	°C	--	--	Reportar		Reportar		
50 %	°C	--	--	Reportar		Reportar		
90 %	°C	--	288	--	360	--	360	
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	No. 3	--	No. 2	--	No. 3	ASTM D130
Índice de cetano calculado	--	--	--	45,0	--	45,0	--	ASTM D976 <sup>d</sup> ASTM D4737 <sup>d</sup>
Contenido de biodiésel <sup>e</sup>	% <sup>b</sup>	--	--	--	5	--	10	ASTM D7371 ASTM D7806 ASTM D7861 ASTM D7963

<sup>a</sup> Para determinar los requisitos del Diésel No.1, No.2 y *Premium*, se pueden utilizar cualesquiera de los métodos de ensayo establecidos.

<sup>b</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

<sup>c</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

<sup>d</sup> No se deben aplicar estos métodos de ensayo si el diésel contiene aditivos.

<sup>e</sup> Si el diésel contiene biodiésel se debe determinar este requisito.

Para cumplir con la normativa técnica de emisiones Euro 4, el diésel debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos de Diésel S-50**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo <sup>a</sup>
Índice de cetano calculado	--	53,0	--	ASTM D976 <sup>b</sup> ASTM D4737 <sup>b</sup>
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	815	840	ASTM D1298 ASTM D4052
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	4,0	ASTM D445
Contenido de azufre	mg/kg	--	50	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Trazas metálicas <sup>c</sup>	mg/kg	No detectable <sup>d</sup>		ASTM D3237 ASTM D3831 ASTM D7111 ASTM D8110
Contenido de aromáticos totales	% <sup>e</sup>	--	20	ASTM D5186
Contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos PAH (di <sup>+</sup> , tri <sup>+</sup> )	% <sup>e</sup>	--	3,0	ASTM D5186
Temperatura de destilación:				ASTM D86
10 %	°C	Reportar		
50 %	°C	Reportar		
90 %	°C	--	320	
95 %	°C	--	340	
Temperatura final de ebullición	°C	--	350	ASTM D86
Punto de inflamación	°C	55	--	ASTM D93
Contenido de agua	mg/kg	--	200	ASTM D6304
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10 % del residuo de la destilación	% <sup>e</sup>	--	0,20	ASTM D4530
Estabilidad a la oxidación	min	65	--	ASTM D7545
Contenido de biodiésel	% <sup>f</sup>	--	5	ASTM D7371 ASTM D7806 ASTM D7861 ASTM D7963
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	No. 1	ASTM D130
Contenido de ceniza	% <sup>e</sup>	--	0,01	ASTM D482
Apariencia	--	Claro y brillante, sin agua libre o sin partículas		ASTM D4176

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo <sup>a</sup>
Lubricidad (HFRR a 60 °C)	μm	--	460	ASTM D6079
Contaminación particulada, distribución del tamaño	--	--	18/16/13	ISO 4406

<sup>a</sup> Para determinar los requisitos del Diésel S-50, se pueden utilizar cualesquiera de los métodos de ensayo establecidos.

<sup>b</sup> No se deben aplicar estos métodos de ensayo si el diésel contiene aditivos.

<sup>c</sup> Como ejemplos de trazas metálicas se incluyen, pero no se limitan, al cobre, hierro, manganeso, sodio, fósforo, plomo, silicio y cinc. No está permitida la adición intencional de aditivos base metálica.

<sup>d</sup> El término "No detectable" corresponde a concentraciones por debajo del límite de detección del método de ensayo utilizado.

<sup>e</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

<sup>f</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

Para cumplir con la normativa técnica de emisiones Euro 5, el diésel debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 3.

**TABLA 3. Requisitos de Diésel S-10**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo <sup>a</sup>
Índice de cetano calculado	--	55,0	--	ASTM D976 <sup>b</sup> ASTM D4737 <sup>b</sup>
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	815	840	ASTM D1298 ASTM D4052
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	4,0	ASTM D445
Contenido de azufre	mg/kg	--	10	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Trazas metálicas <sup>c</sup>	mg/kg	No detectable <sup>d</sup>		ASTM D3237 ASTM D3831 ASTM D7111 ASTM D8110
Contenido de aromáticos totales	% <sup>e</sup>	--	15	ASTM D5186
Contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos PAH (di <sup>+</sup> , tri <sup>+</sup> )	% <sup>e</sup>	--	2,0	ASTM D5186
Temperatura de destilación:				ASTM D86
10 %	°C	Reportar		
50 %	°C	Reportar		
90 %	°C	--	320	
95 %	°C	--	340	
Temperatura final de ebullición	°C	--	350	ASTM D86

