

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Arquitectura e Ingeniería

Emisiones Contaminantes y Autonomía a Efecto del Uso del Diésel y Aditivos Bajo
Ciclos Dinamómetro

Nota del autor

Iván José Villavicencio Mendoza, Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Universidad Internacional SEK.

Director Ing. Juan Carlos Rocha, MSc.

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:

ivillavicencio.mec@uisek.edu.ec

Declaración Juramentada

Yo, Iván José Villavicencio Mendoza, con cédula de identidad 1718009374, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



IVAN JOSE VILLAVICENCIO MENDOZA

C.I.: 171800937-4

Índice

Declaración Juramentada	2
Dedicatoria	8
Resumen.....	9
Abstract	10
Introducción	11
Problema	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos	11
Justificación	12
Diésel Premium.....	13
Contaminación por Diésel.....	13
Ciclos de prueba americanos	14
Ciclo FTP 75	14
FTP Smocke cycle	14
Ciclos de prueba de unión europea	15
ECE -15+EUDC	15
Prueba European Stationary Cycle (ESC)	15
Ciclo Japonés	16
Ciclo JC08.....	16
Ciclo IM240	16
Prueba Dinámica Lug Down.....	18
Implementación de Aditivos	21
Método	25
Selección del Vehículo	25
Equipos	26

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Tanque auxiliar	32
Probeta	33
Combustibles Utilizados	34
Aditivo Bizol d60.....	35
Aditivo Ferox fuel tabs	36
Normativa ISO 1585 para prueba dinámica Lug Down	37
Normativa INEN 2207 para prueba dinámica Lug Down	38
Preparación de Combustibles.....	38
Procedimiento Prueba Consumo de Combustible.....	39
Procedimiento Prueba Dinámica Lug Down	43
Resultados	47
Resultados consumo de combustible	47
Resultados prueba dinámica lug down	48
Resultados potencia normal obtenidos en la prueba dinámica lug down	53
Control de rangos de resultados.....	54
Análisis de resultados	56
Discusión de resultados consumo de combustible.....	56
Discusión de resultados opacidad dinámica	58
Discusión de resultados de potencia	59
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64
ANEXOS	68

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema velocidad vs tiempo ciclo IM 240.....	17
<i>Figura 2.</i> Resultados de opacidad diésel vs biocombustibles.....	20
<i>Figura 3.</i> Resultados opacidad diésel ecuador vs diésel colombiano y biocombustibles.	21
<i>Figura 4.</i> Resultados consumo de combustible diésel Premium más aditivos.	23
<i>Figura 5.</i> Vehículo utilizado en las pruebas.	26
<i>Figura 6.</i> Opacímetro MDO2 LON.	29
<i>Figura 7.</i> Ventilador AIR 7/1.	30
<i>Figura 8.</i> Caja de interfaces.....	31
<i>Figura 9.</i> Conexiones caja de interfaces.....	32
<i>Figura 10.</i> Tanque auxiliar de combustible.....	33
<i>Figura 11.</i> Probeta plástica.....	33
<i>Figura 12.</i> Aditivo Bizol d60.....	36
<i>Figura 13.</i> Ferox Fuel Tabs.	37
<i>Figura 14.</i> Conexiones de combustible hacia el tanque.	40
<i>Figura 15.</i> Implementación de correas de seguridad.....	40
<i>Figura 16.</i> Ciclo de marcha IM240 en el banco de pruebas.	42
<i>Figura 17.</i> Nivel referencial de combustible del tanque auxiliar.	42
<i>Figura 18.</i> Parámetros de funcionamiento del vehículo.	44
<i>Figura 19.</i> Finalización prueba dinámica Lug down.....	46
<i>Figura 20.</i> Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium.....	52
<i>Figura 21.</i> Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium mas Bizol d60...	52
<i>Figura 22.</i> Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium + Ferox fuel tabs.	53
<i>Figura 23.</i> Máximas potencias obtenidas en kW.....	54
<i>Figura 24.</i> Grafica de control diésel Premium	54
<i>Figura 25.</i> Grafica de control diésel más aditivo bizol d60	55
<i>Figura 26.</i> Grafica de control diésel más aditivo ferox fuel tabs	55
<i>Figura 27.</i> Comparación valores promedio de rendimiento de combustible.....	56
<i>Figura 28.</i> Comparación resultados prueba dinámica Lug down.....	59

<i>Figura 29. Comparación curvas de potencia máxima.</i>	61
---	----

Lista de tablas

Tabla 1.Especificaciones Técnicas del Vehículo.....	26
Tabla 2. Especificaciones Técnicas LPS 3000	27
Tabla 3.Especificaciones Técnicas del Opacímetro.....	28
Tabla 4.Especificaciones Técnicas del Equipo de Ventilación Radial	29
Tabla 5.Dimensiones Caja de Interfaces.....	30
Tabla 6.Requisitos del Diésel Premium.....	34
Tabla 7.Principales Características Aditivo BIZOL d60	35
Tabla 8.Principales Características Aditivo Fuel Tabs.	37
Tabla 9.Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel Puro.....	47
Tabla 10.Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel más Bizol d60	48
Tabla 11.Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel más Ferox Fuel Tabs.....	48
Tabla 12.Resultados Prueba Dinamica Lug Down Diésel Premium	49
Tabla 13.Resultados Prueba Dinamica Lug Down Diésel Premium más Aditivo Bizol d60..	50
Tabla 14.Resultados Prueba Dinamica Lug Down Diésel Premium más Aditivo Ferox Fuel Tabs.....	51

Dedicatoria

Con mucho amor dedico este proyecto a María José Mendoza e Iván Villavicencio, mis padres, quienes me han apoyado durante todas las etapas educativas de mi vida, y además han sido un gran ejemplo a seguir, ya que con sus acciones supieron guiarme por un buen camino y gracias a ellos hoy puedo decir con gran orgullo y amor, padres esto es gracias a ustedes.

De igual manera a mis hermanas Adriana, Belén, Ivana quienes supieron brindarme su apoyo incondicional durante mi carrera universitaria, brindándome consejos llenos de sabiduría y humildad, lleno de regocijo les digo, gracias mis tres marías sin ustedes esto no hubiese sido posible.

Resumen

La contaminación ambiental en el sector automovilístico ha sido un tema que preocupa al ser humano, motivo por el cual en el mercado se han implementado aditivos para motores diésel, los cuales ofrecen una variedad de beneficios, entre los cuales sobresalen un menor porcentaje de contaminación hacia el ambiente y un mejor rendimiento de combustible. Con el fin de evaluar las emisiones contaminantes y la autonomía de un vehículo con motor a diésel, mediante el uso de combustible aditivado en pruebas dinamométricas para la determinación de la mezcla más autónoma y la menos contaminante para el ambiente, se lleva a cabo pruebas de consumo de combustible y de opacidad dinámica Lug down en la ciudad de Quito a 2800 m.s.n.m. tomando como referencia dos aditivos a analizar, Bizol d60 y Ferox Fuel Tabs ambos para motores diésel, se los mezcla con diésel Premium en relación que indica el fabricante, en una camioneta chevrolet modelo Luv dmax 3.0 CRDI del año 2015, concluyendo que el aditivo Bizol d60 ofrece un mejor rendimiento de combustible, en relación al diésel Premium, pero a su vez emite un valor de 6.64% de opacidad hacia el ambiente, mientras que el aditivo Ferox Fuel Tabs presenta un porcentaje de opacidad relativamente bajo en relación a la línea base de diésel Premium con un valor de hasta 3.79% de opacidad, y a su vez presenta un mejor rendimiento de combustible en relación al diésel que se comercializa en el País, según las pruebas dinamométricas aplicadas en el presente estudio.

Abstract

Environmental pollution in the automotive sector has been an issue that concerns the human being, which is why in the market additives have been implemented for diesel engines, which offer a variety of benefits, among which a lower percentage of pollution towards the environment and better fuel efficiency. In order to evaluate the pollutant emissions and the autonomy of a vehicle with diesel engine, by means of the use of additivated fuel in dynamometric tests for the determination of the most autonomous mixture and the least polluting for the environment, it is carried out fuel consumption and dynamic opacity Lug down in the city of Quito at 2800 meters above sea level taking as reference two additives to be analyzed, Bizol d60 and Ferox Fuel Tabs both for diesel engines, they are mixed with premium diesel in relation to the manufacturer, in a chevrolet truck model Luv dmax 3.0 CRDI of 2015, concluding that the additive Bizol d60 offers a better fuel efficiency, in relation to Premium diesel, but in turn emits a 6.64% value of opacity to the environment, while the Ferox Fuel Tabs additive has a relatively low opacity percentage in relation to the baseline of premium diesel with a value of up to 3.79% opacity, and in turn presents a better fuel efficiency in relation to the diesel that is marketed in the country, according to the dynamometric tests applied in this study.

Introducción

Problema

La contaminación producida en el sector automovilístico es un tema que en la actualidad ha sido parte del pensamiento de los seres humanos, una gran parte de dicha contaminación es producida por vehículos de encendido por compresión o vehículos diésel. En el distrito metropolitano de Quito se lleva a cabo anualmente un control de emisiones contaminantes a través de la revisión técnica vehicular, en la cual los vehículos diésel son sometidos a una prueba estática de aceleración libre, como lo indica la norma INEN 2202. Sin embargo, dicha prueba no refleja las condiciones de trabajo a las que se encuentra expuesto normalmente un vehículo cuando transita por una carretera, motivo por el cual, en países como Estados Unidos ha sido necesaria la implementación de ciclos transitorios como el ciclo FTP-75(FEDERAL TESTE PROCEDURE),o en Japón el ciclo JC08(Cárdenas, 2016).

Objetivo general

- Evaluar las emisiones contaminantes y la autonomía de un vehículo con motor a diésel, mediante el uso de combustible aditivado en pruebas dinamométricas para la determinación de la mezcla más autónoma y la menos contaminante para el ambiente.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento del combustible, mezclando diésel con aditivo Bizol d60 en proporción del fabricante, llevando a cabo las pruebas de emisiones contaminantes lug down.

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

- Valorar el comportamiento del combustible, mezclando diésel con aditivo Fuel Tabs By Ferox en proporción que indica el fabricante, llevando a cabo las pruebas de consumo de combustible en el laboratorio.
- Comparar el nivel de opacidad de gases contaminantes de una camioneta con motor a diésel marca Luv dmax 3.0 CRDI del año 2015, utilizando los combustibles encontrados y pruebas de emisiones contaminantes lug down, obteniendo los valores del combustible menos contaminantes para el ambiente.
- Examinar la autonomía de una camioneta con motor a diésel marca Luv dmax 3.0 CRDI del año 2015, utilizando los combustibles encontrados y pruebas de consumo de combustible en laboratorio, determinando los valores con los cuales el vehículo obtiene un menor consumo de combustible.

Justificación

Con el avance de la tecnología, mejoras en las propiedades de los combustibles, y la implementación de biocombustibles, se ha intentado disminuir la contaminación en el sector automovilístico, de igual manera se han implementado en el mercado aditivos que corroboren con este tema, ofreciendo una disminución de gases contaminantes y un mejor consumo de combustible.

Motivo por el cual dicho proyecto se realiza para observar el comportamiento de las emisiones producidas a nivel de opacidad y de la misma manera la autonomía de combustible en un motor diésel, implementando dos aditivos existentes en el mercado, como lo son Bizol d60 y Ferox Fuel Tabs, conjunto con diésel Premium, con el fin de analizar si dichos aditivos colaboran con la disminución de contaminación ambiental en el sector automovilístico y si los mismos ofrecen a una mejor autonomía del vehículo.

Diésel Premium

El diésel Premium es un combustible utilizado para motores de combustión interna de encendido por compresión, que requiere bajo contenido de azufre y alta volatidad (INEN, 2012).

Se obtiene de la derivación del petróleo, compuesto de hidrocarburos saturados en una proporción de 75% como lo son parafinas, isoparafinas y cicloparafinas y de hidrocarburos aromáticos en proporción de 25%. Este tiene como fórmula química $C_{12}H_{23}$, con valores de carbono que varían entre C10 hasta C21. El diésel se lo obtiene en refinerías mediante un proceso de destilación donde se separan distintas fracciones según su temperatura de ebullición y peso molecular (Valencia, 2013).

Contaminación por Diésel

Al momento de la combustión, los motores de ciclo diésel emiten humos hacia el medio ambiente, los cuales contienen varios elementos perjudiciales para la atmósfera, y por ende para el ser humano, entre los cuales sobresalen hidrocarburos quemados (HC), óxidos de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Organizaciones mundiales como la Environmental Protection Agency (EPA) aseguran que las emisiones producidas por motores diésel son un causante principal de la contaminación atmosférica, así como la organización mundial de la salud (OMS), indica que el promedio de vida de un ser humano disminuye en un promedio de un año, si este se encuentra expuesto a contaminantes como material particulado (Trujillo, 2019).

Un estudio presentado en la ciudad de Quito, mencionó que los vehículos a diésel, que conforman el 5.6 % del parque vehicular, son los principales contribuyentes de MP2.5 (82.5

%), MP10 (76.4 %) y NOx (60.6 %), las emisiones de NOx en los vehículos a diésel son elevadas, debido a las altas temperaturas y presión a las que trabajan. Además, la composición química del diésel promueve la formación de material particulado. Por ello, aunque los vehículos a diésel representan sólo el 5.6 % del parque vehicular, su contribución en las emisiones de NOx y material particulado es relevante (Vega, Ocaña y Parra, 2015).

Gómez y Vargas (2017) realizan una investigación de análisis y monitoreo en la ciudad de Quito, concluyendo que los sitios con mayor contaminación son Belisario, Tababela, Jipijapa, Los chillos, Guamani, Tumbaco y Carapungo, los cuales constan con valores anuales que superan los límites establecidos en la norma (NECA 50ug/m³), con un valor de 54,9 en relación al PM10, mientras que en cuestión al PM2,5 se obtuvo un valor de 20,8(ug/m³), cuando su límite es de tan solo 15(ug/m³)

Ciclos de prueba americanos

Ciclo FTP 75

La prueba FTP 75 es utilizada en los estados unidos para la certificación de las emisiones de vehículos de tipo livianos, utilizando el ciclo de prueba conocido como LA4, el cual tiene un rango de velocidad entre 0 y 91.2 km/h y dura 2475 segundos, recorriendo una distancia de 17.77 km. Durante el recorrido se simula todas las condiciones de manejo por carretera, llevando el vehículo a aceleraciones altas, bajas e incluso en estado neutral (Sarmiento y Rangel, 2015).

FTP Smocke cycle

Es un ciclo para la aprobación de emisiones de gases contaminantes para vehículo pesados, simulando el tráfico urbano, de autopistas y claramente el tráfico en carreteras secundarias.

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Este ciclo consta de cuatro etapas, el ciclo comienza en el arranque en frío, continuando con 25 segundos en ralentí. Se procede a realizar las 4 etapas del ciclo y se apaga el motor durante 1200 segundos para luego encenderlo y nuevamente poder repetir las cuatro fases con el fin de simular un encendido en caliente. El ciclo dura 3600 segundos, la distancia total recorrida es de 20.6 km y la velocidad promedio es de 30km/h(Sarmiento y Rangel, 2015).

Ciclos de prueba de unión europea

ECE -15+EUDC

Este ciclo es relativamente similar al ciclo americano FTP 75, ya que realiza los mismos pasos, la única diferencia es el ciclo de manejo, ya que en este caso está diseñado para simular condiciones de manejo en las ciudades y autopistas europeas. Consta de cinco ciclos donde cuatro se realizan para una ciudad típica europea donde prevalecen características como tener bajas velocidades, pequeño nivel de carga en el motor y una baja temperatura en las emisiones de los gases de escape. El quinto ciclo Extra Urban Driving Cycle, EUDC representa situaciones de manejo en carretera europea con una velocidad máxima de 120km/h (Sarmiento y Rangel, 2015).

Prueba European Stationary Cycle (ESC)

Esta prueba se realiza en un dinamómetro de motor, además es una prueba dinámica en estado estable por lo que no existe un ciclo de manejo continuo, sino más bien una serie de fases. Consta de 13 fases. Las emisiones se miden de manera permanente y finalmente se promedian los resultados obtenidos obteniendo factores de peso los cuales hacen caso a la importancia de cada fase dentro del ciclo (Sarmiento y Rangel, 2015).

Ciclo Japonés

Ciclo JC08

Esta prueba es utilizada para el análisis de emisiones contaminantes así como para la autonomía de combustible tanto para vehículos a gasolina como diésel. Tiene una duración de 1204 segundos, recorriendo una distancia total de 8.17 km a una velocidad media de 24.4km/h y alcanzando una velocidad máxima de 81.6 km/h, y además tiene una relación de carga de 29.7%. Se utiliza un dinamómetro de chasis para vehículos livianos, la prueba simula condiciones de tráfico congestionado en la ciudad incluyendo periodos de inactividad y la aceleración y desaceleración que se alterna con frecuencia. La medición se realiza dos veces una con arranque en frío y una con arranque en caliente (Cárdenas, 2016).

Ciclo IM240

Con la ayuda de regulaciones y controles a fabricantes de vehículos se ha logrado que las unidades nuevas no superen los niveles de contaminación establecidos por un cierto tiempo, ya que con el paso de los años diversos componentes de los vehículos sufren deterioro aumentando así su nivel de emisiones contaminantes. Por lo cual, se han creado diversos ciclos como lo es el IM-240 el cual tiene como objetivo fundamental identificar dentro de los autos de circulación, aquellos que por problemas mecánicos, están emitiendo a la atmósfera cantidades contaminantes que sobrepasan los estándares establecidos por la ley (Recalde y Revelo, 2015).

El Protocolo IM 240 es un análisis corto desarrollado para vehículos usados, especialmente por el Propósito de tener una prueba rápida cuyos resultados sean correlativos a los del Protocolo FTP 75. En la Figura 1 se esquematiza la ruta de trabajo, esto se ha implementado en algunos estados de la Unión Americana. El ciclo dura 240 s, recorre 1.96

millas (3.2 km) y su velocidad media es de 29.4 mph (47.3 km/h) con una velocidad máxima de 56.7 mph (91.2 km/h). Este tipo de pruebas se realiza en un dinamómetro y con la ayuda de un software que permite al operador llevar y mantener las condiciones de manejo que se necesitan a lo largo del ciclo, para de esta manera determinar el nivel de contaminación en los diferentes regímenes del motor. (Rocha et al., 2018, p.5).

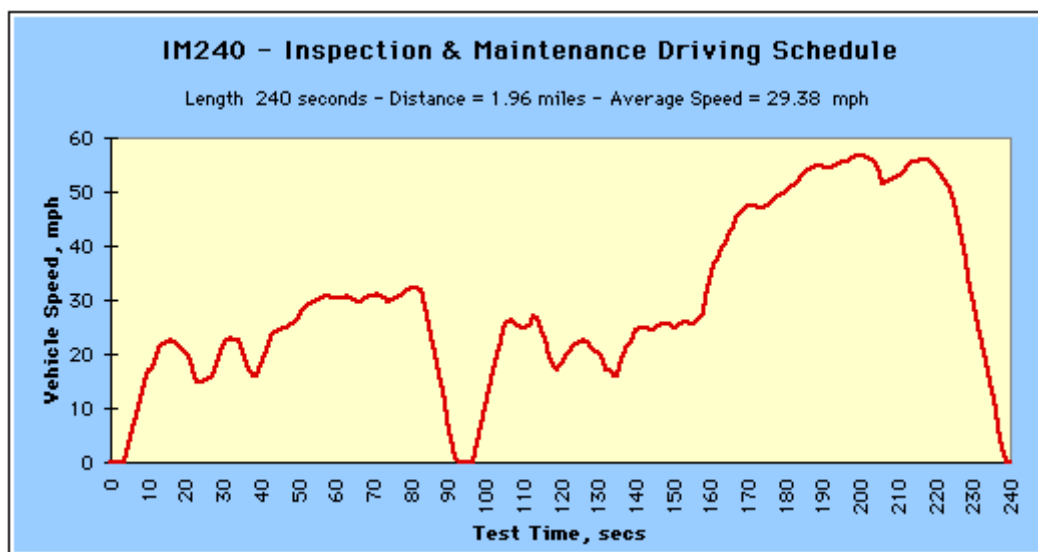


Figura 1. Esquema velocidad vs tiempo ciclo IM 240.