**TABLA 3. Requisitos de Diésel S-10 (continuación)**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo <sup>a</sup>
Punto de inflamación	°C	55	--	ASTM D93
Contenido de agua	mg/kg	--	200	ASTM D6304
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10 % del residuo de la destilación	% <sup>e</sup>	--	0,20	ASTM D4530
Estabilidad a la oxidación	min	65	--	ASTM D7545
Contenido de biodiésel	% <sup>f</sup>	--	5	ASTM D7371 ASTM D7806 ASTM D7861 ASTM D7963
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	No. 1	ASTM D130
Contenido de ceniza	% <sup>e</sup>	--	0,001	ASTM D482
Apariencia	--	Claro y brillante, sin agua libre o sin partículas		ASTM D4176
Lubricidad (HFRR a 60 °C)	µm	--	400	ASTM D6079
Contaminación particulada, distribución del tamaño	--	--	18/16/13	ISO 4406
<p><sup>a</sup> Para determinar los requisitos del Diésel S-10, se pueden utilizar cualesquiera de los métodos de ensayo establecidos.</p> <p><sup>b</sup> No se deben aplicar estos métodos de ensayo si el diésel contiene aditivos.</p> <p><sup>c</sup> Como ejemplos de trazas metálicas se incluyen, pero no se limitan, al cobre, hierro, manganeso, sodio, fósforo, plomo, silicio y cinc. No está permitida la adición intencional de aditivos base metálica.</p> <p><sup>d</sup> El término "No detectable" corresponde a concentraciones por debajo del límite de detección del método de ensayo utilizado.</p> <p><sup>e</sup> % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.</p> <p><sup>f</sup> % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.</p>				

### 1. MUESTREO

El muestreo del diésel se debe realizar de acuerdo con lo establecido en ASTM D4057 y ASTM D4177.

### 2. ENVASADO

El transporte y almacenamiento del diésel debe cumplir con los requisitos establecidos en NTE INEN 2266.

### 3. ROTULADO

El etiquetado y rotulado de peligro deben cumplir con los requisitos establecidos en NTE INEN 2266.

## BIBLIOGRAFÍA

UNE–EN 590:2014+A1:2017, *Combustibles para automoción. Combustibles para motor diésel (gasóleo). Requisitos y métodos de ensayo*

NTC 1438:2013, *Petróleo y sus derivados. Combustibles para motores diésel*

ASTM D975:2020, *Standard Specification for Diesel Fuel*

*Worldwide Fuel Charter. Gasoline and diesel fuel. Sixth edition. 2019*

STRATAS ADVISORS. *Global Fuel Specifications. 2019*

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 1489 Octava revisión	<b>TÍTULO: PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. DIÉSEL. REQUISITOS</b>	<b>Código ICS:</b> 75.160.20
---	--	---------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación por Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 12231 de 2012-10-10 publicado en el Registro Oficial No. 819 de 2012-10-29 DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.  Fecha de iniciación del estudio: 2020-10-07
--	--

Fechas de consulta pública: 2021-02-10 al 2021-02-24

Comité Técnico de Normalización: **Petróleo y productos derivados de petróleo, combustibles y lubricantes de fuentes naturales o sintéticas**

Fecha de iniciación: 2020-10-29

Fecha de aprobación: 2021-02-02

Integrantes del Comité:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Sr. Genaro Baldeón (Presidente)

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE)

Ing. Juan Manuel Rodríguez

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ARCERNNR)

Ing. Adriana Pino

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ARCERNNR)

Tlgo. Carlos Salazar Sánchez

CÁMARA NACIONAL DE DISTRIBUIDORES DE DERIVADOS DE PETRÓLEO DEL ECUADOR (CAMDDEPE)

Ing. Daniel Marcillo

INEN – DIRECCIÓN TÉCNICA DE REGLAMENTACIÓN

Ing. Fausto Soria

PRIMAX COMERCIAL

MSc. Manuel Calderón

EP PETROECUADOR

Ing. María Belén Espinoza

MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (MERNNR)

Ing. Pamela Cabezas

EP PETROECUADOR

Ing. Viviana Subía

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ARCERNNR)

Ing. Pablo Chimarro

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ARCERNNR)

Ing. Melany Corella

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE)

Ing. Rafael Núñez

FISUM S.A.

Ing. Jefferson Sánchez

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA (MPCEIP)

Ing. Luis Calle Guadalupe

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR - FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**NOMBRES:**

Eco. Juan José Abad  
Ing. Carolina Salazar  
Ing. Rafael Armendáriz  
Ing. Víctor Paredes  
Ing. Andrés Zumárraga  
Ing. Roberto Custode  
  
Ing. Lester Luna  
Sr. Johnny Nieto  
  
Eco. Rafael Lecaro  
Ing. María Valeria Díaz  
  
Ing. Andreas Wiener  
Ing. Pablo Benalcázar  
Ing. Daniel Cordero Moreno  
Ing. Gabriel Altamirano  
Ing. Gabriela Mora C. (Secretaria Técnica)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE)  
CÁMARA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ECUATORIANA (CINAE)  
EP PETROECUADOR  
EP PETROECUADOR  
GENERAL MOTORS OBB DEL ECUADOR S.A.  
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE)  
SUDAMERICANA DE BUSES Y CAMIONES (SUDACAM)  
MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (MERNNR)  
INDUSUR S.A.  
SECRETARÍA DE AMBIENTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO  
INDUSUR S.A.  
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
ATROVOLQ/FENATRAPE  
INEN – DIRECCIÓN TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN

---

Otros trámites: Esta NTE INEN 1489:2021 (Octava revisión) reemplaza a NTE INEN 1489:2012 (Séptima revisión) y Enmienda 1:2013.

---

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca aprobó este proyecto de norma.

---

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. MPCEIP-SC-2021-0100-R de 2021-07-08  
Registro Oficial No. 496, Quinto Suplemento de 2021-07-16

---

**Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre**  
**Código Postal: 170524 – Telfs: (593 2)3 825960 al 3 825999**  
**Dirección Ejecutiva: [direccion@normalizacion.gob.ec](mailto:direccion@normalizacion.gob.ec)**  
**Dirección de Normalización: [consultas.normalizacion@normalizacion.gob.ec](mailto:consultas.normalizacion@normalizacion.gob.ec)**  
**Centro de Información: [centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec](mailto:centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec)**  
**URL: [www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)**





**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**TEMA:**

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE  
CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL  
FABRICANTE DYNOCOM”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO  
DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Activar  
Ir a Configuración

---

Este capítulo verifica la instalación, seguridad y procedimientos; para finalmente desarrollar una prueba general y comprobar el funcionamiento de esta equipo.

#### **4.1. Normas de seguridad para el uso.**

Se sugiere para hacer las pruebas que el conductor tenga casco de seguridad (figura 37) y los demás ayudantes extintores para contrarrestar cualquier incendio (Dynocom Industries Incorporated, 2014).



**Figura 37. Conductor con casco de seguridad**

**Editado por: Alfredo Ávila**

Alrededor del vehículo cuando esté en prueba no debe de haber nadie, por lo menos un metro a la redonda del conjunto elevador – dinamómetro.

Asegurar por lo menos cuatro anclajes en este caso del elevador, lo ideal sería como las figuras (38 y 39). Nunca hay que mover la dirección cuando se trata de vehículos con tracción delantera.



**Figura 38. Anclajes traseros**

**Fuente:** Taller UIDE

**Editado por:** Alfredo Ávila



**Figura 39. Anclajes delanteros**

**Fuente:** Taller UIDE

**Elaborado por:** Alfredo Ávila

Colocar los cauchos para que no se muevan las llantas traseras en los vehículos con tracción delantera, puesto que son 2 tacos, se los pone una detrás y no delante de cualquiera de las ruedas fijas como la figura 40:



Figura 40. Tacos de seguridad

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

Inspeccionar siempre pérdidas de combustible y de aceite en los vehículos a probar, por el sistema eléctrico del dinamómetro.

Siempre probar a bajas revoluciones y comprobar que todo esté seguro, para recién comenzar las pruebas.

Todos los componentes que se puedan enredar con el giro del motor y/o por los rodillos, asegurarlos para no provocar paradas abruptas.

Durante las pruebas, el dinamómetro tenderá a elevar su temperatura, por ende tener cuidado al contacto con el freno Eddy.

Para pruebas largas (hasta una hora) se recomienda un sistema de extracción de gases para el vehículo a probar y de ventilación para el dinamómetro.

# EL COMERCIO

---

La calidad del diésel sigue en discusión



El martes 7 de agosto del 2018 en la mañana, un bus de transporte emitió esmog mientras circulaba por la avenida Pichincha, en La Marín. Foto: Marcelino Rossi / EL COMERCIO

---

Redacción Elcomercio.com

La **calidad del aire en Quito** es aceptable. La medición de la Secretaría de Ambiente del Municipio la ubica en ese rango. Sin embargo, hay cinco puntos en donde se generan picos, sobre todo por la **contaminación de los vehículos**.

En el sentido sur-norte de la avenida **Pichincha, en La Marín** (centro), tres buses se detienen en el semáforo en rojo. Cuando cambia a verde, arrancan y botan una nube negra desde los tubos de escape. Eso obliga a las personas que esperan en la acera a retroceder para evitar el **esmog**.

**Verónica Arias**, secretaria de Ambiente del Municipio de Quito, señala que la combustión del **diésel** contiene las partículas por millón de azufre (ppm) 2,5 que son las que afectan, sobre todo, a las vías respiratorias y el corazón, si hay excesiva exposición.

El sector de **La Marín** es uno de los puntos en donde la Secretaría de Ambiente detecta picos en la **polución**. Lo mismo ocurre en la calle **Necochea**, en el sur, y en las zonas de **San Roque y la Basílica**, en el centro. Además del Seminario Mayor, en el norte.

Arias dice que, con base en los registros de las nueve estaciones de monitoreo de la calidad del aire, durante los últimos 14 años, en la ciudad no ha variado el rango de



aceptable. Pero el esmog producto de la **combustión del diésel** es un problema por resolver.

## EN 14 AÑOS LA CALIDAD DEL AIRE HA SIDO ACEPTABLE



### Demanda de diésel por segmento



### Demanda mensual de diésel en Quito, 2018

En millones de galones por mes



FUENTE: SECRETARÍA DE AMBIENTE DEL MUNICIPIO Y MINISTERIO DE HIDROCARBUROS / EL COMERCIO; GG

La funcionaria indica que el [Ministerio de Hidrocarburos](#) se comprometió, en enero de este año, a mejorar la calidad del **diésel premium**. En Quito, este tipo de combustible registraba hasta 350 partículas por millón de azufre (ppm). Pero lo ideal es 10 ppm.