Fuente: (EPA, 2014)

Al comparar este ciclo con una prueba en estado estable ASM, el IM-240 demostró mejores habilidades para identificar correctamente a los vehículos que necesitan ser reparados, además presentó una mejora en la determinación del estado de funcionamiento de un sistema de control de vapores. Con el fin de cumplir con la ley Clean Air Act de 1990, la EPA, propone a los estados que implementen el ciclo IM-240, por lo menos para vehículos con modelos actuales (Urbina, 2016).

Además de ser parte esencial para la determinación de agentes contaminantes, el ciclo IM-240 puede ser tomado como ruta de prueba para la determinación de cantidad de combustible quemado por un vehículo, con el fin de determinar la autonomía del mismo.

Prueba Dinámica Lug Down

Con el propósito de obtener una simulación casi de real de un vehículo que viaja a través de una carretera distintos países han optado por realizar pruebas a través de un dinamómetro, pruebas que reflejen el nivel de opacidad producido no solo en altas revoluciones, sino que considere mediciones a distintos estados de carga del motor, motivo por el cual en nuestro país el CCICEV realiza una prueba dinámica LUG DOWN, la cual examina valores de opacidad del humo al 100%, 90% y 80% de la velocidad máxima alcanzada por el vehículo sobre un dinamómetro de chasis.

La opacidad medida en esta prueba se remite bajo el principio de determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de esta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape según como lo indica la norma INEN 2202, conjunto con la ayuda de un opacímetro que opere bajo este principio. (NTE INEN 2202:2000).

Los valores de opacidad son expresados en valores de $K (m^{-1})$, siendo este el valor registrado por el equipo de medición como la media aritmética de todas las mediciones de opacidad registradas en un intervalo de 8 segundos (Espinoza y Salazar, 2017).

Feng et al. (2018) realizan un estudio en China sobre límites de emisiones de escape de vehículos diésel en uso bajo procedimiento de prueba lug down. Este estudio cuenta las emisiones de 38 vehículos del país, indicando la opacidad producida al 100%, 90% y 80%, de

la velocidad máxima del vehículo. Los resultados de las pruebas indicaron que los vehículos tienen la mayor concentración de opacidad en el 80% del punto de operación, seguidos del 23.5% de vehículos, que presentaron la mayor concentración de opacidad en el 100% del punto de operación.

Portilla y Campuzano (2015) evalúan el comportamiento de motores diésel con el uso de biocombustibles en la ciudad de Quito, entre diésel comercial, biodiésel a base de aceite de palma puro B100, y diésel con 10% de biodiésel B10, efectuando pruebas dinámicas Lug Down en una camioneta Toyota Hilux del año 1998 con una cilindrada de 2.8 litros. La Figura 2 indica los valores de opacidad en sus tres distintos porcentajes de la velocidad máxima, al 100%, 90% y 80%, se puede observar claramente que el diésel comercial ocupa el puesto con mayor opacidad de gases con valores de 80.62, 10.02 y 8.39 respectivamente, seguidos del biodiésel B10 y finalmente el B100. Según las fichas técnicas de los combustibles utilizados y los resultados obtenidos en las pruebas, se pudo deducir que el incremento de la opacidad está directamente relacionado con el mayor valor de azufre que contiene el biodiésel (Portilla y Campuzano, 2015).

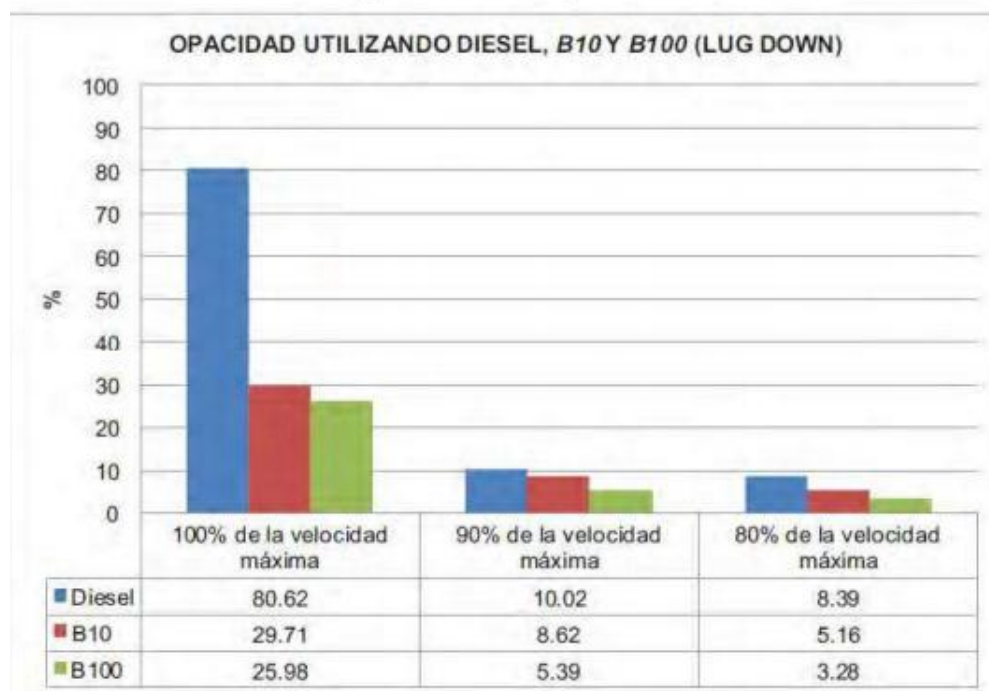


Figura 2. Resultados de opacidad diésel vs biocombustibles

Fuente: (Portilla y Campuzano, 2015).

De igual manera Reyes, Castillo y Escalante (2016) realizan un estudio en la ciudad de Quito para analizar la potencia y torque en un vehículo marca chevrolet dmax, mediante la implementación de mezclas parciales de biodiésel, y diésel colombiano. En dicho estudio implementan una prueba dinámica lug down comparando los porcentajes de opacidad emitidos por el vehículo.

Como se observa en la Figura 3 el diésel ecuatoriano contiene el mayor porcentaje de opacidad con un valor de 8.89%, mientras que el diésel que es comercializado en el país vecino de Colombia presenta el mínimo valor de opacidad con 2.69%. Entre los biocombustibles, el B10 obtuvo el mayor valor. Dicho estudio concluye que las concentraciones de azufre en partículas por millón (ppm) se vieron reflejadas en el bajo porcentaje de opacidad para el diésel colombiano, lo que denota una mejor calidad del

combustible, de igual manera las mezclas de biodiésel tienen un menor impacto de contaminación en relación al diésel ecuatoriano (Reyes, Castillo y Escalante, 2016).

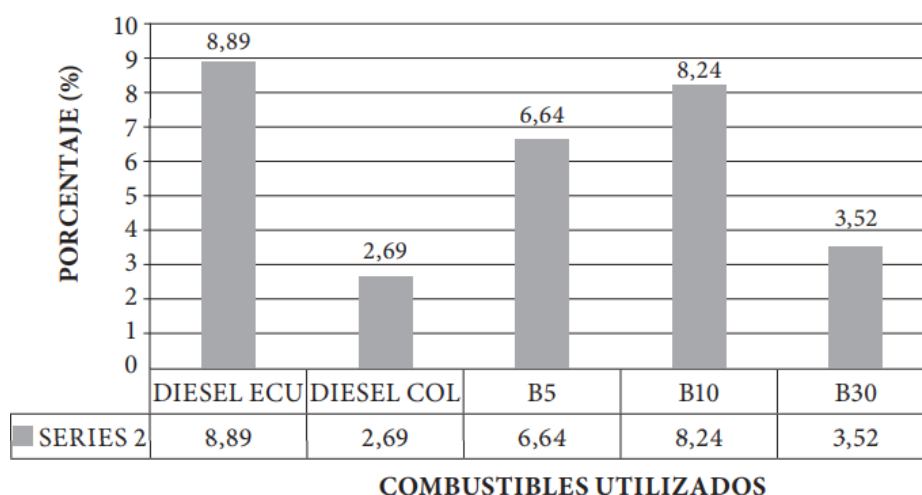


Figura 3. Resultados opacidad diésel ecuador vs diésel colombiano y biocombustibles.

Fuente: (Reyes, Castillo y Escalante, 2016).

Implementación de Aditivos

Además del uso de biocombustibles el mercado ofrece una variedad de aditivos los cuales ofrecen grandes beneficios en cuestión a reducción de emisiones contaminantes, consumo de combustible, y aumento de potencia, por lo cual es difícil poder optar por uno y más cuando se desconoce del resultado que estos tendrán.

Los aditivos para motores diésel son productos químicos que actúan dentro del motor facilitando la combustión, limpiando sus componentes internos, depurando el circuito de inyección e incluso el circuito de refrigeración; según sus distintos fabricantes (Trujillo, 2019).

Rocha, J., Llanes, E., Celi, S., y Peralta, D. (2018) presentaron un estudio determinando el rendimiento y la opacidad de un motor diésel implementando mezclas de B10, B20, B10A (biodiesel más 10% de aditivo) y B20A (biodiesel más 20% de aditivo). Las pruebas se realizaron en dos vehículos distintos, indicando que en ambos casos la tendencia de potencia es mayor con el uso del diésel, obteniendo un valor máximo a 4300 rpm para MBT-50 y a 2500 rpm para GW Wingle. Además dicho estudio indicó que se aprecia una mejora en la potencia máxima de ambos vehículos al emplear diésel y biodiesel más 10% aditivo (B10A).

Cóndor y Narváez(2011) realizaron un estudio en la ciudad de Cuenca implementando tres aditivos en el combustible diésel Premium, con el fin de analizar el nivel de opacidad emitido en un vehículo Hyundai H100 2004. Utilizan Racor diésel conditioner plus, R-2 plus y 8+ cetane improver, como aditivos 1,2 y 3 respectivamente. Analizando los valores promedios de $K(m-1)$ el diésel Premium puro sin presencia de aditivo obtiene un valor de 0.24, siendo este el mínimo valor emitido en las pruebas, ya que al implementar el aditivo 1 se obtuvo un valor de 3.6,(valor más alto obtenido en las pruebas) el aditivo 2 presentó un valor de 0.41 y el aditivo 3 un valor de 0.77, concluyendo que ninguno de los aditivos implementados ofrece una reducción significativa en la emisión de gases contaminantes al ambiente, al contrario lo aumentan.

Consumo de combustible

En Ecuador los vehículos con motores de encendido por compresión representan un 11%, motivo por el cual el sector de transporte es uno de los mayores consumidores de combustible, puesto que en el año 2012 se consumieron 57 millones de barriles equivalentes de petróleo, donde el sector automotriz consumió 77% de dicho valor (Lima y Gálvez, 2016).

Cóndor y Narváez(2011)presenta información sobre el consumo de combustible que experimenta el vehículo al ser sometido a las pruebas. La Figura 4, indica que al implementar el aditivo 2 (R-2 plus), el vehículo obtuvo una mayor autonomía, presentando un rendimiento de combustible de 34.38 km/gal, cifra que es relativamente mayor al implementar únicamente diésel Premium ya que este presenta un valor de consumo de combustible de 29.55 km/gal. Al analizar el comportamiento de los 3 aditivos presentados en este estudio, se observó claramente la mejora en el consumo de combustible, ya que al tomar como línea de referencia el rendimiento del vehículo al utilizar como combustible diésel Premium, las demás mezclas presentaron una autonomía mucho mayor (Cóndor y Narváez, 2011).

Combustible	km. Recorridos	Cantidad (gal)	Consumo (km/gal)	Variación sobre Línea base (km/gal)	Variación sobre Línea base (%)
Diesel Premium	598	20,24	29,55	0,00	0,00
Diesel Premium + Aditivo 1	600	18,77	31,97	+ 2,42	+ 8,19
Diesel Premium + Aditivo 2	600	17,45	34,38	+ 4,83	+ 16,38
Diesel Premium + Aditivo 3	599	19,12	31,33	+ 1,78	+ 6,03

Figura 4. Resultados consumo de combustible diésel Premium más aditivos.

Fuente: (Cóndor y Narváez, 2011).

En su estudio Trujillo (2019) implementó dióxido de cerio como aditivo conjunto con diésel Premium y biodiesel B10, las pruebas de consumo de combustible indicaron que el diésel Premium y el aditivo dióxido de cerio presentaron los valores más bajos de consumo de combustible, con valores semejantes de 85ml/km, mientras que la implementación del biocombustible B10 incremento dicho consumo a 98 ml/km y la mezcla B10DC presentó un valor de 93 ml/km.

Villena(2014) realiza un estudio en Lima, Perú implementando aditivo TPx Total Power en vehículos diésel de trabajo pesado, volquetas, cargadores, tractores y excavadoras.

Durante 15 días de implementación del aditivo se logró una reducción de consumo combustible de 6.07%, concluyendo que con el aditivo TPx Total Power se ha mejorado la calidad de la flama volviéndola más compacta y más eficiente

Método

El estudio se lo realizó a 2850 msnm en la ciudad de Quito provincia de Pichincha con una temperatura promedio de 18 °C, para el estudio de la autonomía y emisiones contaminantes a efecto del uso del diésel y aditivos bajo ciclos dinamómetro se utilizaron distintos equipos de medición.

Selección del Vehículo

Para realizar el análisis tanto de consumo de combustible como de emisiones contaminantes en un motor diésel, se utilizó una camioneta Chevrolet, modelo Luv Dmax 3.0 CRDI 4x2 TM del año 2015, dicho vehículo fue escogido por la influencia de la marca y la representación que tiene en nuestro país, ya que es la camioneta más comercializada en Ecuador (Castillo y Escalante, 2016). El vehículo se encontró en un estado óptimo de funcionamiento ya que se tomó en cuenta todos los parámetros de seguridad y el correcto mantenimiento preventivo del vehículo, para de esta manera poder obtener el óptimo funcionamiento y desempeño del mismo en las pruebas realizadas en el laboratorio.

En la Tabla 1 se puede apreciar las distintas especificaciones técnicas del vehículo que son necesarias para realizar las pruebas de consumo de combustible y de emisiones contaminantes lug down, ya que al someter el vehículo al dinamómetro, el software del mismo solicita ciertos parámetros del vehículo en el que se van a realizar las pruebas.

Tabla 1.*Especificaciones Técnicas del Vehículo*

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL VEHICULO	
Cilindrada	2999 cc
Numero de cilindros	4 cilindros
Potencia	134 hp @ 3600 rpm
Torque	280Nm @ 2000 rpm
Tracción	4x2
Combustible	diésel
Tonelaje	1.25 T
Designación de los neumáticos	235/70R16
Relación de compresión	18.3

**Figura 5.** Vehículo utilizado en las pruebas.**Equipos**

Para el estudio se utilizó diversos equipos de medición del centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares CCICEV, ya que dicho centro cuenta con equipos normados para el estudio de emisiones contaminantes en nuestro país.

Principalmente se llevó a cabo las pruebas en un banco de potencia de la marca MAHA modelo LPS 3000, el cual viene acompañado de equipos auxiliares de la misma marca para de esta manera poder realizar las pruebas y mediciones necesarias en dicho estudio.

Tabla 2.*Especificaciones Técnicas LPS 3000*

FICHA TECNICA LPS 3000	
Juego de rodillos	R200/2
Carga sobre el eje	15 t
Longitud (mm)	2260 por rodillo
Ancho(mm)	1100
Altura(mm)	865
Peso	Aprox. 1250 kg por rodillo
Longitud de rodillo	900 mm
Vía mín.	1000 mm
Vía máx.	2800 mm
Diámetro mínimo de rueda para ensayar	12"
Diámetro rodillo	318 mm
Distancia entre rodillos	565 mm
Sobreelevación rodillo	--
Sistema de elevación con bloqueo de Rodillos	Hidráulica
Datos corr. parasita	2 x 330 kW
Alimentación	400 V / 50 Hz
Protección por fusible	35 A lento
Velocidad de ensayo	Max. 200 km/h
Potencia rueda	30 – máx. 400 kW
Fuerza de tracción	Max. 15 kN
Núm. De revoluciones	10 – 10 000 rpm
Precisión de medición	± 2 % del valor de medición

Nota. Utilice protección del oído, la protección debe estar homologada para un nivel de ruido hasta 120 db(A). Fuente: (Maha, 2010)

De la misma manera para poder realizar las pruebas dinámica lug down, se necesita de un analizador de gases, el cual es el encargado de medir los niveles de opacidad que emite el vehículo, en este caso se utilizó un opacómetro de la marca MAHA modelo MDO 2 LON.

La Tabla 3 indica todos los datos técnicos del opacómetro, los cuales se encuentran dentro de los parámetros que establece la norma INEN 2349 en el literal 5.1.1.11, la cual especifica

las características necesarias que debe tener un opacímetro de flujo parcial para realizar la revisión técnica vehicular en nuestro país. (INEN, 2349)

Tabla 3.

Especificaciones Técnicas del Opacímetro

FICHA TECNICA ANALIZADOR DE GASES	
Alimentación de corriente red eléctrica	230V AC/ 50 Hz
Alimentación de corriente de la red del vehículo	12 V / 24 V DC
Principio de medición	Absorción fotométrica
Consumo de energía	Media: 100 W- Máximo: 130 W
Longitud de la cámara de medición	430 mm
Diámetro exterior	28mm
Diámetro interior	25mm
Calentamiento de la cámara de medición	Calefactor de camisa
Tiempo de calentamiento	Aprox. 3 min
Material de la célula de medición	V2A
Radiador	Diodo luminiscente de luz verde pulsada (567 nm)
Detector	Fotodiodo de temperatura compensada, eliminación de luz extraña
Opacidad	0 – 100%
Coeficiente de absorción	0 – 9,99 1/m
Numero de revoluciones	400 – 8000 rpm
Temperatura del aceite	0 – 150 C
Temperatura de utilización	0 – 50 C
Temperatura de almacenamiento	-10 – 60 C

Fuente: (Maha, 2010)



Figura 6. Opacímetro MDO2 LON.

Al realizar las pruebas en el dinamómetro se intenta tener características de una ruta real, por lo cual se utilizó adicionalmente un ventilador marca MAHA modelo AIR 7/1, el cual facilitó la simulación de aire en carretera. La Tabla 4 indica las especificaciones técnicas del equipo de ventilación radial, el cual ayudó a simular la velocidad y potencia con la que el aire golpea al vehículo al circular en carretera, ya que consta con un canal de salida ancho para dirigir el aire directamente al radiador del vehículo y debajo del vehículo, para evitar una acumulación de calor, evitando así daños en el vehículo y el sobrecalentamiento de grupos de accionamiento (Maha, 2010).

Tabla 4.

Especificaciones Técnicas del Equipo de Ventilación Radial

FICHA TECNICA DEL VENTILADOR	
Potencia de aire	23000 m ³ /h
Velocidad de aire	98 km/h
Potencia motriz	7.5 kW
Fusible gG	35 A
Alimentación de corriente	3/N/PE 400 V 50 Hz
Dimensiones totales (La x An x Al)	1250 mm x 730 mm x 900 mm
Peso	192 kg
Fuente: (Maha, 2010)	



Figura 7. Ventilador AIR 7/1.

.Caja de Interfaces

Para llevar a cabo las pruebas de consumo de combustible y de emisiones contaminantes lug down, el banco de pruebas LPS 3000 debe conectarse a una caja de interfaces la cual ayuda a tomar distintas tipos de condiciones a las que estamos trabajando, ya que las pruebas son realizadas a 2800 msnm. Esta caja de interfaces ayudó a registrar el número de revoluciones del motor, datos del ambiente, datos OBD, temperaturas, presiones y señales analógicas. Este proceso de registro se realiza mediante módulos.

Tabla 5.

Dimensiones Caja de Interfaces

DIMENSIONES CAJA DE INTERFACES	
Alto	120 mm
Ancho	170 mm
Largo	160 mm
Peso	Aprox. 1 kg
Fuente: (Maha, 2010)	



Figura 8. Caja de interfaces.