El ofrecimiento de mejorar la calidad tenía un primer plazo. Arias recuerda que el ministro **Carlos Pérez** planteó que hasta junio de este año se entregaría diésel con 50 ppm.

La estatal **Petroecuador** informó que ha realizado varias acciones para reducir el contenido de azufre en la producción de diésel premium en la **Refinería de Esmeraldas**. Una de las últimas intervenciones fue el mantenimiento de la **Unidad Hidrodesulfuradora** (HDS), el 25 de marzo pasado.

Esa área de la planta es la encargada de **remover el azufre del diésel**. Gracias a ello, dijo la petrolera, se redujo la cantidad de este componente y, con ello, que los motores de los vehículos generen menos emisiones contaminantes a la atmósfera.

Previo a los trabajos en la HDS, la **Refinería Esmeraldas** generaba diésel con 350 partículas por millón de azufre (ppm) en el producto final. Tras la optimización, el

contenido de **azufre** en este combustible es de 50 partes ppm, “lo cual posibilita a la tecnología automotriz alcanzar emisiones dentro de los **estándares europeos** (Euro 5)”, anotó la firma estatal.

La producción de diésel de la **Refinería Esmeraldas** se destina a la zona norte del país. En Quito su consumo fue de 63,2 millones de galones entre enero y junio de este año. La cifra es un 6% más que en igual período del año pasado.

Arias comenta que, con base en el último reporte de la **Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero** (ARCH), en Quito sí hay una mejora. Sin embargo, aún no llega a lo ofrecido. “El reporte que tenemos de mes de julio muestra diésel con 110 ppm. El compromiso fue bajar el contenido de azufre a 50 ppm”.

Sobre estos datos, **Petroecuador** señaló que “durante los últimos días del mes de junio y todo el mes de julio se ha realizado un seguimiento a los factores que pueden intervenir en la degradación del contenido de **azufre** en el **diésel** premium que se transporta mediante el poliducto **Esmeraldas–Quito**”, ya que “se ha verificado leves incrementos del contenido de azufre por efectos de la transportación, los cuales no son significativos”.

**Carlos Páez**, concejal de Alianza País y miembro de la Comisión de Ambiente del Concejo Metropolitano, sostiene que es positivo que exista este progreso. Esto porque los vehículos que funcionan con este tipo de combustible mejorarán su combustión. Pero también, dice Páez, permitirá avanzar en la llegada a la ciudad de **motores con mayores estándares** de cuidado del ambiente como los Euro 5.

Segundo Rea, presidente de la **Cooperativa Transplaneta**, señala que, mientras la calidad del diésel no mejore en Quito, no pueden pensar en cambiar sus unidades o reducir de manera certera el porcentaje de opacidad que emiten los buses. “Hacemos el mantenimiento necesario pero con la actual calidad del combustible no podemos avanzar”.

Policy, Research, and External Affairs

**WORKING PAPERS**

Transport

**WPS492**

Infrastructure and Urban Development  
Department  
The World Bank  
August 1990  
WPS 492

# Automotive Air Pollution

## Issues and Options for Developing Countries

Asif Faiz  
Kumares Sinha  
Michael Walsh  
and  
Amiy Varma

Automotive air pollution will intensify with increasing urbanization and the rapid pace of motorization in developing countries. Without effective measures to curb air pollution, some 300-400 million city dwellers in developing countries will become exposed to unhealthy and dangerous levels of air pollution by the end of the century. Administratively simple policies that encourage clean fuels and better traffic management are the most promising approach to controlling vehicle pollutant emissions in developing countries.

The Policy, Research, and External Affairs Complex distributes PRE Working Papers to disseminate the findings of work in progress and to encourage the exchange of ideas among Bank staff and all others interested in development issues. These papers carry the names of the authors, reflect only their views, and should be used and cited accordingly. The findings, interpretations, and conclusions are the authors' own. They should not be attributed to the World Bank, its Board of Directors, its management, or any of its member countries.

Act  
Ira



## II. AIR POLLUTION CHARACTERISTICS

Air pollution characteristics of a particular region are determined by:

- the type and amount of pollutants in the air and their sources of emission, both mobile and stationary;
- the topographical and meteorological conditions affecting dispersion, concentration, and transboundary transport of pollutants;
- the mix of factor inputs and technology applied in economic activities, and their impact on types and levels of emissions;
- the scale of economic activity and population density to assess exposure to pollutants; and
- estimated dose-response functions for various pollutants to assess health and welfare impacts.

### Types and Sources of Air Pollutants

Air pollutants are classified in two categories: *primary*, if emitted directly into the atmosphere by a stationary or mobile source; and *secondary*, if formed in the atmosphere as a result of physical and chemical processes such as hydrolysis, oxidation, and photochemistry. Among primary pollutants are carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC) and other volatile organic compounds (VOCs), oxides of sulphur (SO<sub>x</sub>), oxides of nitrogen (NO<sub>x</sub>), particulate matter including dust and smoke, and compounds of lead. Secondary pollutants include nitrogen dioxide, the entire class of photochemical oxidants (including ozone), and acidic depositions. Carbon dioxide has no direct adverse effects on human health or public welfare but its build-up contributes to the greenhouse effect. Other greenhouse gases, such as nitrous oxides, methane, chlorofluorocarbons (CFC) and ozone also trap heat and thus contribute to global warming and potential climatic changes. It is estimated that different greenhouse gases presently contribute to overall global warming roughly in the following proportions:

Carbon dioxide	49 to 55%
Chlorofluorocarbons	14 to 25%
Methane	12 to 18%
Nitrous oxides and other gases	13 to 19%

Activar V  
Ir a Config

### III. THE ROLE OF MOTOR VEHICLES IN AIR POLLUTION

Motor vehicles cause more air pollution than any other single human activity. The primary pollutants emitted by motor vehicles include hydrocarbons (HC) and nitrogen oxides (NOx), the precursors to ground level ozone, and carbon monoxide (CO).

#### HC, NOx, and CO in OECD Countries

**Europe** -- Motor vehicles are the dominant source of these air pollutants in Europe. Road transportation is responsible for 50-60% of NOx emissions. Mobile sources, mainly road traffic, also produce around 50% of anthropogenic VOC emissions, therefore constituting the largest manmade VOC source category in all European OECD countries [OECD 1988a].

The key role of motor vehicles was reinforced in the EEC's Technical Annex to the NOx Protocol to The 1979 Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, (signed in November 1988), which states:

"Road transport is a major source of anthropogenic NOx emissions in many Commission countries, contributing between 40% and 80% of total national emissions. Typically, petrol-fuelled vehicles contribute two-thirds of total road transport NOx emissions."

**United States** -- In 1985, the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) estimated that transport sources were responsible for 70% of CO, 45% of NOx, and 34% of HC emissions [USEPA 1987a]. If evaporative "running losses" are added, the HC contribution from vehicles may be substantially higher [USEPA 1988].

**OECD Countries** -- Beyond the US and Europe, for OECD countries as a whole, motor vehicles are the dominant source of carbon monoxide, oxides of nitrogen, and hydrocarbons [OECD 1987], as shown in Table 4.

#### HC, NOx, and CO in Developing Countries

While not as well documented, it is increasingly clear that motor vehicles are emerging as a major source of air pollution in the developing world, particularly in the major metropolitan areas. By way of examples, a few countries are considered below.

Activar W  
Ir a Configur

# 3 El motor diésel de cuatro tiempos



## Vamos a conocer...

1. Características del motor diésel
2. Ciclo de trabajo del motor diésel
3. Compresión y combustión
4. Intercambio de gases
5. Constitución del motor diésel
6. Sobrealimentación
7. Tipos de motores diésel de cuatro tiempos
8. Comparación entre motores diésel y Otto

## PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Desmontaje de un motor diésel

## PRÁCTICA PROFESIONAL PROPUESTA

Diagrama del ciclo teórico del motor diésel

## Y al finalizar esta unidad...

## 1. Características del motor diésel

Es un motor térmico de combustión interna que funciona siguiendo el ciclo diésel (figura 3.1).

En la admisión se introduce únicamente aire, que se mezcla con el combustible dentro del cilindro.

Dispone de un sistema de inyección que introduce el combustible pulverizado en la cámara de combustión.

La inflamación se obtiene por contacto con el aire, que ha adquirido una alta temperatura debido a la fuerte compresión.

Su ciclo de funcionamiento se realiza en cuatro tiempos:

- Admisión de aire puro.
- Compresión.
- Inyección, combustión y expansión.
- Escape de los gases quemados.

Igual que el motor Otto, el ciclo de cuatro tiempos se desarrolla en dos vueltas de cigüeñal.

### 1.1. Combustible

El motor diésel consume generalmente **gasóleo**: un carburante que se obtiene por destilación del petróleo, tiene una densidad de 0,81 a 0,85 kg/L a 15 °C y un poder calorífico de unos 42 000 kJ/kg (10 000 kcal/kg).

Debe estar exento de agua e impurezas para proteger el sistema de inyección.

El gasóleo tiene que inflamarse rápidamente al tomar contacto con el aire comprimido en el momento de ser inyectado, por tanto, debe tener una temperatura de inflamación baja. Su facilidad de inflamación se mide por el **índice de cetano**, cuanto mayor es este, menor será la temperatura necesaria para inflamarlo.

La viscosidad de este combustible aumenta con las bajas temperaturas. Cuando se superan los 25 °C bajo cero, presenta dificultades a su paso por filtros y conductos del sistema de inyección, haciéndose muy difícil el arranque en frío. En algunos motores destinados a climas fríos, se dispone de un sistema calentador en el filtro de combustible.