La Figura 9 describe las distintas conexiones de la caja de interfaces, conexiones con las cuales se pudo obtener distintos parámetros necesarios para la implementación de las pruebas en el laboratorio, el módulo de revoluciones estándar ayuda a calcular tanto el número de rpm y el valor de la temperatura del aceite. Para realizar el cálculo posteriormente mencionado se puede optar por distintos tipos de sensores que corroboran a dicha medición, en este estudio se utilizó la sonda de la temperatura del aceite ya que los ensayos de marcha en el LPS 3000 únicamente deben efectuarse cuando el motor haya alcanzado la temperatura de servicio. El termómetro del aceite sirve para determinar y controlar la temperatura del aceite durante el ensayo (Maha, 2010)

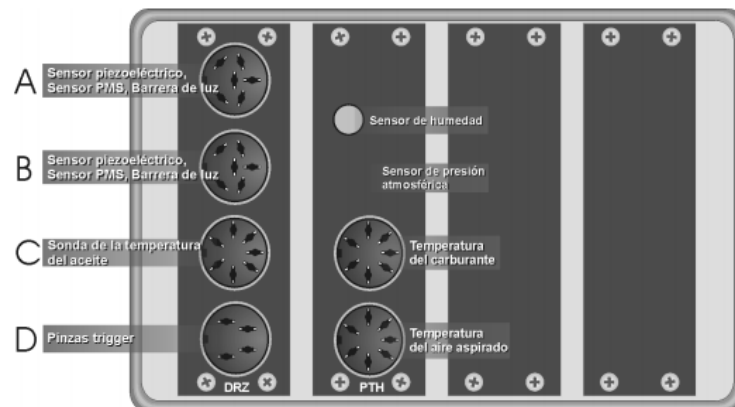


Figura 9. Conexiones caja de interfaces.

Fuente: (Maha, 2010)

Tanque auxiliar

Para poder realizar tanto las pruebas de consumo de combustible como las de opacidad dinámica lug down, fue necesaria la implementación de un tanque auxiliar de combustible, con el fin de saber la cantidad de combustible existente dentro del tanque.

Este tanque auxiliar es pertenencia del CCICEV, el cual está hecho de aluminio y tiene una cantidad de abastecimiento de combustible de 25 litros, como se puede apreciar en la Figura 10 este tanque consta con dos mangueras, una que simula la manguera de abastecimiento principal de combustible (aquella que va conectada del tanque de combustible a la bomba de inyección), y la de retorno. Este tanque auxiliar contiene su respectiva tapa en la parte superior la cual ofrece un sellado hermético del tanque, evitando así la presencia de impurezas. En su parte exterior derecha se puede apreciar un tubo, el cual ayudó al técnico a determinar la cantidad de combustible que se encontraba dentro del tanque.



Figura 10. Tanque auxiliar de combustible.

Probeta

Probeta proporcionada por el CCICEV, formada de plástico, en su exterior se observa fracciones de medida en unidades de mili litros, además tiene una capacidad volumétrica de 1000 ml o 1L. Como se puede observar en la Figura 11 la probeta cuenta con fracciones de medidas en mililitros, la cuales fueron de gran ayuda para el técnico al momento que se realizaba una medición. En este estudio fue de gran ayuda en instante que se realizó el análisis en la pruebas de consumo de combustible.



Figura 11. Probeta plástica

Combustibles Utilizados

En nuestro país el instituto ecuatoriano de normalización INEN es el encargado de establecer los requisitos que debe cumplir el diésel que se comercializa en el Ecuador, este estudio utiliza diésel Premium como combustible, por consiguiente la Tabla 6 muestra los valores máximos y mínimos que debe cumplir el mismo, según la norma NTE INEN 1489:2012

Tabla 6.

Requisitos del Diésel Premium

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
Contenido de agua y sedimento	%	-	0.05	NTE INEN 1494
Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0.15	NTE INEN 1491
Contenido de cenizas	%	-	0.01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40C	mm^2/s	2.0	5.0	NTE INEN 810
Contenido de azufre	%	-	0.05	ASTM 4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927

Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiesel	%	--	5	EN 14078
Nota				

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 1489:2012. Productos derivados del petróleo. Diésel. Requisitos. 2012. p. 2.

Aditivo Bizol d60

Bizol d 60 es un aditivo el cual mejora la lubricación y contiene una mezcla de agentes con propiedades limpiadoras, dispersantes, protectoras del material, y otras que aumentan el número de cetano ajustándose a los motores, combustibles y condiciones de operación actuales. Este mejorador de lubricación otorga a los combustibles diésel bajos en azufre una mejor calidad lubricante. Debido a una ignición mejorada, el combustible ofrece un mejor rendimiento en la combustión incluso en frío y se reduce el molesto olor de las emisiones (Bizol, 2016).

La Tabla 7 muestra las principales características del aditivo Bizol d60, se utilizó la presentación de 250 ml, cantidad que es suficiente para 75 litros de combustible y que puede agregarse en cualquier momento ya que se mezcla por sí mismo.

Tabla 7.

Principales Características Aditivo BIZOL d60

CARACTERISTICAS BIZOL D60	
Punto de fluidez	-35
Color	marrón
Estado físico	fluido
Densidad relativa a 15 C	0.833
Punto de inflamación	63

Fuente: (Bizol, 2016)



Figura 12. Aditivo Bizol d60.

Fuente: (Bizol, 2016)

Aditivo Ferox fuel tabs

Es un aditivo-catalizador para todo combustible a base de hidrocarburos, ya sea gasolina, diésel, biodiésel, E85, queroseno, entre otros. Este producto funciona modificando las partículas de combustible y depósitos de carbón existentes, para que los mismos puedan quemarse más rápido a temperaturas más bajas, obteniendo así una mejor combustión y aprovechando toda la energía disponible. Este aditivo ofrece varios beneficios como el aumento en ahorro de combustible hasta un 20%, incrementa la potencia y eficiencia del motor, disminuye las emisiones contaminantes, etc. (Ferox, n.d.).

Como se puede observar en la Tabla 8, los datos técnicos de Ferox fuel tabs ofrecen únicamente incompatibilidad con agentes oxidantes fuertes, en el estudio realizado se carece de dichos agentes, además se observa que el producto ofrece distintas presentaciones, para dicho estudio se optó por su presentación en tabletas de 1 g. Una tableta de Ferox fuel tabs de 1 g es suficiente para 30 litros de combustible.

Tabla 8.*Principales Características Aditivo Fuel Tabs.*

DATOS TECNICOS FEROX FUEL TABS	
Apariencia	Solido en polvo o tabletas
color	Naranja/ naranja claro
Punto de ebullición	255 C
Punto de fusión	70 C
Densidad de vapor	5.3 (aire=1)
Presión de vapor	< 1 psi
Gravedad especifica	1.04
Densidad	0.992
Solubilidad en agua	Insignificante
Estabilidad	Estable
Incompatibilidad	Agentes oxidantes fuertes

**Figura 13.**Ferox Fuel Tabs.**Normativa ISO 1585 para prueba dinámica Lug Down**

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización, la cual consta con diversas normativas que son aplicadas a nivel mundial.

En este estudio para la realización de la prueba dinámica lug down se aplica la normativa ISO 1585 la cual hace caso a todos los motores de combustión interna tanto de encendido provocado, como por compresión, los cuales sean utilizados para la propulsión de automóviles de pasajeros y otros vehículos motorizados (ISO, 1585).

Esta normativa se aplica a la evaluación de su desempeño con una visión, en particular, de presentar curvas de potencia y consumo específico de combustible a plena carga en función de la velocidad del motor, únicamente es aplicada a la evaluación de la potencia neta (ISO, 1585).

Normativa INEN 2207 para prueba dinámica Lug Down

Como base fundamental en valores de opacidad producidos por el motor diésel se tomó en cuenta la norma INEN 2207 la cual especifica que los vehículos con año de fabricación posteriores al año 2000 deben tener un porcentaje de opacidad no superior al 60%, mientras que los vehículos con año de fabricación desde el año 2000 en adelante, tengan un nivel de opacidad no superior al 50%. Dicha norma es aplicada para pruebas estáticas de aceleración libre, prueba que es aplicada en los centros de revisión técnica vehicular (INEN, 2207).

Preparación de Combustibles.

Se procedió a adquirir 3 canecas plásticas de 5 galones, una para cada combustible. Las 3 canecas fueron llenadas con la cantidad de 5 galones de diésel Premium, el cual se obtuvo en una gasolinera convencional.

A una de las canecas se le adhirió el aditivo Ferox Fuel Tabs, en proporción que indica el fabricante, por lo cual al saber que 1 tableta es suficiente para 15 galones, se procedió a dividir en 3 partes iguales la tableta. Con la ayuda de una balanza electrónica se pesaron las fracciones de la tableta, teniendo en cuenta que cada parte debe pesar alrededor de 0.166 gramos. Una vez obtenida correctamente la tercera parte de la tableta se la colocó dentro de la caneca con diésel para que esta se mezcle. Finalmente se la selló con su respectiva tapa.

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

El aditivo Bizol d60 fue implementado en otra de las canecas, de igual manera en proporción que indica el fabricante, al saber que un envase de 250 ml es suficiente para 75 litros de diésel Premium, se procedió a realizar una simple regla de tres.

Se transformó los 75 litros en galones, obteniendo el valor de 19.8 gal, dicho valor fue utilizando para la siguiente regla de tres.

$$\begin{array}{ccc} 250 \text{ ml} & \longrightarrow & 19,8 \text{ gal} \\ X & \longrightarrow & 5 \text{ gal} \end{array}$$

Por lo cual se obtuvo que es necesario implementar la cantidad de 63.13 ml de aditivo Bizol d60. Con la ayuda de una probeta dividida en unidades de ml, fue vaciado dicho valor de aditivo en la caneca con diésel Premium, para la posterior mezcla de los mismos.

Finalmente la última caneca se la dejó únicamente con diésel Premium.

El diésel Premium puro presentó una densidad de $850,63 \text{ kg/m}^3$, al implementar el aditivo Bizol d60 se obtuvo una densidad de $850,67 \text{ kg/m}^3$, por último la mezcla con aditivo Ferox fuel tabs indicó una densidad de $853,28 \text{ kg/m}^3$.

Procedimiento Prueba Consumo de Combustible

El vehículo fue ingresado al centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares CCICEV, donde se procedió a realizar tanto las pruebas de emisiones contaminantes lug down y de consumo de combustible.

Como primer punto se ubicó el vehículo en los rodillos del banco de prueba LPS 3000, se procedió inmediatamente a desconectar las mangueras de suministro de combustible que van

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

desde el tanque de combustible hasta la bomba de inyección, dicho acto fue realizado para la implementación de un tanque de combustible alterno.



Figura 14. Conexiones de combustible hacia el tanque.

Una vez realizado dicho proceso se procedió a tomar las medidas de seguridad, en este caso se amarraron correas desde la fosa del laboratorio hacia el eje de transmisión trasero de la camioneta, manteniendo fijo el vehículo evitando así accidentes, como lo muestra la Figura 15, ya que al ser pruebas dinámicas el vehículo es puesto en marcha.



Figura 15. Implementación de correas de seguridad.

Como se sabe la presencia de aire en un sistema de encendido por compresión es un gran problema, ya que el vehículo no encenderá, motivo por el cual al momento de desconectar las mangueras de suministro de combustible se tiene la presencia de aire en las mismas, por lo cual se procedió a introducir la cantidad de 1 litro combustible por la manguera principal de suministro y encender el vehículo para disminuir el volumen de aire dentro del sistema a través de la manguera de retorno, facilitando así el procedimiento de purgado.

Una vez purgado el sistema se conectó tanto la manguera de suministro de combustible como la de retorno al tanque alterno con la ayuda de abrazaderas comunes.

La primera prueba realizada fue la de consumo de combustible mediante el ciclo IM 240, con la implementación de diésel Premium como combustible a analizar. Inicialmente se colocó una cantidad de 10L de combustible en el tanque alterno.

En este estudio se procedió a realizar 3 ciclos IM 240 consecutivos, es decir al momento de finalizar un ciclo se procedió a correr nuevamente el ciclo 3 veces consecutivas, por el motivo de tener un mayor rango de medición. Personal capacitado del CCICEV fueron los encargados de conducir el vehículo durante el ciclo IM 240, según la demanda que establecía el ciclo en la pantalla, como lo indica la Figura 16.



Figura 16. Ciclo de marcha IM240 en el banco de pruebas.

Una probeta con capacidad de volumen de 1L, fue utilizada para analizar la cantidad de combustible que se gastó durante el ciclo, este proceso fue realizado manualmente ya que al terminar el ciclo se observó el tubo exterior del tanque alternativo y se procedió a completar la cantidad de combustible que se tenía al principio (es decir completar nuevamente los 10 litros iniciales)



Figura 17. Nivel referencial de combustible del tanque auxiliar.

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Una vez terminados los ciclos se llenó la probeta mencionada con la cantidad de 1litro de combustible diésel, y se realizó el paso descrito anteriormente. Finalmente se observa la cantidad de mili litros (ml) que disminuyo en la probeta y se procede a anotar dichos valores.

Los valores obtenidos en cantidad de ml fueron procesados mediante cálculos matemáticos para poder determinar el consumo de combustible en las unidades de km/gal. Las conversiones se realizaron como se describe a continuación.

- Transformar el valor de ml a L (1 L equivale a 1000 ml), por lo cual se divide el valor de ml por 1000.
- Se transforma el valor de L a galones (1L equivale a 0.264172 gal), por lo cual se multiplica el valor en L por 0.264172.
- Se dividió 9.6 km (número de kilómetros recorridos en los 3cilcos IM 240) para el valor hallado anteriormente en galones.

Una vez realizados todos los pasos anteriores se logró obtener el consumo de combustible del vehículo en las unidades deseadas.

Este procedimiento se repitió 4 veces para obtener un valor promedio del consumo de combustible, observar la variación del mismo, y así poder realizar un correcto análisis de resultados.

Procedimiento Prueba Dinámica Lug Down

Una vez concluida la prueba de consumo de combustible, se procedió a realizar la prueba de emisiones contaminantes dinámica lug down.

1. Encender el opacímetro, el cual requiere un tiempo de calentamiento de aproximadamente 5 minutos.

14. Iniciar prueba de potencia, en la cual se determina y además se compara el valor de la potencia nominal y de la potencia efectiva, y a su vez el número de revoluciones del motor.
15. Conectar el opacímetro
16. La prueba de opacidad inicia, en la pantalla se muestran los parámetros que debe seguir el conductor, es decir a que revoluciones y velocidad debe llevar el conductor el vehículo. En primera instancia el banco de pruebas mantiene constante el 100% de la velocidad máxima del vehículo durante cinco segundos, periodo en el cual se determina el valor de k , calculando su valor medio.
17. Inmediatamente el banco de pruebas regula el 90% de la velocidad máxima, en la pantalla se indica las condiciones que debe mantener el conductor durante los cinco segundos de medición.
18. Finalmente el banco de pruebas regula la potencia al 80% de la velocidad máxima del vehículo, indicando las condiciones de conducción, tanto de rpm como de velocidad a las que el técnico debe mantener el vehículo durante los cinco segundos de medición.

Una vez concluida dicha prueba, el programa recopila automáticamente los valores de opacidad obtenidos a distintas cargas de potencia del motor, en este caso al 100%, 90% y 80% de la potencia máxima, como lo indica la Figura 19. Dicho procedimiento fue realizado tres veces, obteniendo suficientes datos para un correcto análisis y discusión de resultados.

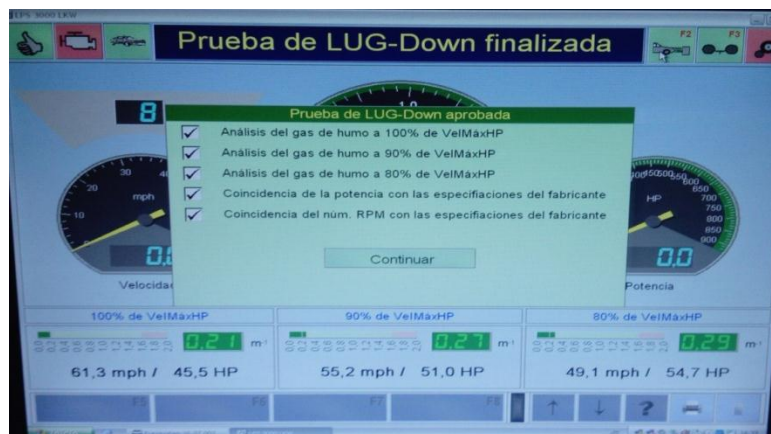


Figura 19. Finalización prueba dinámica Lug down.

Se realizaron los mismos procedimientos anteriormente mencionados tanto para la mezcla diésel + Bizol d60, y para la mezcla diésel + Ferox fuel tabs. Para realizar las pruebas con los otros combustibles se procedió a vaciar y limpiar el tanque auxiliar, eliminando así residuos del combustible anteriormente analizado.

Resultados

Resultados consumo de combustible

La Tabla 9 muestra los resultados obtenidos en la prueba de consumo de combustible utilizando diésel Premium puro, se puede observar que cada tramo es equivalente una distancia de 9600 metros o tres ciclos IM 240, claramente se observa variación en el rendimiento en cada tramo, teniendo un pico máximo de 13.71 km/l en el tercer tramo y un mínimo de 12.31 km/l en el cuarto tramo.

Tabla 9.

Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel Puro

TRAMOS	CICLO	DISTANCIA(m)	RENDIMIENTO(km /L)
1	3 IM240 seguidos	9600	12.79
2	3 IM240 seguidos	9600	12.97
3	3 IM240 seguidos	9600	13.71
4	3 IM240 seguidos	9600	12.31

De igual manera la Tabla 10 muestra el rendimiento de consumo de combustible que experimento el vehículo al utilizar diésel Premium más aditivo Bizol d60, se observa que cada tramo recorre la misma distancia, y de igual manera se realizan tres ciclos IM 240 de manera consecutiva. En el segundo tramo se observa el máximo valor de rendimiento de combustible con 13.91 km/l, de la misma forma el mínimo valor obtenido se observa en el cuarto tramo con 12.97 km/l.

Tabla 10.*Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel más Bizol d60*

TRAMOS	CICLO	DISTANCIA(m)	RENDIMIENTO(km /L)
1	3 IM240 seguidos	9600	13.15
2	3 IM240 seguidos	9600	13.91
3	3 IM240 seguidos	9600	13.34
4	3 IM240 seguidos	9600	12.97

Finalmente la Tabla 11 muestra los valores de rendimiento de combustible, utilizando diésel Premium más aditivo Ferox fuel tabs, donde el tercer tramo presenta el valor máximo obtenido con 13.91 km/l, y el primer tramo figura el mínimo valor con 12.15 km/l.

Tabla 11.*Resultados Prueba Consumo de Combustible con Diésel más Ferox Fuel Tabs.*

TRAMOS	CICLO	DISTANCIA(m)	RENDIMIENTO(km /L)
1	3 IM240 seguidos	9600	12.15
2	3 IM240 seguidos	9600	13.19
3	3 IM240 seguidos	9600	13.91
4	3 IM240 seguidos	9600	13.52

Resultados prueba dinámica lug down

La Tabla 12 muestra los niveles de opacidad producidos al ejecutar la prueba dinámica lug down utilizando diésel Premium puro como combustible. Se presentan tres valores de K (m^{-1}) tanto al 100%, 90%, y 80% de la velocidad máxima alcanzada por el vehículo, indicando su respectivo valor de revoluciones alcanzadas, así como su porcentaje de opacidad. Al 100% de la velocidad máxima se obtiene un pico máximo de K (m^{-1}) igual a 0,14 alcanzando 2993 rpm y produciendo 5.84% de opacidad. Al 90% de la velocidad máxima se obtuvo un valor de K (m^{-1}) de 0.16, alcanzando 2694 rpm, y produciendo 6.65% de opacidad. Finalmente al

80% de la velocidad máxima se obtuvo un valor de $K (m^{-1})$ de 0.17 alcanzando 2395 rpm, produciendo así un nivel de opacidad máximo en relación a todas las mediciones, con un valor de 7.05 % de opacidad.

Tabla 12.