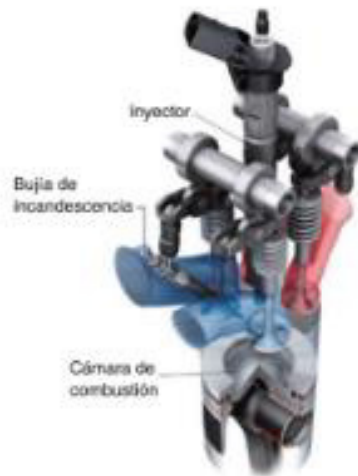


Figura 3.1. Motor diésel de inyección directa.

## 1.2. Formación de la mezcla

El aire se mezcla con el combustible dentro del cilindro al final de la compresión.

El sistema de inyección proporciona la presión necesaria para que el inyector introduzca el combustible, finamente pulverizado, en la cámara de combustión.

Debido al poco tiempo disponible para formar la mezcla, es preciso que el aire comprimido tenga una **alta temperatura** para facilitar la gasificación del combustible. Además, es necesario que adquiera una **gran turbulencia** (figura 3.2.) para que se mezcle con la mayor cantidad posible de aire, de forma que cada gota de combustible esté rodeada por el oxígeno suficiente para quemarse.



Figura 3.2. Turbulencia del aire en admisión (Swirl)



## 5. Constitución del motor diésel

La estructura básica del motor diésel es muy similar a la del motor Otto (figura 3.20.). Las principales diferencias se pueden encontrar en el sistema de inyección y en la forma de las cámaras de combustión.

Los demás elementos constructivos presentan unas características que se adaptan a sus duras condiciones de trabajo. Es un motor que desarrolla altas presiones en la compresión y en la combustión, alcanzando temperaturas muy elevadas, por lo que sus piezas han de ser robustas y con unos precisos ajustes. Como consecuencia, el motor diésel es más pesado y tiene un mayor coste de fabricación.

Los cilindros se fabrican con aleaciones especiales y reciben tratamientos de endurecimiento superficial. Los pistones se construyen reforzados en diferentes zonas y con unas características específicas para controlar su dilatación térmica. Los pistones generalmente se refrigeran por medio de surtidores de aceite.

Otros elementos que se refuerzan convenientemente en el motor diésel son: el cigüeñal, las bielas, los soportes de bancada y los cojinetes de fricción. También los sistemas de refrigeración y engrase se adecuan a las mayores exigencias de este tipo de motor.



## QUITO, CIUDAD DE ALTURA

---

Gustavo Cevallos Paredes<sup>1</sup>, Josélyn Fernanda Cueva<sup>2</sup>, Kevin Alexander Pizarro<sup>2</sup>.  
Recepción: 29-03-2018  
Aceptación: 10-05-2018

### Resumen

Quito con una altitud de 2850 msnm, llamada ciudad de altura, a la que ascienden personas no aclimatadas o sensibles a la altura, para cumplir diversidad de actividades y por diferentes medios de transporte, los mismos que se exponen agudamente a la hipoxia debido a la menor presión atmosférica, pudiendo presentar síntomas del llamado mal agudo de montaña, que pueden presentar manifestaciones clínicas leves hasta ser causa de muerte, esta hipoxia hipobárica tiene como tratamiento específico la administración suplementaria de oxígeno. El profesional prehospitalario debe conocer las manifestaciones clínicas del mal agudo de montaña en las personas que ascienden a esta altura o más, para ofrecer el tratamiento específico tanto preventivo como para revertir los efectos de la hipoxia

Activar Windows









u n i d a d

# 5

## Motor alternativo de combustión diésel

### SUMARIO

- Ciclo diésel de cuatro tiempos
- Ciclo teórico de funcionamiento
- Diagrama de la distribución
- Diagramas teórico y real de trabajo

### OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento del motor diésel y sus ciclos de trabajo. Ventajas e inconvenientes respecto al motor otto.
- Analizar el comportamiento interno de los motores diésel durante los ciclos de trabajo.
- Utilizar los conceptos físicos para entender los diferentes ciclos y diagramas.
- Interpretar las diferentes gráficas, así como los diagramas del motor.
- Establecer las diferencias esenciales entre los motores otto y diésel.

## 1 >> Ciclo diésel de cuatro tiempos

Los motores diésel, al igual que los de explosión, son motores alternativos endotérmicos de combustión interna, es decir, transforman la energía en el interior del cilindro.

Estos motores se caracterizan por su sistema de alimentación, por la forma de realizar la combustión y por su alto rendimiento, al conseguir trabajar a presiones muy elevadas. De esta manera, obtienen un mayor trabajo útil y un mejor aprovechamiento del combustible.

Los motores diésel solamente comprimen aire, por lo que la relación de compresión puede ser mayor, siendo introducido el combustible a una presión muy elevada en el tiempo de trabajo, para producir la combustión. Son conocidos como **motores de encendido por compresión**.

El ciclo de cuatro tiempos de un motor diésel incluye las siguientes fases:

- Admisión de aire en el cilindro.
- Compresión del aire en la cámara de compresión.
- Inyección de combustible a presión que, al entrar en contacto con el aire a elevada temperatura, produce la combustión.
- Expansión de los gases quemados en el interior del cilindro.
- Descarga espontánea de los gases quemados en el cilindro por la apertura de la válvula de escape.
- Expulsión de los gases quemados por el empuje del pistón.