Resultados Prueba Dinámica Lug Down Diésel Premium

PRUEBA DE OPACIDAD DINAMICA LUG DOWN DIESEL COMERCIAL		
Análisis de humo al 100% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
$K(m^{-1}) = 0.11$	2975	4.62
$K(m^{-1}) = 0.14$	2959	5.84
$K(m^{-1}) = 0.14$	2993	5.84
Análisis de humo al 90% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
$K(m^{-1}) = 0.12$	2680	5.03
$K(m^{-1}) = 0.16$	2664	6.65
$K(m^{-1}) = 0.16$	2694	6.65
Análisis de humo al 80% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
$K(m^{-1}) = 0.13$	2381	5.44
$K(m^{-1}) = 0.15$	2369	6.25
$K(m^{-1}) = 0.17$	2395	7.05

La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos de opacidad utilizando diésel Premium más aditivo Bizol d60 como combustible, el valor más significativo en relación a porcentaje de opacidad se produjo al 80% de la velocidad máxima del vehículo, presentando valores de $K(m^{-1})$ de 0.18, alcanzando 2783 rpm y produciendo 7.45% de opacidad, por otro lado el valor mínimo producido se vio reflejado de igual forma al 80% de la velocidad máxima, con valores de $K(m^{-1})$ de 0.12, a 2823 rpm, emitiendo 5.03% de opacidad.

Tabla 13.

Resultados Prueba Dinámica Lug Down Diésel Premium más Aditivo Bizol d60.

PRUEBA DE OPACIDAD DINAMICA LUG DOWN DIESEL COMERCIAL MAS BIZOL d60		
Análisis de humo al 100% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.14	3511	5.84
K(m-1) = 0.14	3479	5.84
K(m-1) = 0.2	3527	8.24
Análisis de humo al 90% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.16	3161	6.65
K(m-1) = 0.17	3131	7.05
K(m-1) = 0.12	3174	5.03
Análisis de humo al 80% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.17	2809	7.05
K(m-1) = 0.18	2783	7.45
K(m-1) = 0.12	2823	5.03

La Tabla 14 muestra los porcentajes de opacidad producidos al efectuar la prueba dinámica lug down utilizando diésel Premium más aditivo Ferox fuel tabs como combustible, el mayor porcentaje de opacidad se vio reflejado al 100% de la velocidad máxima del vehículo produciendo un valor de K (m-1) de 0.23, a las 3498 rpm, emitiendo 9.42% de opacidad. En cuestión al mínimo porcentaje de opacidad emitido en dicha prueba, se produjo tanto al 100% como al 80% de a velocidad máxima alcanzada por el vehículo, donde ambas situaciones presentaron valores iguales de K (m-1) de 0.07, emitiendo un valor de 2.97% de opacidad.

Tabla 14.*Resultados Prueba Dinámica Lug Down Diésel Premium más Aditivo Ferox Fuel Tabs.*

PRUEBA DE OPACIDAD DINAMICA LUG DOWN DIESEL COMERCIAL MAS FEROX FUEL TABS		
Análisis de humo al 100% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.09	3482	3.8
K(m-1) = 0.07	3491	2.97
K(m-1) = 0.23	3498	9.42
Análisis de humo al 90% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.09	3139	3.8
K(m-1) = 0.08	3144	3.38
K(m-1) = 0.1	3150	4.21
Análisis de humo al 80% de la velocidad máxima	Rpm	Opacidad (%)
K(m-1) = 0.09	2787	3.8
K(m-1) = 0.07	2795	2.97
K(m-1) = 0.12	2801	5.03

La Figura 20 muestra una comparación entre los valores promedios obtenidos al realizar la prueba dinámica lug down con diésel Premium como combustible a analizar. Se presenta los promedios de los valores tanto al 100%, 90% y 80% de la velocidad máxima alcanzada por el vehículo, con el fin de mostrar claramente la variación existente entre los porcentajes de opacidad emitidos. Los valores más significativos se producen al 80% de la velocidad máxima, alcanzando un promedio de 6.25%, seguidos de un valor de 6.11% al 90 % de la velocidad máxima, y finalmente se observa el mínimo porcentaje de opacidad emitido al 100% de la velocidad máxima con un valor de 5.43%.

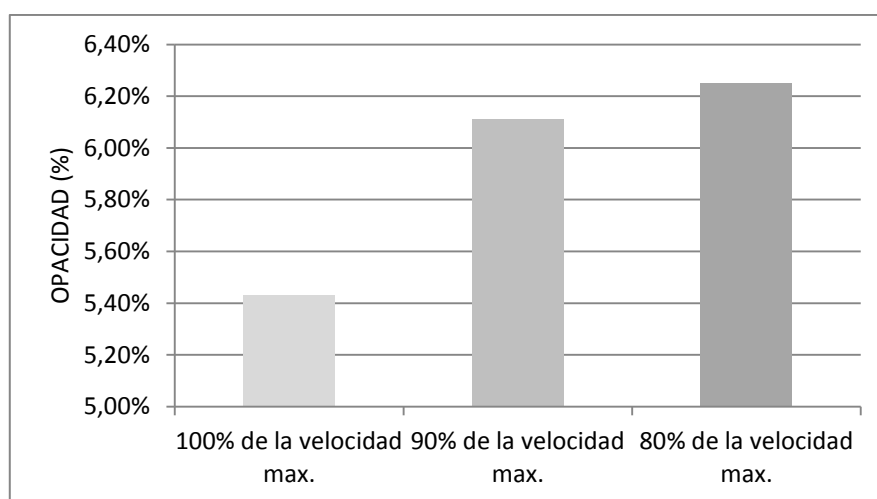


Figura 20. Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium.

La Figura 21 indica los valores promedios obtenidos en la prueba dinámica lug down utilizando diésel Premium más aditivo Bizol d60, se puede observar que la mayor cantidad de opacidad producida se ve reflejada al 100% de la velocidad máxima del vehículo con un valor promedio de 6.64%, seguido de un valor de 6.51 al 80% de la velocidad máxima, y finalmente con menor promedio de porcentaje de opacidad un valor de 6.24% al 90% de carga del motor.

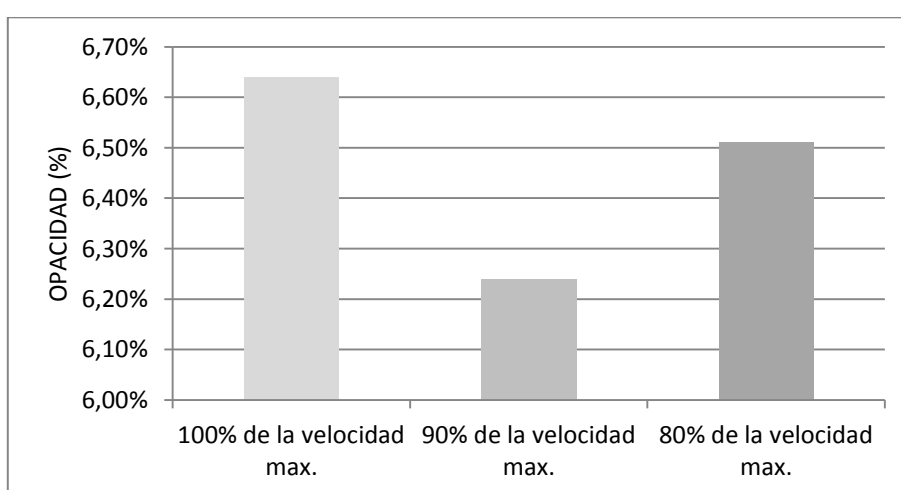


Figura 21. Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium más Bizol d60.

De igual manera la Figura 22 indica los valores promedios obtenidos al realizar la prueba dinámica lug down, en este caso el combustible analizado es diésel Premium más aditivo Ferox fuel tabs. Al 100% de la velocidad máxima del vehículo se obtuvo la mayor cantidad de opacidad producida con un valor de 5.39%. Al 90% de la velocidad máxima se observa una reducción notable ya que se obtuvo un valor promedio de 3.93% de opacidad, finalmente al 80% de la velocidad máxima del vehículo se obtuvo el menor porcentaje promedio de opacidad con un valor de 3.79%.

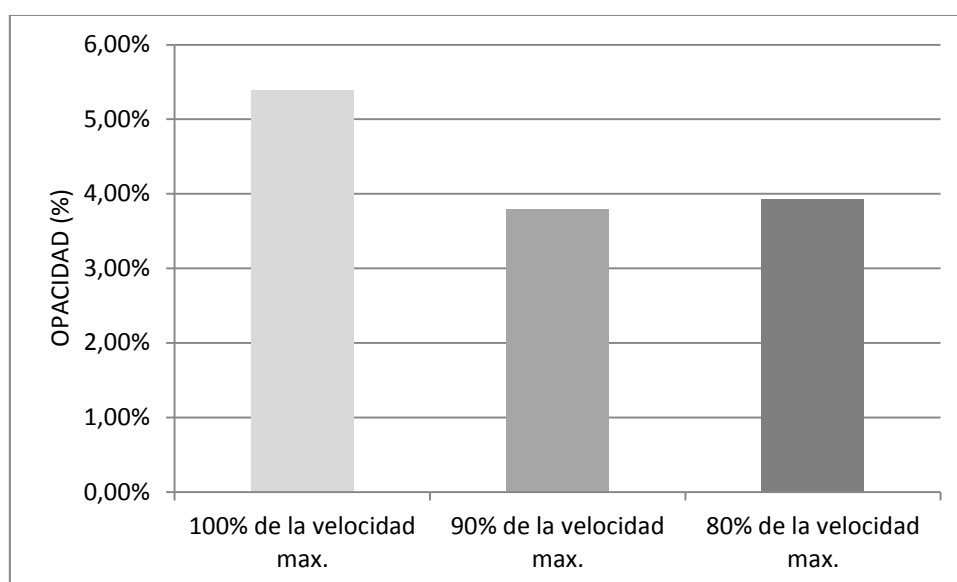


Figura 22. Valores promedio prueba dinámica Lug down Diésel Premium + Ferox fuel tabs.

Resultados potencia normal obtenidos en la prueba dinámica lug down

La prueba dinámica lug down realiza previamente un cálculo de potencia máxima del vehículo, motivo por el cual la Figura 23 refleja los valores promedio de potencia (kW) obtenidos por cada mezcla de combustible. Con un promedio de 85.86 kW la mezcla de diésel Premium más aditivo Bizol d60 obtuvo la mayor potencia en relación a los demás combustibles utilizados, seguido de la mezcla de diésel Premium más aditivo Ferox fuel tabs

con un valor de 85.27 kW, finalmente el diésel Premium puro ocupa el último lugar, presentando la menor potencia obtenida con un valor de 84.97 kW.

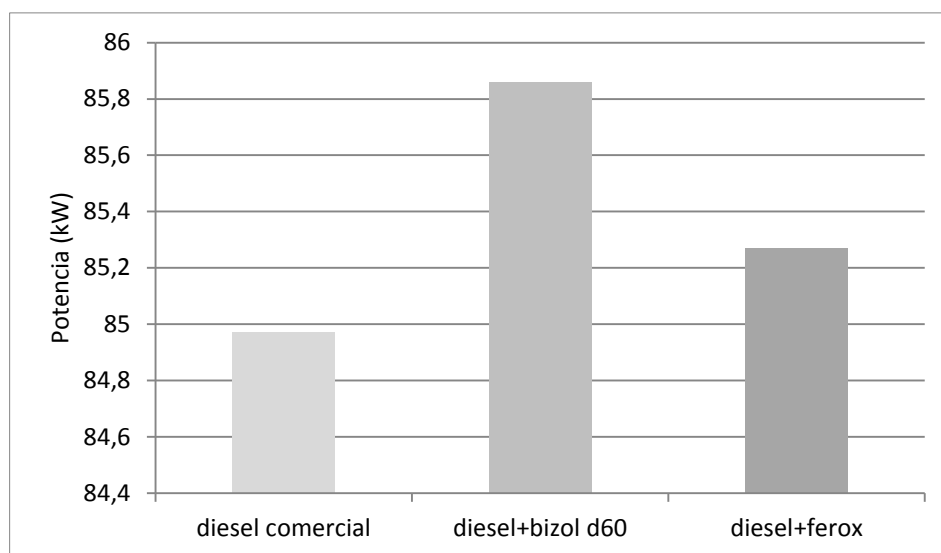


Figura 23. Máximas potencias obtenidas en kW.

Control de rangos de resultados

A continuación se muestran diversas graficas de control, las Figuras 24, 25, y 26 indican los valores del límite de control superior, límite de control inferior y valor medio de los valores obtenidos en las pruebas en relación al consumo de combustible que experimento el vehículo, dichas graficas colaboran con la exactitud y veracidad con la cuentan los datos utilizados en dicho proyecto.

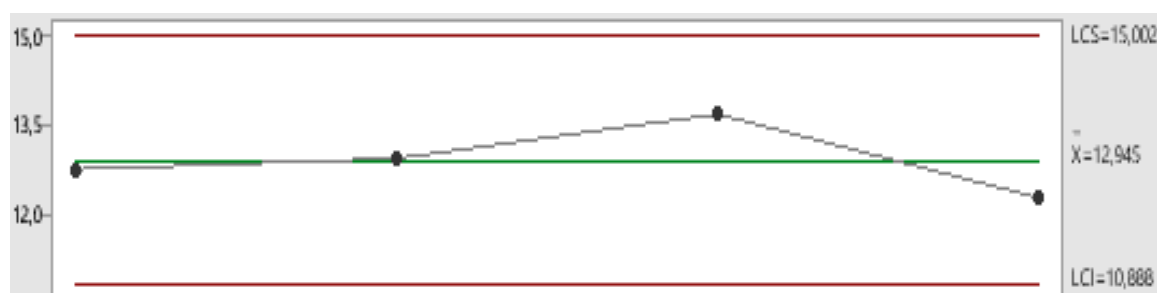


Figura 24. Grafica de control diésel Premium

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

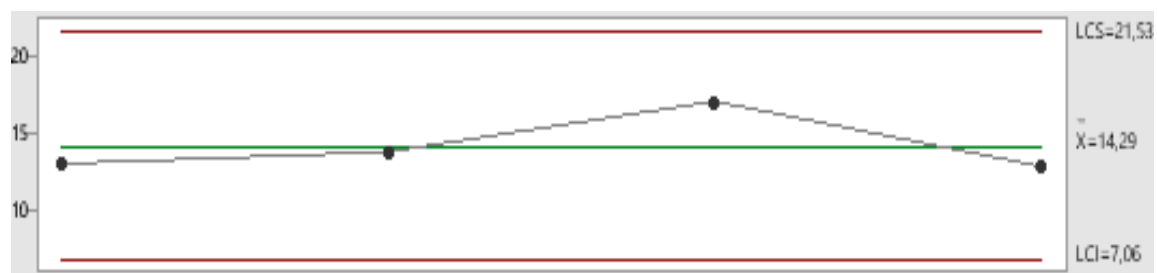


Figura 25. Gráfica de control diésel más aditivo bizol d60

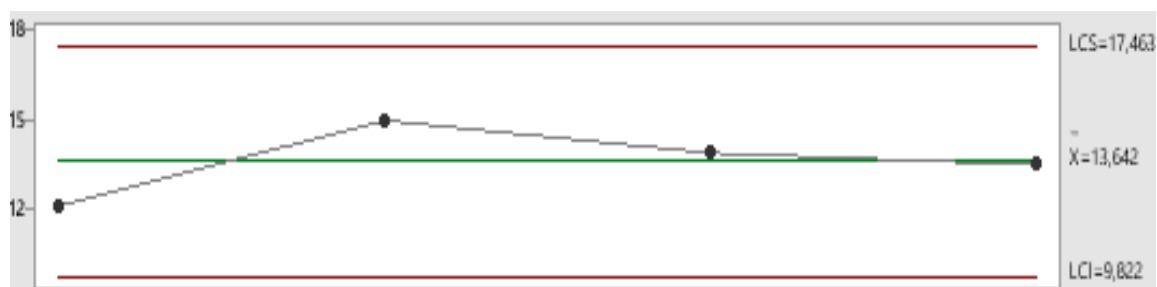


Figura 26. Gráfica de control diésel más aditivo ferox fuel tabs

Análisis de resultados

Discusión de resultados consumo de combustible

La Figura 27 presenta una comparación entre los valores promedio de rendimiento de combustible que experimenta el vehículo al funcionar con los tres combustibles utilizados, al implementar el aditivo Bizol d60 se obtuvo un mayor rendimiento de combustible con un valor de 13.34 km/l, cuando la autonomía del vehículo utilizado según su ficha técnica es de 12.94 km/l superando así en un 3% a la autonomía obtenida por diésel Premium puro.

Al hacer relación con los resultados que presentaron Córdor y Narváez (2011) en el cual se implementan de igual manera 3 aditivos en el combustible diésel, estos también presentan una mejora en el rendimiento de combustible del vehículo, superando por hasta 16.38 % a la autonomía del vehículo al utilizar diésel comercial.

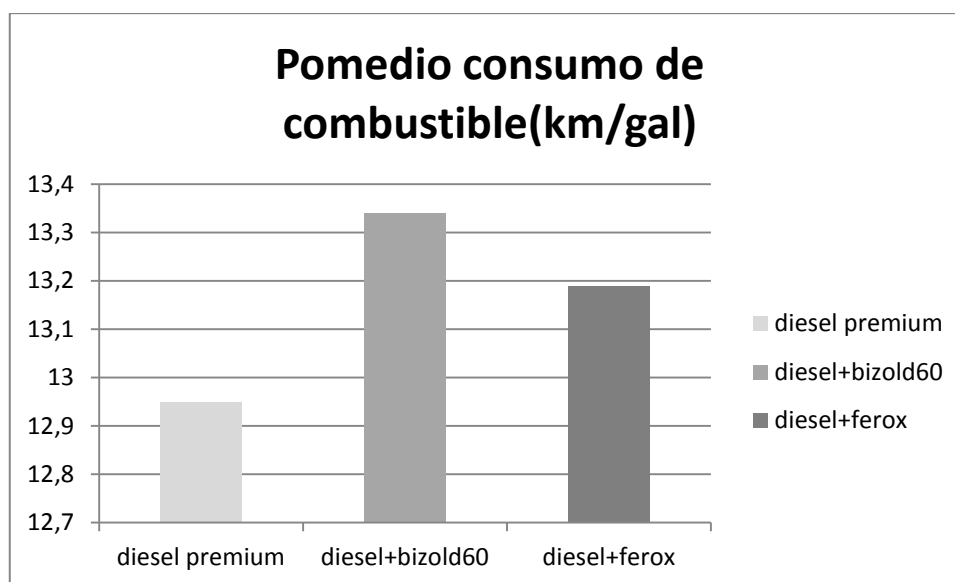


Figura 27. Comparación valores promedio de rendimiento de combustible.

Al realizar una comparación entre la implementación de aditivos y la de biocombustibles en relación a la autonomía del combustible, el estudio de Portilla y Campuzano (2015), presentó una situación distinta a la de este estudio, ya que al utilizar diésel puro se obtuvo un mayor rendimiento de combustible con 10.17 km/l, mientras que en este estudio al implementar diésel Premium puro se obtuvo el menor rendimiento de combustible con 12.95 km/l. De la misma forma el estudio realizado por Trujillo(2019) donde utilizan diésel puro, diésel más B10, aditivo dióxido de cerio DC, y B10 más DC, como combustibles a analizar en un motor diésel, indica que el consumo de combustible de las mezclas B10 y B10DC presentaron una tendencia creciente de aproximadamente 14.6% y 8.5%, respectivamente, en nuestro estudio la implementación de aditivos no aumentó el consumo de combustible, si no por el contrario, lo disminuyó en un 3% con Bizol d60 y en un 2% con Ferox fuel tabs.

Teniendo en cuenta que un vehículo recorre anualmente un promedio de 20 000 km, se realiza un análisis económico con el fin de determinar si es factible o no implementar estos aditivos en el combustible, en este caso observándolo desde el punto económico. Con base refutable en los valores de autonomía obtenidos en las pruebas, se puede indicar que un vehículo que utiliza únicamente diésel Premium puro anualmente produce un gasto económico de \$ 420.41, por otro lado al implementar el aditivo Bizol d60 este produce un gasto anual de \$570.77, finalmente al implementar el aditivo Ferox Fuel Tabs se produce un gasto anual de \$ 488.77. Al observar los datos presentados, desde el punto de vista económico no es factible la implementación o uso de dichos aditivos, ya que ninguno de los dos ofrece una notoria disminución económica en relación al diésel Premium puro, el cual presenta el valor más accesible para un usuario que utilice dicho combustible.