Las fases de un motor de ciclo diésel difieren de las de un motor de ciclo otto exclusivamente en la admisión de aire en lugar de la mezcla de aire-combustible y por la inyección de combustible. Entre las fases de un motor de ciclo diésel, y un motor de ciclo otto solo encontramos una diferencia: mientras en el diésel, el aire y el combustible entran por separado en el cilindro, en el ciclo otto se produce una admisión conjunta de la mezcla aire-combustible.

El ciclo de un motor de cuatro tiempos se cumple en cuatro carreras del pistón, o lo que es lo mismo, dos revoluciones del cigüeñal. El pistón se encarga de expulsar los gases quemados del cilindro al finalizar la fase de expansión, y los sustituye con una nueva cantidad de aire, necesaria para llevar a cabo el siguiente ciclo.

### 1.1 > Ciclo teórico de funcionamiento

El ciclo de trabajo en el motor diésel de cuatro tiempos se efectúa en cuatro carreras del pistón en el orden siguiente:

Admisión - Compresión - Trabajo - Escape

#### Admisión

El pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI), se abre la válvula de admisión y entra en el cilindro el aire perfectamente filtrado.

#### Rudolf Diesel

El motor diésel recibe el nombre de su inventor, el alemán Rudolf Diesel, que construyó el prototipo en 1897.



5.1. Motor diésel. Fuente: BOSCH.

#### Cámara de compresión en motores diésel

La cámara de compresión en los motores diésel es más pequeña que en los motores otto y normalmente va mecanizada en el pistón, siendo la culata totalmente plana.



5.2. Pistón para motor diésel de inyección indirecta.

### Relación de compresión en motores diésel

La relación de compresión en los motores diésel es mayor que en los motores otto. El volumen de la cámara de compresión es inferior, aumentando por tanto la presión en el tiempo de compresión.

### Inyección

La inyección consiste en introducir en el interior de la cámara de combustión el combustible debidamente pulverizado y en las condiciones para que se pueda efectuar su quemado completo.



5.3. Inyección de combustible.



5.4. Inyector. Fuente: BOSCH.

### Compresión

Se cierra la válvula de admisión y el pistón se desplaza desde el PMI al PMS. El aire introducido durante la admisión se comprime en la cámara de combustión.

Durante esta fase aumenta notablemente la temperatura del aire hasta alcanzar aproximadamente de 700 a 800 °C. Este aumento de temperatura se produce principalmente por la elevada presión a la que está sometido el aire.

### Trabajo

Para el estudio de este tiempo, al igual que en el motor otto, lo vamos a dividir en tres etapas. En este caso son:

- **Inyección.** Cuando el pistón llega al PMS, se abre dentro del inyector el conducto correspondiente y entra el combustible perfectamente pulverizado a una presión elevada. El inyector (figura 5.4) es una pieza fundamental en el encendido de los motores diésel. Consiste en un mecanismo que recibe el combustible a una presión elevada y lo inyecta en la cámara de compresión perfectamente dosificado y pulverizado.
- **Combustión.** El encendido se produce espontáneamente, al entrar en contacto el combustible con el aire comprimido que tiene una temperatura superior a la del encendido del combustible. El incremento de temperatura, junto con la gran turbulencia, facilita la combustión del resto del combustible que, llegando a través del inyector, se quema al entrar en contacto con el aire. La presión se mantiene casi constante durante parte de la combustión.
- **Expansión.** Los gases a presión generados por la combustión se expanden y empujan al pistón, desplazándolo desde el PMS al PMI y generando el correspondiente trabajo.

Las válvulas, al igual que en el motor de explosión, permanecen cerradas durante toda la fase de trabajo. Esta es la carrera activa del ciclo; de hecho, la presión de los gases quemados, en expansión, provoca la carrera del pistón y aporta la correspondiente energía para que pueda girar el cigüeñal.