Discusión de resultados opacidad dinámica

En relación a la prueba de opacidad dinámica realizada se muestra la Figura 28, la cual presenta una comparación entre los tres combustibles utilizados, indicando los valores promedio de su porcentaje de opacidad producida, según la carga a la que fue expuesto el vehículo. Se observa que al 100% de la velocidad máxima la mezcla diésel más aditivo bizol d60 alcanzó niveles de opacidad de hasta 6.64% superando la línea base que en este caso es considerada la de diésel Premium, por otro lado la mezcla de diésel más aditivo ferox fuel tabs presentó valores inferiores a los presentados por el diésel comercial. Al 90% de la velocidad máxima nuevamente la mezcla diésel mas bizol d60 ocupa el primer lugar, siendo así la mezcla más nociva hacia el ambiente, superando en este caso en un 62% a la mezcla con menor porcentaje de opacidad producida la cual en este caso nuevamente fue la de diésel más aditivo ferox fuel tabs. Finalmente al 80% de la velocidad máxima del vehículo la mezcla diésel más aditivo bizol d60 presentó el porcentaje de opacidad más elevado, superando al diésel Premium por 0.26%, y con 2.58% a la mezcla diésel más ferox fuel tabs, sin embargo ninguna de las situaciones descritas anteriormente presentan valores que superen los estándares establecidos por la norma INEN 2207.

El estudio presentado por Cóndor y Narváez (2011) determinó que al implementar aditivos en el combustible se produce un mayor porcentaje de opacidad en relación al únicamente usar diésel puro, en este estudio se presenta una situación relativamente similar únicamente al implementar el aditivo ferox fuel tabs, ya que como indica la figura 28 dicha mezcla presenta los valores más bajos de opacidad.

En sus resultados Portilla y Campuzano (2015) presentaron que la implementación de diésel Premium obtuvo los valores más elevados en relación a la opacidad dinámica, tanto al 100%,

90% y 80% de la velocidad máxima del vehículo. De igual manera el estudio presentado por Reyes, castillo y Escalante (2016) ubicó al diésel Premium como la mezcla con mayor porcentaje de opacidad. Al hacer relación con los estudios descritos anteriormente, en este estudio se observó una situación similar, ya que al observar la figura 28 los valores obtenidos al 90% y 80% de la carga del motor, el diésel Premium obtuvo valores relativamente cercanos a los presentados por la mezcla más diésel mas bizol d60, la cual se sitúa como la mezcla más nociva hacia el ambiente.

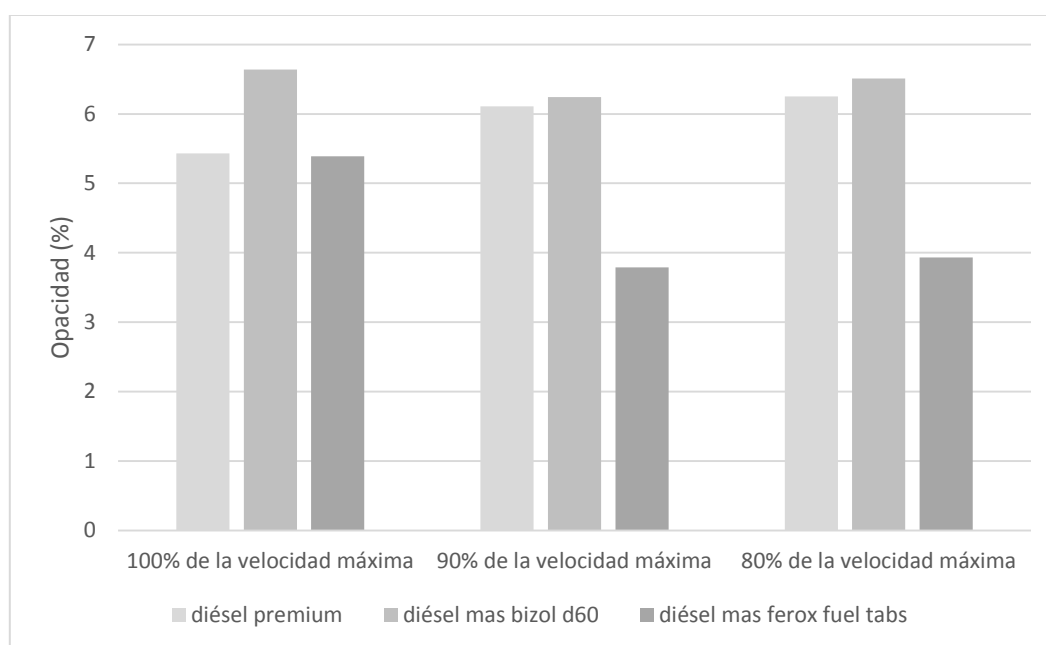


Figura 28.Comparación resultados prueba dinámica Lug down.

Discusión de resultados de potencia

Un tema que no puede pasar desapercibido es el de la potencia del vehículo, ya que los aditivos además de ofrecer beneficios como la reducción de emisiones y consumo de combustible, también ofrecen una mejora en la potencia del mismo.

La Figura 29 muestra la variación de potencia (kW) que experimento el vehículo a diferentes revoluciones del motor, utilizando los tres combustibles analizados. Se puede

observar que las tres graficas se asemejan a las curvas características de potencia de un motor presentadas en los libros. Reyes, Castillo y Escalante(2016) presentaron valores de potencia de una camioneta Chevrolet luv dmax, al utilizar diésel Premium como combustible obtuvieron un valor de 84.46 kW, mientras que al implementar biocombustibles la potencia disminuyo en hasta un 5,4% en relación al diésel Premium. El caso de este estudio presentó un valor relativamente semejante ya que al tratarse del mismo vehículo la potencia fue de 84.56 kW, pero al implementar aditivos en el combustible la potencia aumentó entre un 1% y 2%, en relación a la obtenida con diésel Premium. Si bien es cierto el valor de aumento de potencia del vehículo presentado no es muy significativo, pero al fin de cuentas es un aumento en la potencia.

Cóndor y Narváez (2011) presentaron valores de potencia de una Hyundai H100, dos de los tres aditivos utilizados superaron la línea de referencia de potencia obtenida por diésel Premium, aumentando en 4% y en 7,6% la potencia del vehículo. De igual manera la implementación de aditivos hizo que el vehículo alcanzara su potencia máxima en un mayor número de rpm del motor, ya que al utilizar diésel Premium alcanzó su potencia máxima a las 2940rpm, mientras que al implementar el aditivo 2 lo hizo a las 3030 rpm, el aditivo 3 el cual favoreció de mayor manera la potencia del vehículo discrepó este asunto ya que alcanzó la potencia máxima únicamente a las 2600 rpm. Al fijarnos en la Figura 29, este estudio indicó que el diésel Premium obtuvo su máxima potencia a las 2985 rpm, y al implementar Bizol d60 y Ferox fuel tabs lo hizo en 3500 rpm y 3600 rpm respectivamente, es decir ambos aditivos hicieron que el vehículo proporcione un mayor número de rpm del motor para alcanzar su potencia máxima.

En relación al aditivo Bizol d60 el aumento de potencia presentado en este motor se debe a que dicho producto ofrece un aumento en el número de cetano del diésel, lo que hace que sea menor el retraso de la ignición y mejor la calidad de combustión, de igual manera sus agentes de limpieza corroboran dicho aumento de potencia ya que al tener un motor con inyectores más limpios conjunto con ingredientes que minimicen la preoxidación del combustible, significa más potencia para este tipo de vehículo. En relación al aditivo Ferox Fuel Tabs, el aumento de potencia se ve reflejado ya que se inyecta menos combustible y el tiempo de la combustión se adelanta al momento que la energía liberada puede ser capturada y utilizada, es decir este aditivo produce una combustión completa generando más potencia con menos esfuerzo.

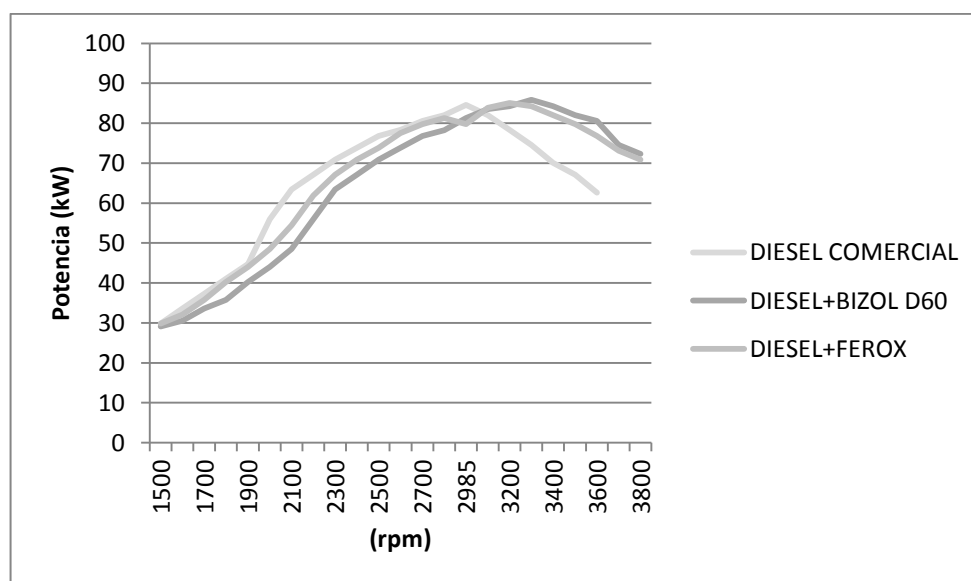


Figura 29. Comparación curvas de potencia máxima.

Conclusiones

- Se definió en el estudio del rendimiento de combustible en el motor diésel, que la implementación de la mezcla diésel más aditivo Bizol d60 ofrece la mejor autonomía de combustible, indicando una mejora en un 3% en relación a la mezcla con menor rendimiento de combustible que en este caso fue la de diésel Premium puro, después de someter al vehículo a 3 ciclos IM 240 consecutivos.
- Mediante la observación en las pruebas dinámicas lug down del vehículo con motor a diésel, se dio a conocer que la mezcla menos nociva para el ambiente es la de diésel Premium más aditivo Ferox fuel tabs. Por otro lado la mezcla que emitió una elevada cantidad de opacidad fue la de diésel mas Bizol d60 con valores de hasta 6.64%, siendo esta la mezcla más nociva hacia el medio ambiente.
- Se determinó en el estudio de la prueba dinámica lug down del vehículo con motor a diésel, que el vehículo puede circular en el DMQ sin ningún problema, utilizando cualquiera de las 3 mezclas implementadas en las pruebas, ya que ninguna supera los estándares de opacidad expuestos por la norma INEN 2207.
- A través del estudio de emisiones contaminantes y autonomía en un motor a diésel, se determinó que el método empleado es de total viabilidad ya que no existieron valores fuera de los límites de control establecidos, motivo por el cual se pudo realizar un correcto análisis de resultados, los cuales serán una gran base refutable para futuros estudios.
- Se definió en el estudio de opacidad dinámica lug down, que los equipos utilizados son de total confiabilidad al encontrarse correctamente calibrados, y al realizarse su correcto mantenimiento preventivo ofrecieron una correcta lectura de los valores de opacidad, y de igual manera corroboraron con una simulación real de carretera.

Recomendaciones

- Realizar estudios implementando otro tipo de aditivos, observando su comportamiento a nivel de opacidad, con el fin de realizar una comparación entre datos, y tener una base refutable de su factibilidad, para de esta manera aportar con la disminución de la contaminación en el sector automovilístico.
- Recolectar la mayor cantidad de datos posibles sin excluir ninguno, ya sean picos altos o bajos, porque estos son el motivo de discusión y son primordiales para un buen análisis de resultados.
- Utilizar la misma cantidad de combustible en todas las pruebas en relación a la autonomía del vehículo, utilizando equipos de medición más precisos que los expuestos en este proyecto, con el fin de obtener datos más exactos y más cercanos a realidad.
- Contribuir con el medio ambiente utilizando fuentes alternas de combustible, ya sea con la implementación de biocombustibles, o con los mismos aditivos presentados en este estudio, centrándose más en vehículos que presenten un mayor margen de niveles de opacidad, limitándose a las normas de emisiones que establece nuestro país.

Bibliografía

- Bizol (2016). *Bizol Diésel System Clean+ d60*. Berlín, Germany: Bizol. Recuperado de <https://www.bizol.com>
- Cárdenas, M. (2016). *Estudio de las emisiones de motor diésel de automoción en condiciones de funcionamiento transitorias al usar biodiesel* (tesis doctoral). Universidad de Castilla – La Mancha, España
- Cóndor, A., & Narváez, E. (2011). *Estudio de la influencia de tres tipos de aditivos utilizados en el diésel 2 y diésel Premium en un vehículo Hyundai H100 modelo 2004* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Espinosa, V., & Salazar, E. (2017). Correlación entre la opacidad y el material particulado PM2.5 en vehículos diésel en la ciudad de Quito utilizando como muestra un motor de prueba.(tesis de pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Feng, Q., Shen, S., Yu,H., Li,M., Qin,K., Li,Z., Wang, J.,y Fang, X. (2018). Research on Limits of Exhaust Emissions from In-Use Diésel Vehicles under Lug-Down Test Procedure. *环境保护前沿*, 8(1), 51-57.
- Ferox (s.f). *Catalizador para combustible Ferox Tabletas y Polvo*. México: Ferox . Recuperado de <https://www.ferox.com.mx/wp-content/uploads/Ficha-Tecnica-Ferox.pdf>
- Gómez, C. & Vargas, L. (2017). *Medición y evaluación de las emisiones de material particulado y opacidad en una flota de vehículos con motor ciclo diésel, utilizando una mezcla de diésel con 20% de queroseno*. Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489:2012- Derivados del petróleo. Diésel requisitos (Séptima revisión)

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2003). *Revisión técnica vehicular, procedimientos*. Recuperado de <http://archive.org/stream/ec.nte.2349.2003#page/n7/mode/2up>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 935:2012- Derivados del petróleo. Gasolina requisitos (Octava revisión).

International Organization for Standardization ISO (1992). ISO 1585:1992 Road vehicles- Engine test code- Net power. Plataforma de navegación en línea (OBP). Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1585:en>

Lima., B. & Gálvez., E. (2016). *Análisis de consumo de combustible de los vehículos de categoría M1 que circulan en el centro histórico de la ciudad de Cuenca en horas de máxima demanda en función de ciclos de conducción* (tesis de pregrado). Universidad politécnica salesiana, Cuenca, Ecuador.

Machinenbau haldenwang Gmbh & Co MAHA. (2005). Manual de equipos LPS 3000 (1era Ed.). Alemania. Recuperado de <https://www.maha.es/equipod-de-ventilacion-air-7-1.htm>

MAHA machinenbau haldenwang Gmbh & Co. (2005). Manual de equipos LPS 3000 (1era Ed.). Alemania. Recuperado de https://www.maha-canada.ca/cps/rde/xbcr/SID-684F8DAB-412228F5/maha_de/BA052301-es.pdf

Portilla, A.,y Campuzano, M., (2015). Evaluación del Comportamiento de Motores Otto y Diésel con el Uso de Biocombustibles en la Ciudad de Quito.

- Revelo, R., & Recalde, M. (2015). *Análisis de emisiones en vehículos a gasolina utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo IM-240* (tesis pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Reyes, B.E. (s.f). *Camioneta Chevrolet Luv D max -Ficha técnica*. Scribd. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/290620398/CAMIONETA-CHEVROLET-LUV-D-MAX-DIESEL-FICHA-TECNICA>
- Reyes, G., Castillo, J., y Escalante, A. (2016). Determinación de torque y potencia de un motor de combustión interna utilizando diferentes mezclas parciales de biodiesel. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 23-31. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v19i20.1413>
- Rocha, J., Llanes, E., Celi, S., y Peralta, D. (2018). Efecto de la adición de biodiésel en el rendimiento y la opacidad de un motor diésel. *Información tecnológica*, 30(3), 137-146.
- Rocha, J., Zambrano, D., Portilla, A., Erazo, G., Torres, G., y Llanes, E., (2018). Análisis de gases del motor de un vehículo a través de pruebas estáticas y dinámicas. *Ciencia UNEMI*, 11(28), 97-108
- Sarmiento, J., & Rangel, R. (2015). *Determinación de los índices de emisiones reguladas de quince vehículos representativos del parque automotor colombiano*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.
- Trujillo Males, E. L. (2019). *Evaluación de las emisiones de gases de escape de un motor de encendido por compresión utilizando mezclas de diésel, biodiesel supercrítico y oxido de cerio*. (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

United States Environmental Protection Agency EPA (2017). Vehicle and fuel emissions testing.

Recuperado de <https://www.epa.gov/vehicle-and-fuel-emissions-testing/dynamometer-drive-schedules>

Urbina, A. (2016). *Comparación de factores de emisión vehicular al utilizar ciclo de conducción IM-240 y On board en la ciudad de Quito* (tesis pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Valencia Balarezo, L. S. (2013). *Caracterización de mezclas diésel – biodiesel orientadas a disminuir las emisiones contaminantes provocadas por fuentes móviles* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Valencia, L., (2013). *Caracterización de mezclas diésel – biodiesel orientadas a disminuir las emisiones contaminantes provocadas por fuentes móviles* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

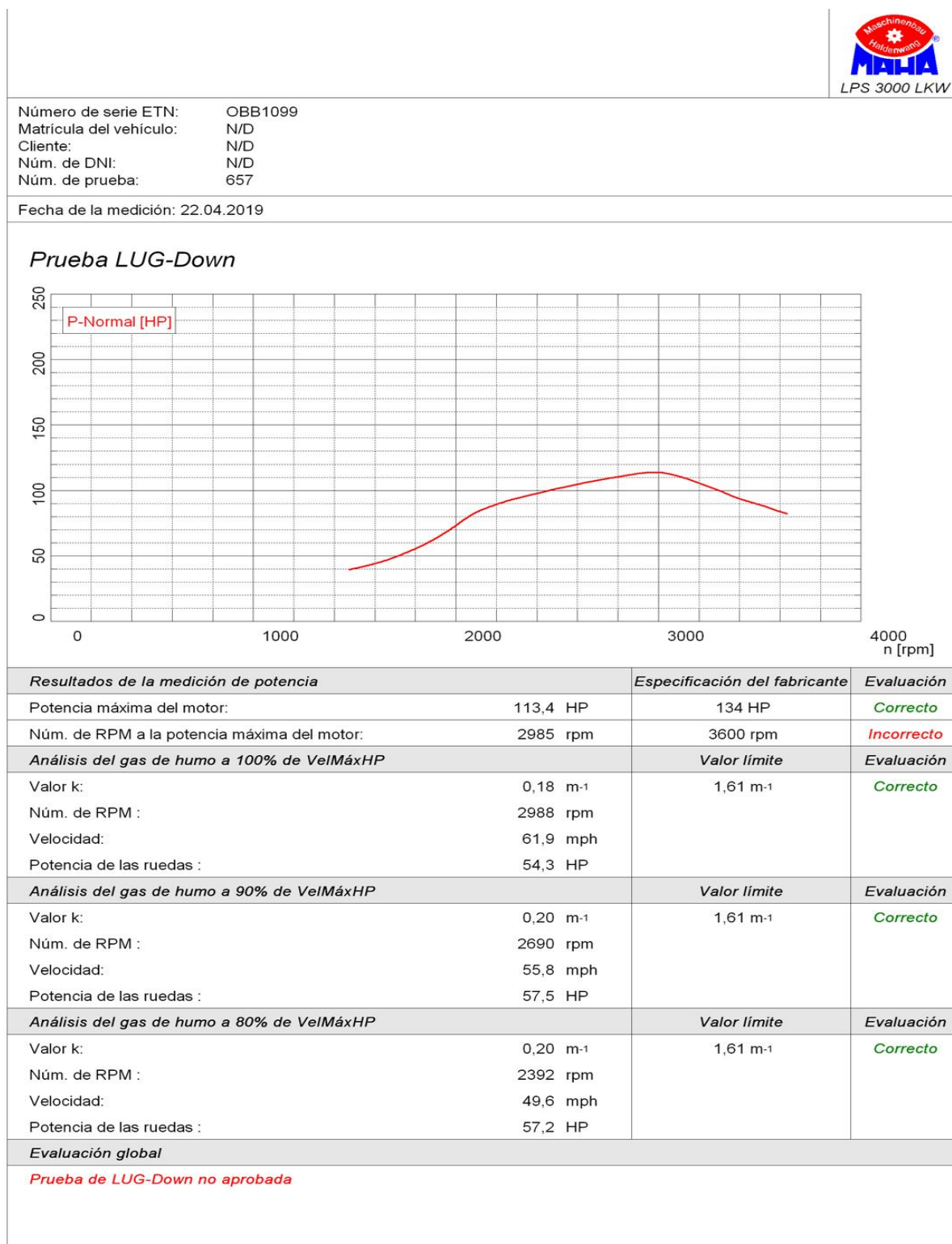
Vega, D., Ocaña, L., y Parra, R. (2015). Inventario de emisiones atmosféricas del tráfico vehicular en el distrito Metropolitano de Quito. Año base 2012. *Avances en ciencias e ingenierías*, 7(2), C86-C94.