### Escape

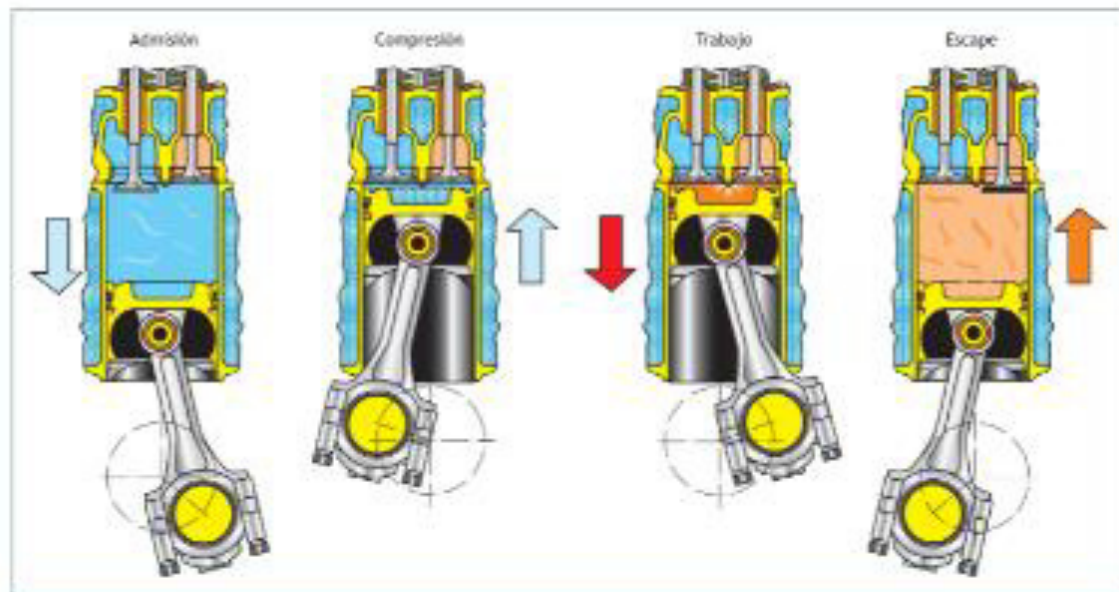
Cuando el pistón llega al PMI, se abre la válvula de escape, y los gases quemados, con una presión mayor que la exterior, salen rápidamente del cilindro hasta alcanzar una presión semejante a la atmosférica.

El pistón sigue su desplazamiento expulsando el resto de gases quemados del cilindro, a través de la válvula de escape.

Al finalizar esta carrera, cuando el pistón alcanza el punto muerto superior, se abre de nuevo la válvula de admisión, se cierra la de escape y vuelve a comenzar el ciclo de funcionamiento.

Por cada dos vueltas del cigüeñal se produce un ciclo completo. El trabajo útil se genera durante una de las cuatro carreras del ciclo, precisamente durante la carrera que corresponde al tiempo de trabajo.





5.5. Ciclo teórico de funcionamiento de un motor diésel de cuatro tiempos.

### 1.2 > Diagrama de la distribución

En el motor diésel, al igual que en el motor de ciclo otto, se puede representar la duración de los diferentes tiempos en grados mediante un diagrama angular (figura 5.6).

Según el ciclo teórico de funcionamiento, las válvulas se abren y cierran cuando el pistón alcanza los puntos muertos superior e inferior, igual que en el motor de gasolina. En realidad, esto no se produce así, ya que las válvulas tardan unos instantes en abrirse y cerrarse, y el gasoil requiere un tiempo para mezclarse con el aire y arder. Para paliar este problema, la apertura y cierre de las válvulas se realiza con los correspondientes avances y retrasos en los tiempos de admisión y escape; de la misma manera que la inyección de combustible se produce con un determinado avance, conocido en este caso como **avance a la inyección**.

En este caso, el **cruce de válvulas** puede ser mayor que en el motor otto, ya que en el caso del motor diésel en la admisión solamente entra aire en el cilindro y, por tanto, no resulta problemático que una parte del aire introducido sea expulsado por la válvula de escape, consiguiendo un mejor barrido de los gases quemados. El resto de las cotas de la distribución son muy parecidas a los motores de gasolina, siendo diferentes para cada modelo.

Para que se produzca el arranque en motores diésel es necesario el uso de bujías de incandescencia, como la que aparece en la figura 5.7, o calentadores, para que calienten la cámara de combustión. Mediante un filamento por el que circula la corriente eléctrica, se genera la cantidad de calor suficiente para que comience la combustión.



5.6. Diagrama de la distribución.



5.7. Bujía de incandescencia.

### 1.3 > Diferencias entre motores otto y diésel

Aunque aparentemente son motores muy similares, hay una serie de características que los diferencian, como pueden ser las mencionadas en la siguiente tabla.

	Tipo de motor	
	Otto	Diésel
Admisión	Entrada de mezcla en el cilindro.	Entrada de aire en el cilindro.
Compresión	Relación de compresión limitada por el índice de octano del combustible.	Relación de compresión alta, al comprimir solamente aire.
Encendido	La inflamación de la mezcla se produce mediante una chispa eléctrica.	La inflamación se consigue mediante una elevada compresión del aire y una inyección de combustible a alta presión.
Elementos estructurales	Se utilizan materiales muy ligeros, ya que se consiguen altas revoluciones.	Los materiales utilizados son más pesados, pues están sometidos a grandes presiones.
Mezcla de aire-combustible	Se produce en el colector de admisión, en la proporción adecuada.	Producida en la cámara de compresión, al introducir el combustible a presión elevada.
Rendimientos	Bajos rendimientos, tanto térmico como volumétrico.	Mejores rendimientos, trabaja a temperaturas más altas y empleo frecuente de la sobrealimentación.
Consumo	Alto consumo específico.	Consumo específico inferior.
Duración	Limitada, pues trabaja normalmente a revoluciones altas.	Al trabajar a regímenes inferiores soportan gran número de kilómetros.
Ruidos	Motor muy silencioso.	Motor más ruidoso.
Arranque	Fácil en todas las épocas del año.	Algunos problemas, sobre todo en zonas extremadamente frías.