Villena, S., (2014). *Optimización del proceso de combustión en motores de vehículos de carga pesada empleando aditivos oxigenantes* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

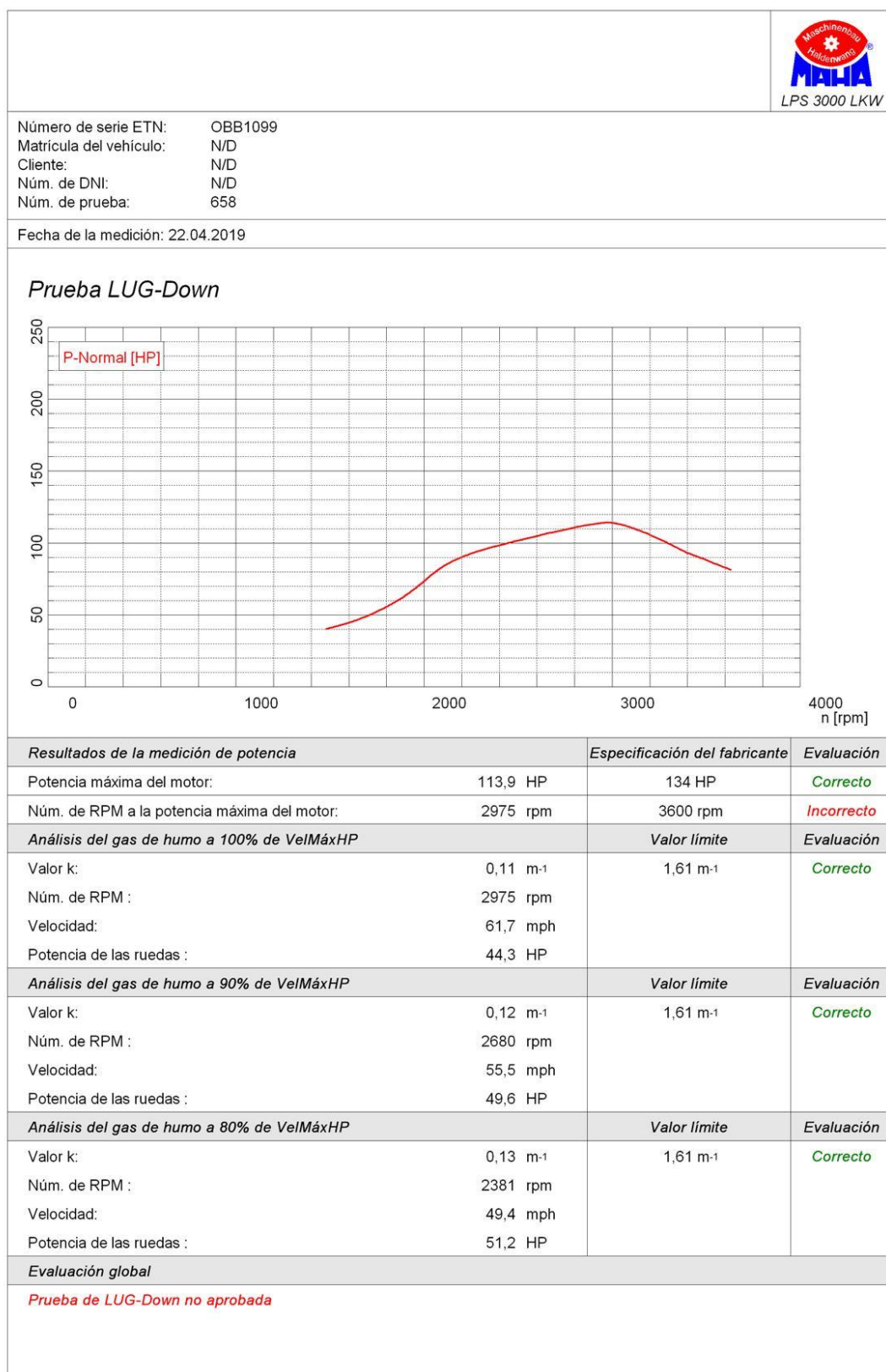
ANEXOS

Diésel Premium 1era prueba



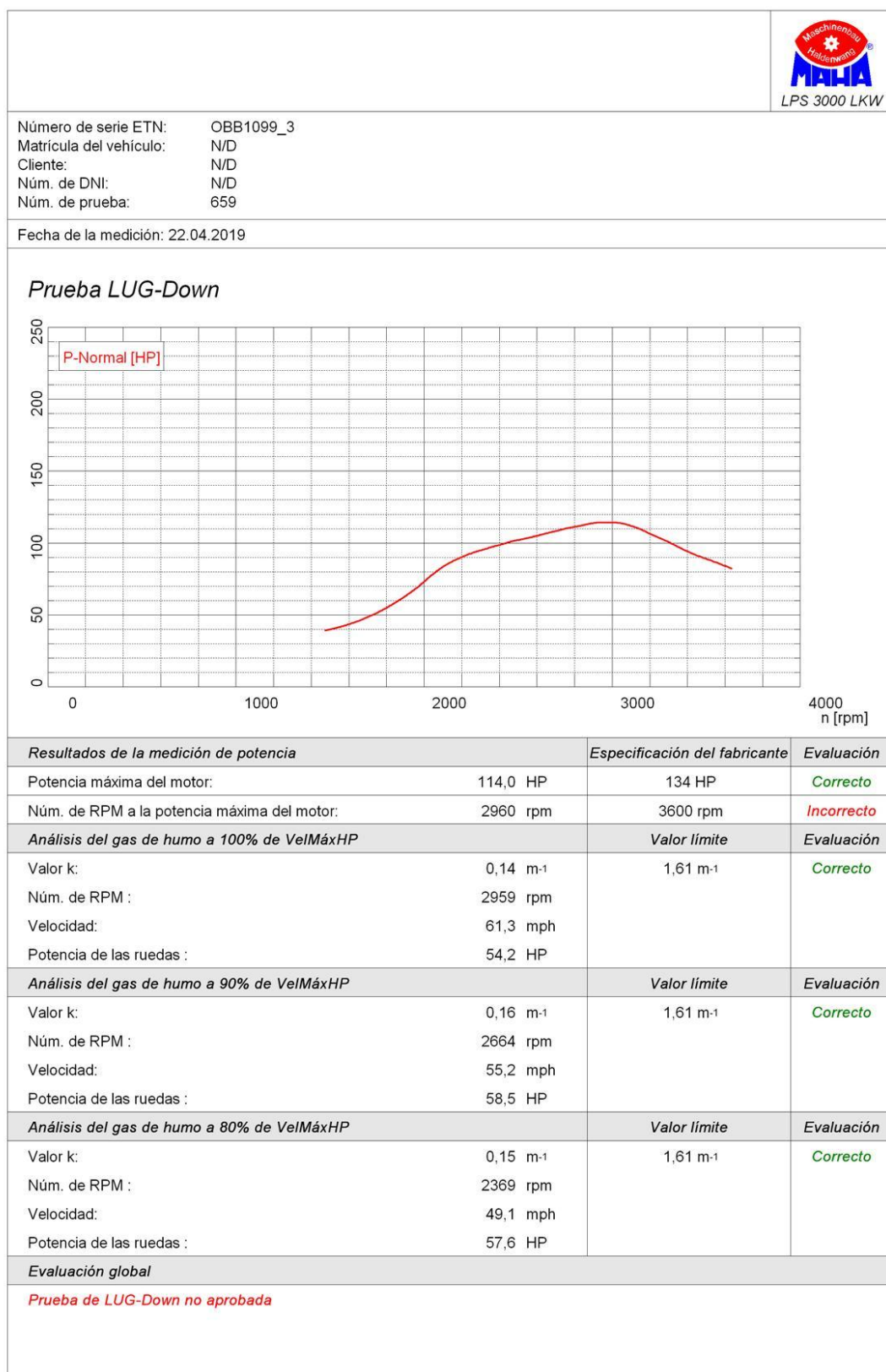
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium 2da prueba



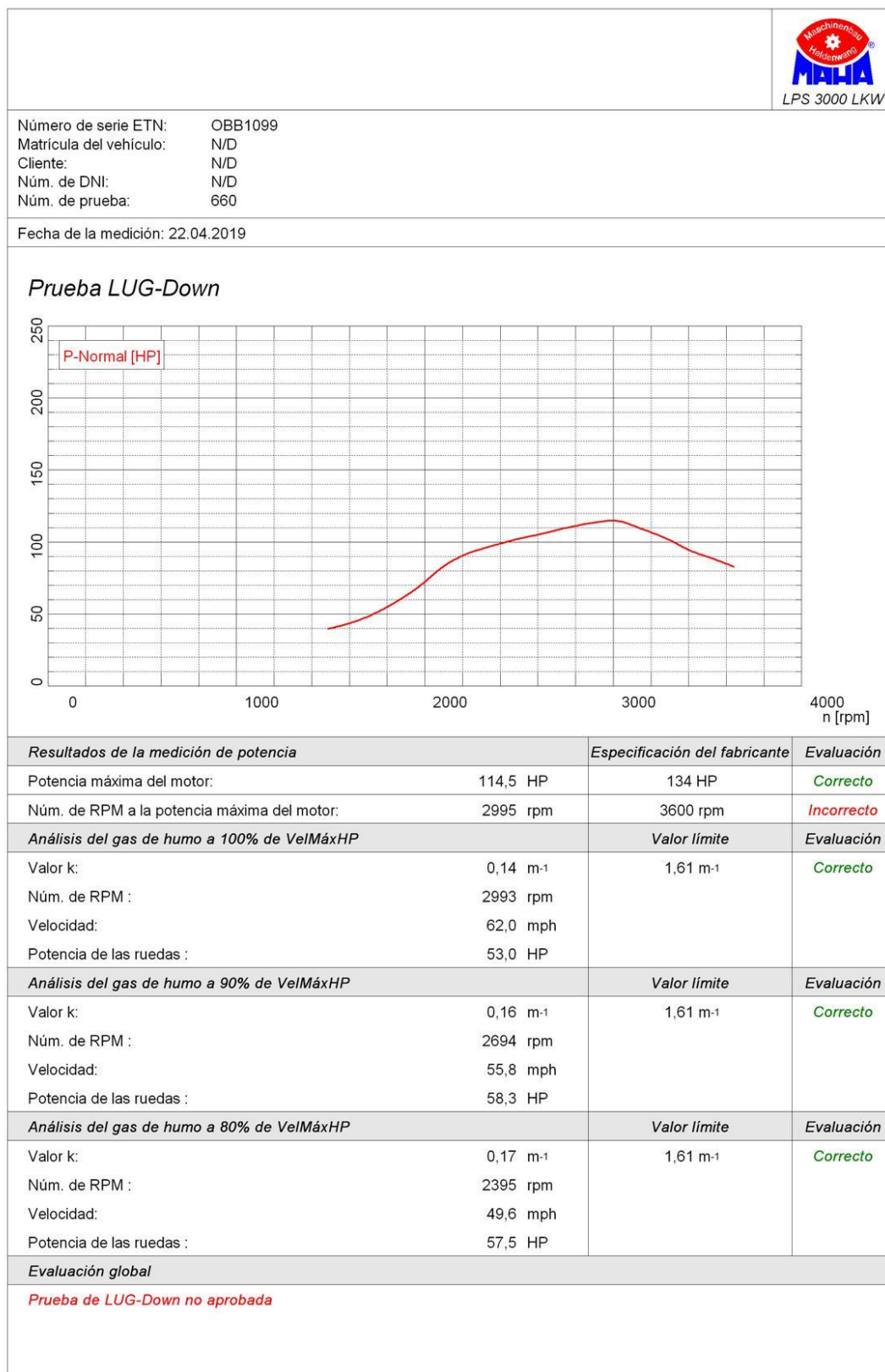
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium 3era prueba



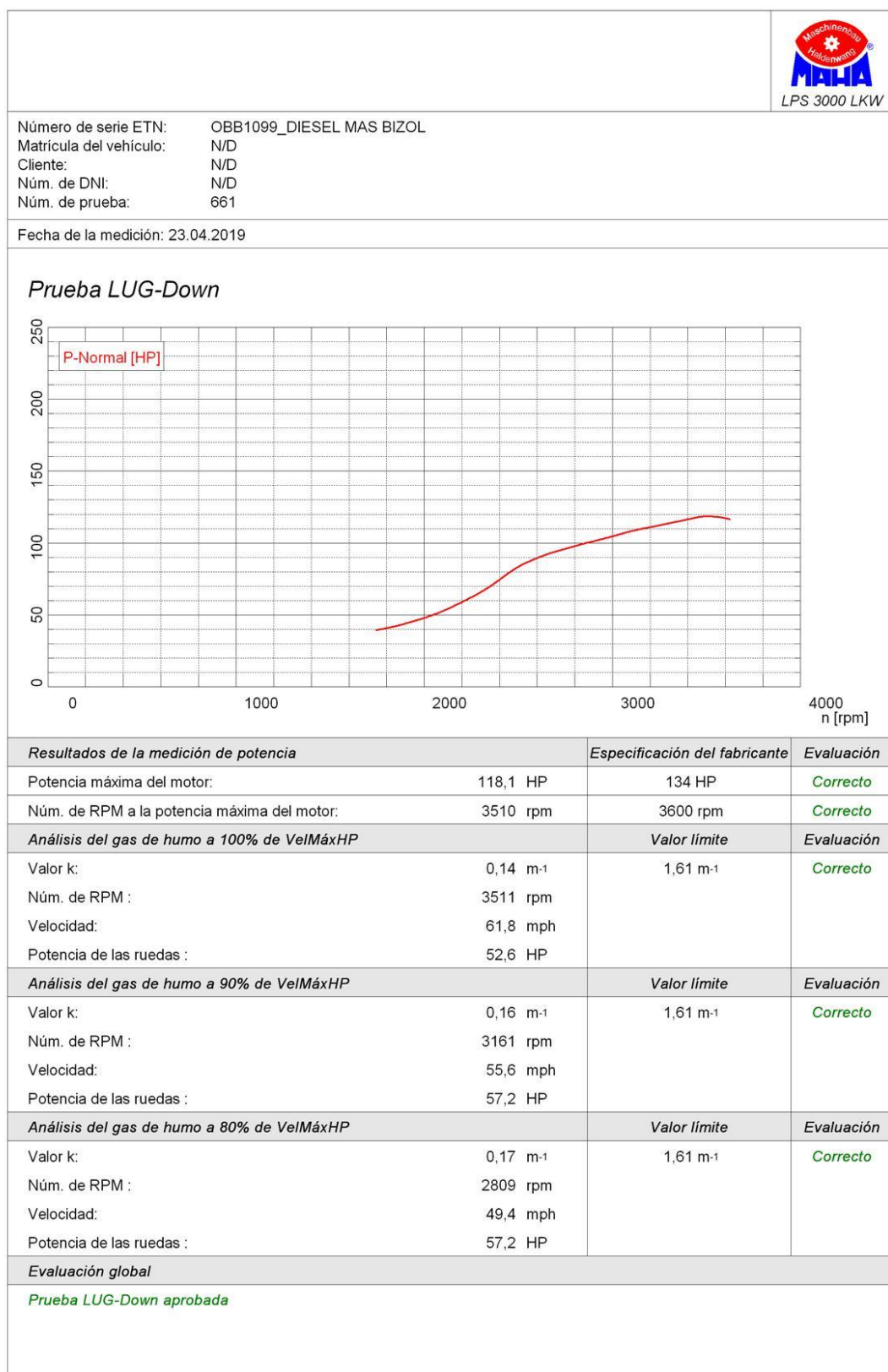
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium 4ta prueba



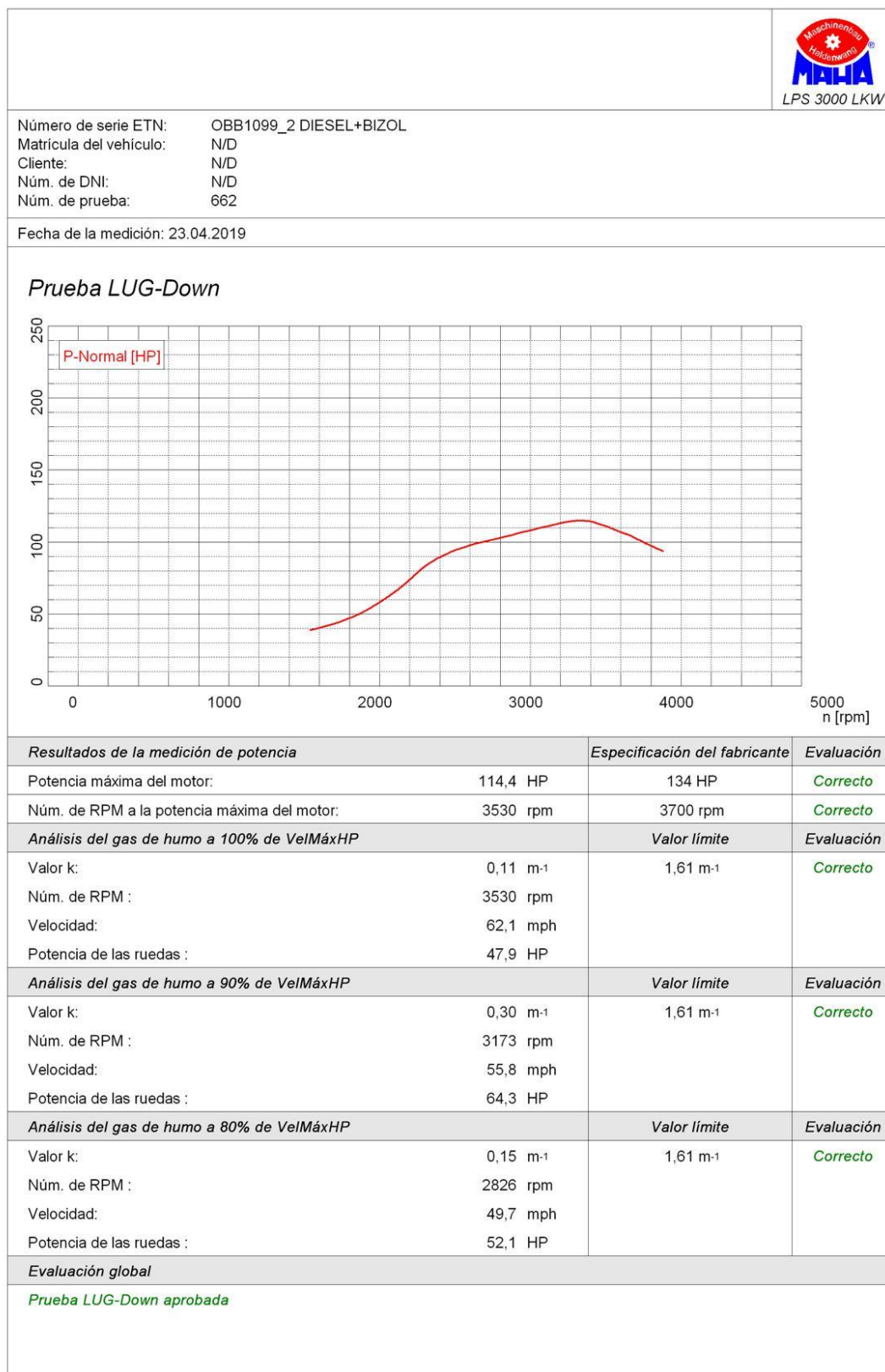
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo bizol d60 1era prueba



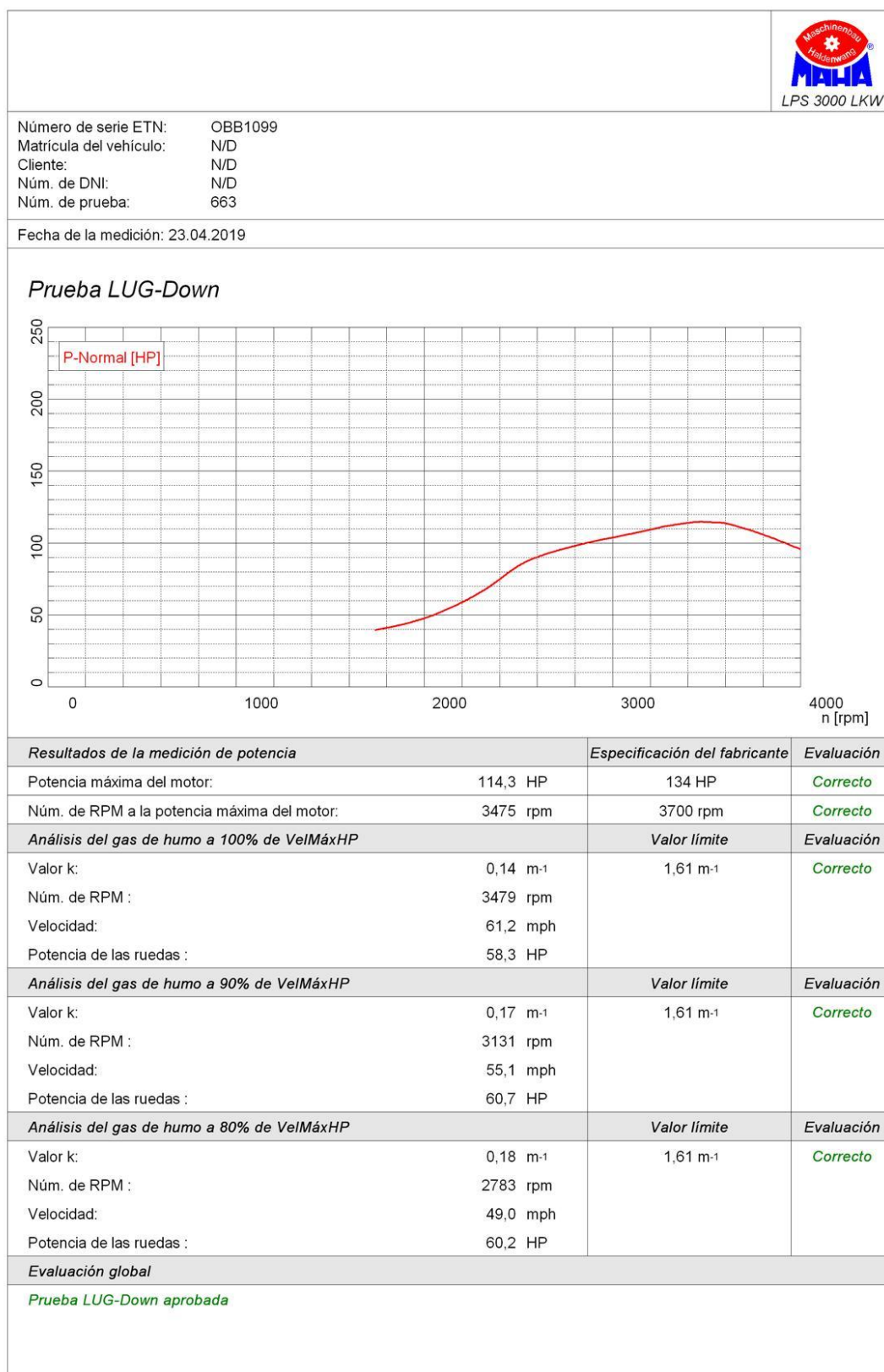
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo bizol d60 2da prueba



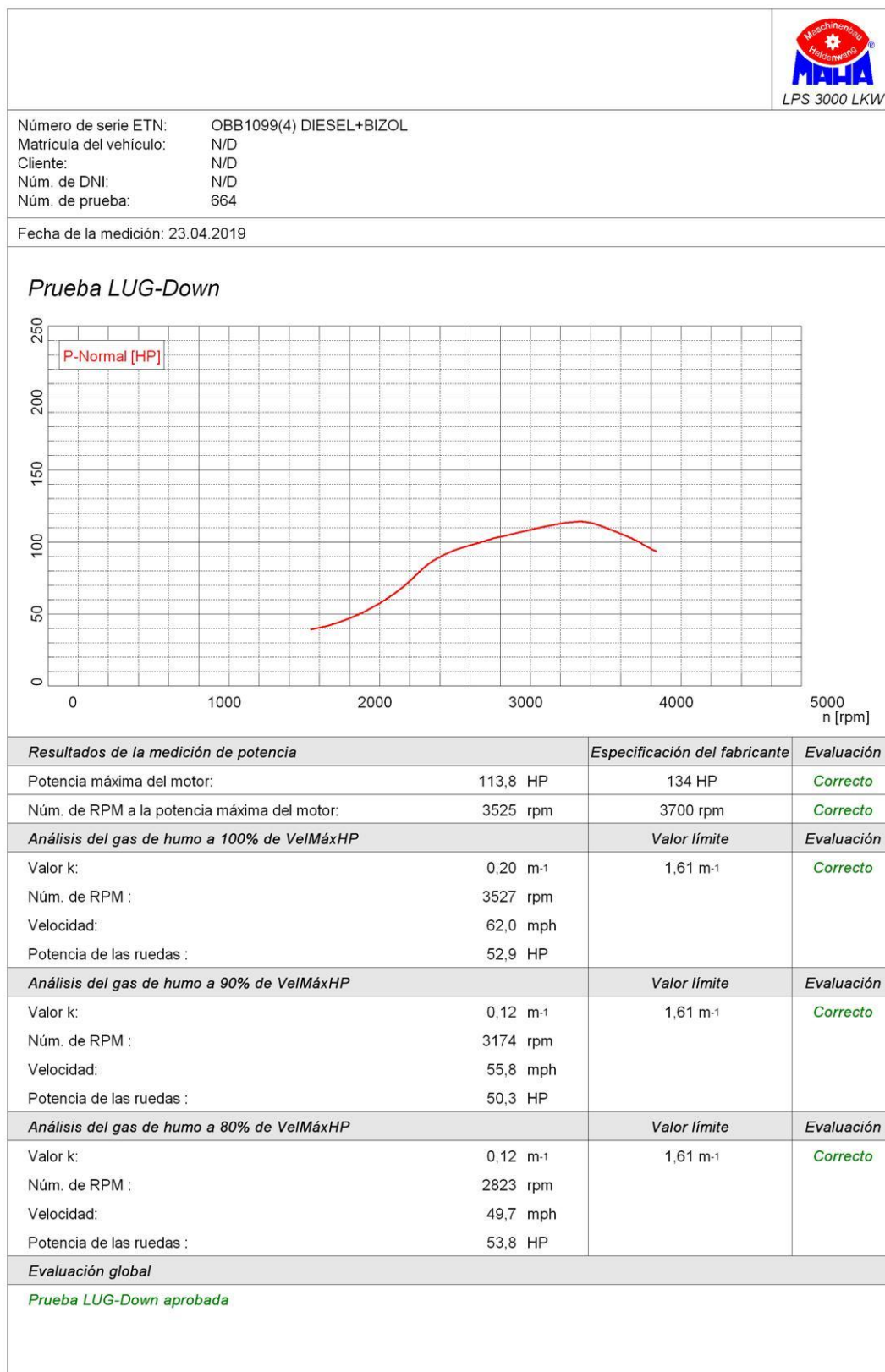
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo bizol d60 3ra prueba



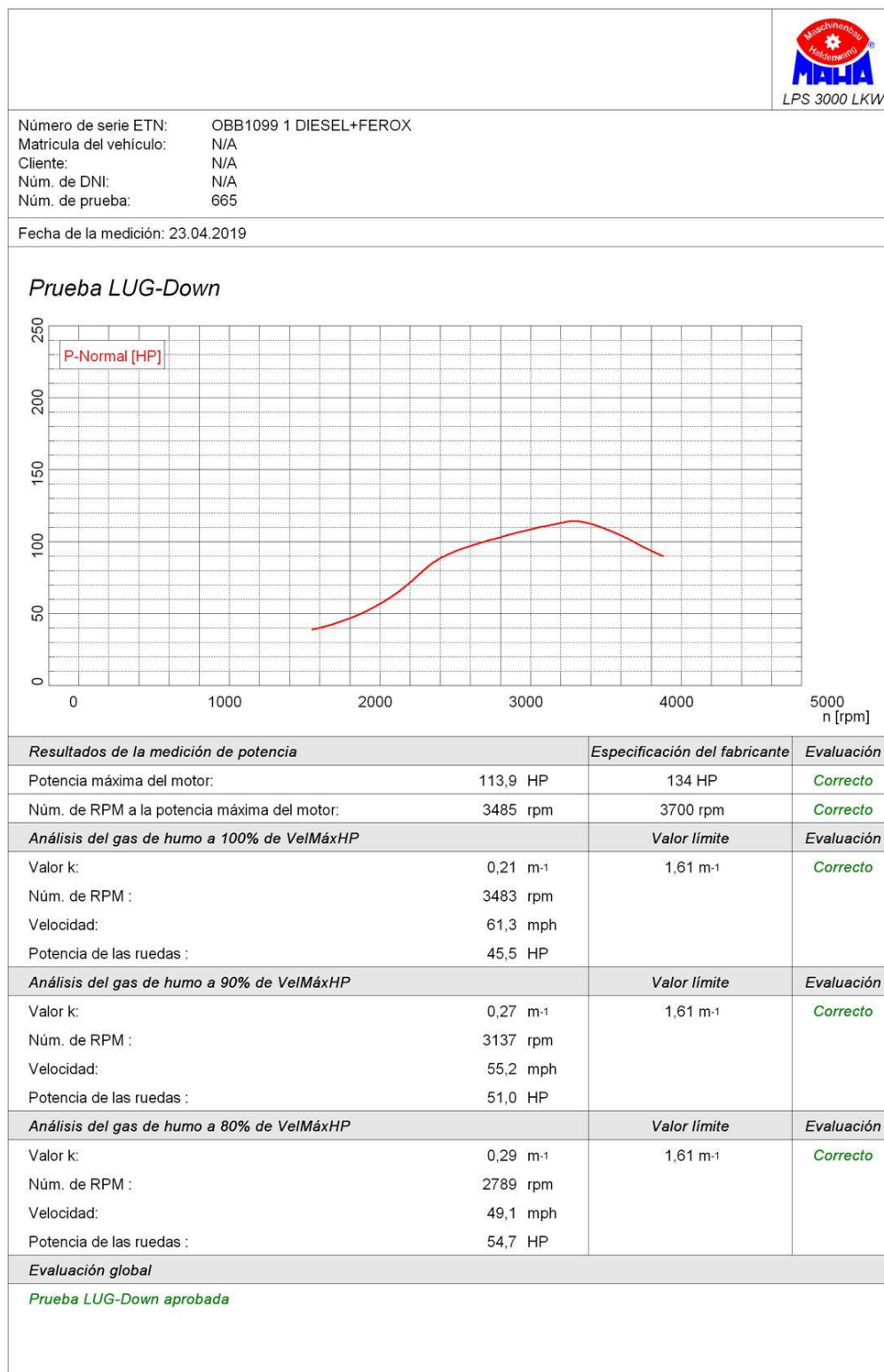
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo bizol d60 4ta prueba



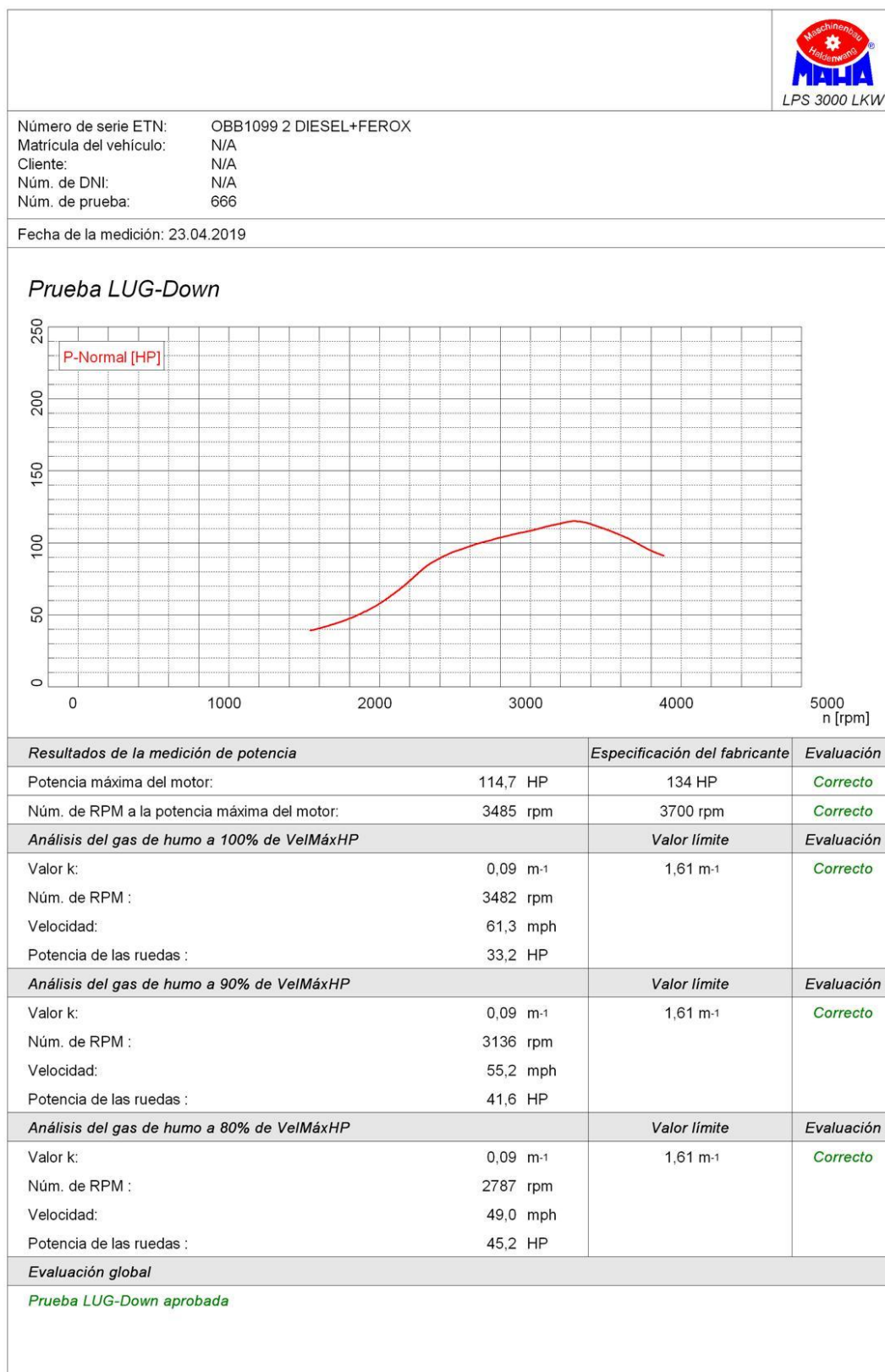
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo ferox fuel tabs 1era prueba



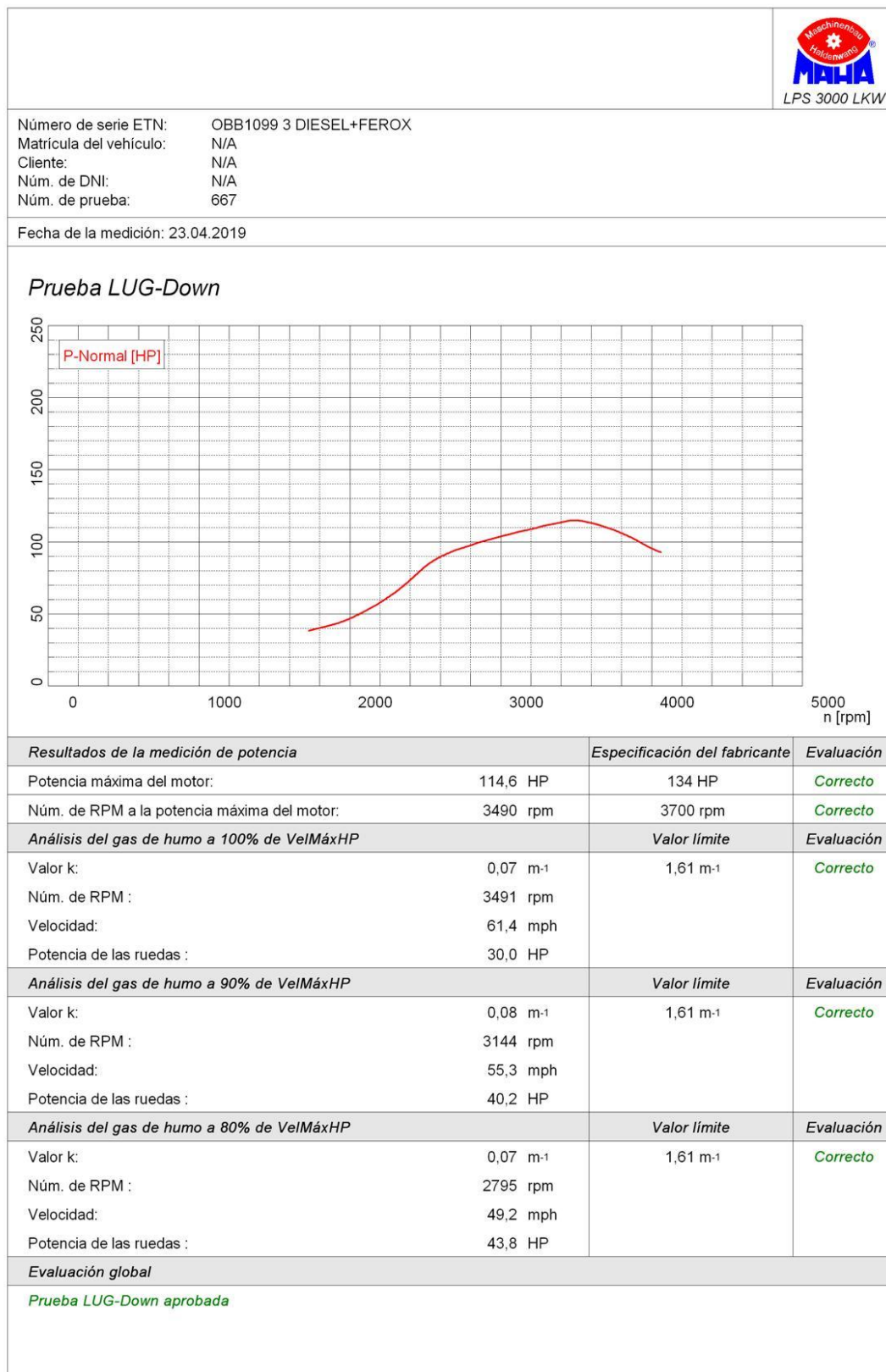
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo ferox fuel tabs 2da prueba



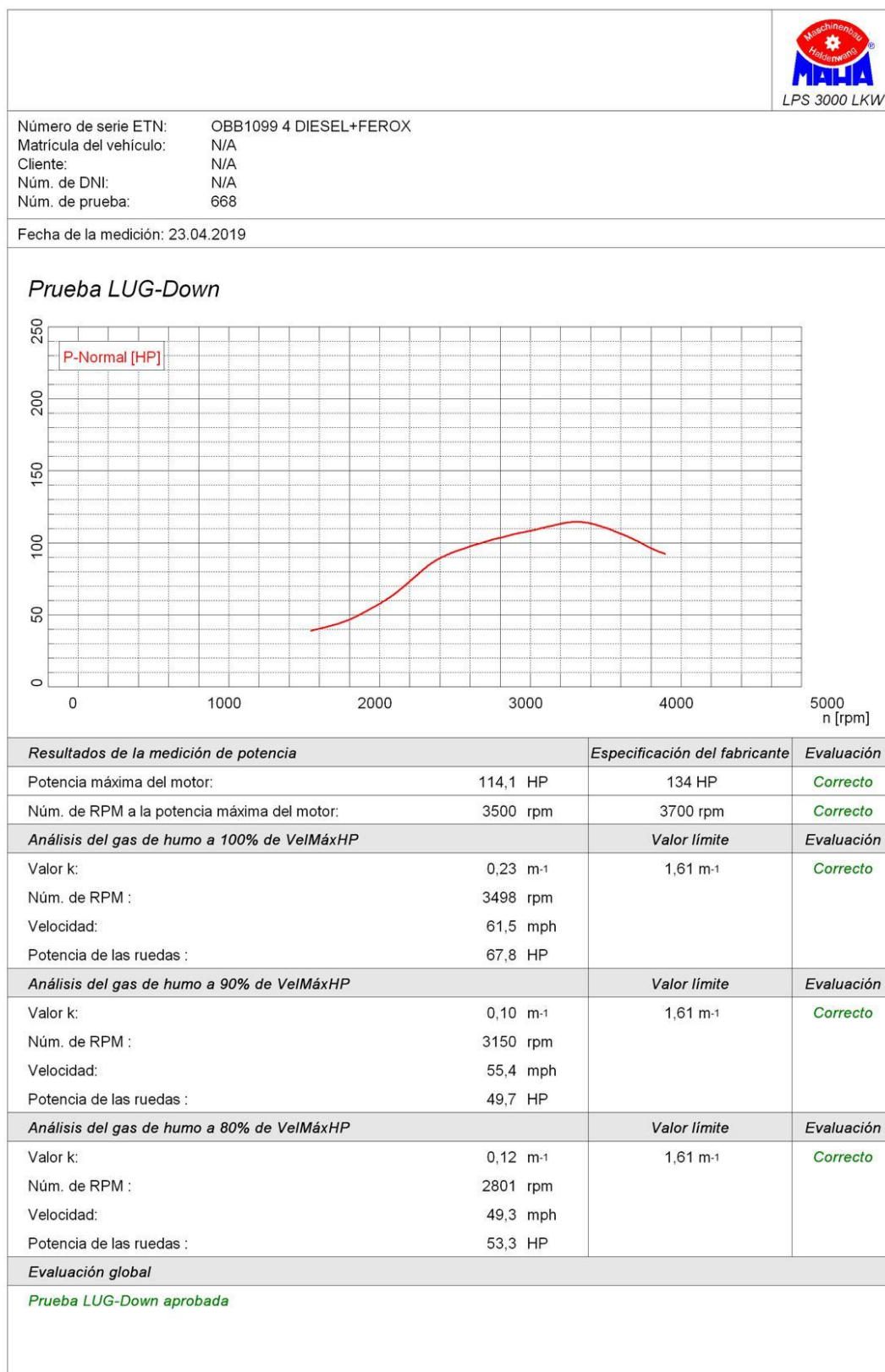
EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo ferox fuel tabs 3ra prueba



EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

Diésel Premium más aditivo ferox fuel tabs 4ta prueba



FICHA TECNICA ADITIVO BIZOL D60**SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking****1.1. Product identifier**

Bizol Diesel System Clean+ d60

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Use of the substance/mixture

Additive

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Company name:	BIZOL BITA Trading GmbH		
Street:	Martin-Buber-Str. 12		
Place:	D-14163 Berlin		
Telephone:	+49 (30) 804 869-0	Telefax:	+49 (30) 804 869-2860
e-mail:	support@bizol.de		
Internet:	www.bizol.com		
<u>1.4. Emergency telephone number:</u>	Germany: +49 (30) 804 869-0 (08.00-17.00, Mo-Fr)		
	In England and Wales: NHS Direct: 0845 4647 or 111 In Scotland: NHS		
	24 -		
	08454 24 24 24 In Republic of Ireland: 01 809 2166		

SECTION 2: Hazards identification**2.1. Classification of the substance or mixture**

Regulation (EC) No. 1272/2008 Hazard categories:

Aspiration hazard: Asp. Tox. 1

Hazardous to the aquatic environment: Aquatic Chronic 3 Hazard Statements:

May be fatal if swallowed and enters airways.

Harmful to aquatic life with long lasting effects.

2.2. Label elements

Regulation (EC) No. 1272/2008

Hazard components for labelling hydrocarbons, C10-C13, n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2% aromatics

Signal word: Danger

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

**Pictograms:**

Hazard statements

H304 May be fatal if swallowed and enters airways.

H412 Harmful to aquatic life with long lasting effects.

Precautionary statements

P101	If medical advice is needed, have product container or label at hand.
P102	Keep out of reach of children.
P260	Do not breathe vapour.
P301+P310	IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER/doctor.
P331	Do NOT induce vomiting.
P314	Get medical advice/attention if you feel unwell.
P405	Store locked up.
P501	Dispose of waste according to applicable legislation.

Special labelling of certain mixtures

EUH044 Risk of explosion if heated under confinement.

EUH066 Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

2.3. Other hazards

Results of PBT and vPvB assessment: not applicable.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.2. Mixtures

Hazardous components

CAS No	Chemical name			Quantity
	EC No	Index No	REACH No	
	Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]			
	hydrocarbons, C10-C13, n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2% aromatics			60 - 80 %
	918-481-9		01-2119457273-39	
	Asp. Tox. 1; H304 EUH066			
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate			10 - < 25 %
	248-363-6		01-2119539586-2	

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

	Acute Tox. 4, Acute Tox. 4, Acute Tox. 4, Aquatic Chronic 2; H302 H312 H332 H411 EUH044 EUH066	
--	--	--

Full text of H and EUH statements: see section 16.

SECTION 4: First aid measures

4.1. Description of first aid measures

General information

When in doubt or if symptoms are observed, get medical advice. If unconscious place in recovery position and seek medical advice. Remove contaminated, saturated clothing immediately.

After inhalation

Remove casualty to fresh air and keep warm and at rest.

After contact with skin

After contact with skin, wash immediately with plenty of water and soap.

After contact with eyes

After contact with the eyes, rinse with water with the eyelids open for a sufficient length of time, then consult an ophthalmologist immediately.

After ingestion

If swallowed, rinse mouth with water (only if the person is conscious). Let water be drunken in little sips (dilution effect). Call a physician immediately. Do NOT induce vomiting.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed When in doubt or if symptoms are observed, get medical advice.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed No information available.

SECTION 5: Firefighting measures

5.1. Extinguishing media

Suitable extinguishing media alcohol resistant foam, Extinguishing powder, Carbon dioxide (CO₂).

Unsuitable extinguishing media High power water jet.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

Hazardous decomposition products: Carbon monoxide Carbon dioxide (CO₂). Do not inhale explosion and combustion gases.

5.3. Advice for firefighters

In case of fire: Wear self-contained breathing apparatus.

Additional information

Collect contaminated fire extinguishing water separately. Do not allow entering drains or surface water. Do not allow to enter into soil/subsoil.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures See protective measures under point 7 and 8.

6.2. Environmental precautions

Do not allow to enter into surface water or drains. Do not allow to enter into soil/subsoil. Clean contaminated articles and floor according to the environmental legislation.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Absorb with liquid-binding material (e.g. sand, diatomaceous earth, acid- or universal binding agents). Treat the recovered material as prescribed in the section on waste disposal.

6.4. Reference to other sections

See protective measures under point 7 and 8.

SECTION 7: Handling and storage

7.1. Precautions for safe handling

Advice on safe handling

Use personal protection equipment. Do not eat, drink or smoke when using this product. Provide fresh air. Handle and open container with care. Conditions to avoid: generation/formation of aerosols.

Advice on protection against fire and explosion No special measures are necessary.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Requirements for storage rooms and vessels

Protect against: Frost. Keep away from heat. Protect against direct sunlight. Keep container tightly closed in a cool, well-ventilated place.

7.3. Specific end use(s)

Observe technical data sheet.

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

8.1. Control**parameters****DNEL/DMEL values**

CAS No	Substance			
DNEL type		Exposure route	Effect	Value
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate			
Worker DNEL, long-term		dermal	systemic	1 mg/kg bw/day
Worker DNEL, long-term		dermal	local	0,044 mg/cm ²
Worker DNEL, long-term		inhalation	systemic	0,35 mg/m ³
Consumer DNEL, long-term		dermal	systemic	0,52 mg/kg bw/day
Consumer DNEL, long-term		inhalation	systemic	0,087 mg/m ³
Consumer DNEL, long-term		oral	systemic	0,025 mg/kg bw/day
Consumer DNEL, long-term		dermal	local	0,022 mg/cm ²

PNEC values

CAS No	Substance		
Environmental compartment			Value
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate		
Freshwater			0,0008 mg/l
Marine water			0,00008 mg/l
Soil			0,000191 mg/kg

8.2. Exposure controls**Protective and hygiene measures**

When using do not eat, drink, smoke, sniff.

Eyeface protection

Eye glasses with side protection.

Hand protection

Wear suitable gloves. Recommended glove articles: DIN EN 374. Suitable material: NBR (Nitrile rubber).

Breakthrough time (maximum wearing time): > 480 min (Thickness of the glove material: 0.4 mm). Breakthrough times and swelling properties of the material must be taken into consideration. For special purposes, it is recommended to check the resistance to chemicals of the protective gloves mentioned above together with the supplier of these gloves. Barrier creams can help protecting exposed skin areas. In no case should they be used after contact.

Skin protection Protective clothing.

Respiratory protection

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

With correct and proper use, and under normal conditions, breathing protection is not required. When splashes or fine mist form, a permitted breathing apparatus suitable for these purposes must be used. Suitable respiratory protection apparatus: Filtering Half-face mask (DIN EN 149), e.g. FFA P / FFP3.

Environmental exposure controls

Do not allow to enter into surface water or drains.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1. Information on basic physical and chemical properties

Physical state: liquid

Colour: light brown

Odour: characteristic

Test method

pH-Value: not applicable

Changes in the physical state

Melting point: not determined

Initial boiling point and boiling range: 145 °C

Pour point: not determined

Flash point: 63 °C

Lower explosion limits: 0,7 vol. %

Upper explosion limits: 6,0 vol. %

Ignition temperature: not determined

Decomposition temperature: No information available.

Vapour pressure: not determined

Density (at 15 °C): 0,842 g/cm³ Water solubility: insoluble

Partition coefficient: not determined

Viscosity / dynamic: not determined

Viscosity / kinematic: < 7 mm²/s

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

(at 40 °C)

Flow time: not determined

Vapour density: not determined

Evaporation rate: not determined

9.2. Other information

No information available.

10.1. Reactivity

No information available.

10.2. Chemical stability

No information available.

10.3. Possibility of hazardous reactions

No hazardous reaction when handled and stored according to provisions.

10.4. Conditions to avoid Heat.**10.5. Incompatible materials**

No information available.

10.6. Hazardous decomposition products No information available.

SECTION 11: Toxicological information

11.1. Information on toxicological effects

Acute toxicity

Based on available data, the classification criteria are not met.

CAS No	Chemical name			
	Exposure route	Dose	Species	Source
	hydrocarbons, C10-C13, n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2% aromatics			
	oral	LD50 >5000 mg/kg	Rat	
	dermal	LD50 >5000 mg/kg	Rabbit	
	inhalative (4 h) vapour	LC50 >4951 mg/l	Rat	
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate			
	oral	LD50 >9640 mg/kg	Rat	

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

	dermal	LD50	4820 mg/kg	Rabbit	
	inhalative vapour	ATE	11 mg/l		
	inhalative (1 h) aerosol	LC50	>4,6 mg/l	Rat	

Irritation and corrosivity

Based on available data, the classification criteria are not met.

Sensitising effects

Based on available data, the classification criteria are not met.

Carcinogenic/mutagenic/toxic effects for reproduction Based on available data, the classification criteria are not met.

STOT-single exposure

Based on available data, the classification criteria are not met.

STOT-repeated exposure

Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

Aspiration hazard

May be fatal if swallowed and enters airways.

Practical experienceOther observations

Keeping to the general worker's protection rules and the industrial hygienics, there is no risk in handling this product through the personnel.

SECTION 12: Ecological information

12.1. Toxicity

There are no data available on the mixture itself.

CAS No	Chemical name					
	Aquatic toxicity	Dose	[h] [d]	Species	Source	
	hydrocarbons, C10-C13, n-alkanes, isoalkanes, cyclics, <2% aromatics					
	Acute fish toxicity	LC50	>1000 mg/l	96 h	Oncorhynchus mykiss (Rainbow trout)	OECD 203
	Acute algae toxicity	ErC50	>1000 mg/l	72 h	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201
	Acute crustacea toxicity	EC50	>1000 mg/l	48 h	Daphnia magna (Big water flea)	OECD 202
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate					

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

	Acute fish toxicity	LC50	1,88 mg/l	96 h	Brachydanio rerio (zebra-fish)	
	Acute algae toxicity	ErC50	>12,6 mg/l	72 h		
	Acute crustacea toxicity	EC50	>12,6 mg/l	48 h	Daphnia magna (Big water flea)	

12.2. Persistence and degradability

There are no data available on the mixture itself.

CAS No	Chemical name			
	Method	Value	d	Source
	Evaluation			
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate			
	Biodegradation	0 %	28	
	Not readily biodegradable (according to OECD criteria)			

12.3. Bioaccumulative potential

There are no data available on the mixture itself.

Partition coefficient n-octanol/water

CAS No	Chemical name	Log Pow
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate	3,74 - 5,24

BCF

CAS No	Chemical name	BCF	Species	Source
27247-96-7	2-ethylhexyl nitrate	1332		

12.4. Mobility in soil

No data available

12.5. Results of PBT and vPvB assessment No data available**12.6. Other adverse effects** No data available

SECTION 13: Disposal considerations

13.1. Waste treatment methods

Advice on disposal

Do not allow to enter into surface water or drains. This material and its container must be disposed of in a safe way. Waste disposal according to EC directives 75/442/EEC and 91/689/EEC in the corresponding versions, covering waste and dangerous waste.

Waste disposal number of waste from residues/unused products

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

070704 WASTES FROM ORGANIC CHEMICAL PROCESSES; wastes from the MFSU of fine chemicals and chemical products not otherwise specified; other organic solvents, washing liquids and mother liquors

Classified as hazardous waste.

Contaminated packaging

Non-contaminated packages may be recycled. Consult the appropriate local waste disposal expert about waste disposal.

SECTION 14: Transport information

Land transport (ADR/RID)

14.1. UN number: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.2. UN proper shipping name: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.3. Transport hazard class(es): No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.4. Packing group: No dangerous good in sense of this transport regulation.
Marine transport (IMDG)

14.1. UN number: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.2. UN proper shipping name: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.3. Transport hazard class(es): No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.4. Packing group: No dangerous good in sense of this transport regulation.

Marine pollutant: NO

Air transport (ICAO-TI/IATA-DGR)

14.1. UN number: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.2. UN proper shipping name: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.3. Transport hazard class(es): No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.4. Packing group: No dangerous good in sense of this transport regulation.

14.5. Environmental hazards regulation.

ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS: no

14.6. Special precautions for user No data available

14.7. Transport in bulk according to Annex II of Marpol and the IBC Code No data available

SECTION 15: Regulatory information

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

EU regulatory information

2010/75/EU (VOC):	95 % (799,9 g/l)
National regulatory information	
Water contaminating class (D):	2 - water contaminating

15.2. Chemical safety assessment

Changes

This data sheet contains changes from the previous version in section(s): 1,2,3,7,9,13,14,15.

Abbreviations and acronyms

ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (European

Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

RID: Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

ICAO: International Civil Aviation Organization

CAS: Chemical Abstracts Service (a division of the American Chemical Society)

DNEL/DMEL: Derived No-Effect Level / Derived Minimal Effect Level

PNEC: Predicted No Effect Concentration

WEL (UK): Workplace Exposure Limits TWA (EC): Time-Weighted Average

STEL (EC): Short Term Exposure Limit

ATE: Acute Toxicity Estimate

LD50: Lethal Dose, 50% (median lethal dose)

LC50: Lethal Concentration, 50% (median lethal concentration)

EC50: half maximal Effective Concentration

ErC50: EC50 in terms of reduction of growth rate

VwVwS: Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe

Relevant H and EUH statements (number and full text)

EMISIONES CONTAMINANTES Y AUTONOMIA EN UN MOTOR DIESEL

H302 Harmful if swallowed.

H304 May be fatal if swallowed and enters airways.

H312 Harmful in contact with skin.

H332 Harmful if inhaled.

H411 Toxic to aquatic life with long lasting effects.

H412 Harmful to aquatic life with long lasting effects.

EUH044 Risk of explosion if heated under confinement.

EUH066 Repeated exposure may cause skin dryness or cracking.

Further Information

The above information describes exclusively the safety requirements of the product and is based on our present-day knowledge. The information is intended to give you advice about the safe handling of the product named in this safety data sheet, for storage, processing, transport and disposal. The information cannot be transferred to other products. In the case of mixing the product with other products or in the case of processing, the information on this safety data sheet is not necessarily valid for the new made-up material.



Catalizador para Combustible

Ferox Tabletts y Polvo



DESCRIPCION:

Poderoso aditivo-catalizador para combustible patentado en una cómoda presentación en tabletts ó polvo que facilitan su almacenaje, transporte, dosificación y uso, actúan modificando las partículas de combustible y depósitos de carbón existentes para que puedan quemarse más rápido y a temperaturas más bajas, al eficientar la combustión se logra capturar toda la energía disponible. Se disuelven sin dejar residuos y no modifican el combustible por lo que su uso es seguro en cualquier tipo de combustible y en cualquier aplicación.

BENEFICIOS:

Aumenta ahorro del combustible hasta un 20%.
Incrementa la Potencia y Eficiencia.
Disminuye las Emisiones Contaminantes.
Elimina y Previene los depósitos de Carbón
Aumenta la vida del Motor y sus partes
Aumenta la vida del Aceite y Bujías.
Aumenta tiempo entre mantenimientos.
Reduce el costo de mantenimientos
Permite mejor transferencia de calor interna.
Disminuye la temperatura del escape.
Fácil uso, control, manejo y almacenaje.

APLICACIONES:

Aprobado para su uso en todo combustible a base de hidrocarburos. Puede usarse en todos los vehículos o maquinaria que utilicen hidrocarburos para operar, ya sean motores ó quemadores que utilicen gasolina, diesel, biodiesel, E85, queroseno, combustóleo, etc.

MODO DE EMPLEO:

Aplicarse primero el producto antes de cargar combustible, para ayudar a disolver y mezclar con el combustible.

- 1 tableta de 0.5g trata de 25 - 30 litros de combustible.
- 1 tableta de 1g trata de 50 - 60 litros de combustible.
- 1 tableta de 3.33g trata de 180 - 190 litros de combustible.
- 1g de polvo trata de 50 - 60 litros de combustible.

PRECAUCIONES:

NO PARA CONSUMO HUMANO.
MANTENGASE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
MANTENGASE EN UN LUGAR FRESCO Y SECO.

DATOS TECNICOS:

APARIENCIA:	VISUAL	Solido en Polvo o Tabletts
COLOR:	VISUAL	Naranja / Naranja Claro
PUNTO DE EBULLICION:		255 °C
PUNTO DE FUSION:		70 °C
DENSIDAD DE VAPOR:		5.3 (aire=1)
PRESION DE VAPOR:		< 1 psi
GRAVEDAD ESPECIFICA:		1.04
DENSIDAD:		0.992
SOLUBILIDAD EN AGUA:		Insignificante
ESTABILIDAD:		Estable
INCOMPATIBILIDAD:		Agentes Oxidantes Fuertes
POLIMERIZACION PELIGROSA:		No Ocurre
RIESGO DE EXPLOSION Ó FUEGO INUSUAL:		Ninguno

PRESENTACIONES:

Ferox Fuel Tabs

- Bolsa de Mylar con 10 pastillas de 0.5 g.
- Bolsa de Mylar con 4 pastillas de 1g.
- Bolsa de Mylar con 10 pastillas de 1g.
- Frasco con 50 pastillas de 1g.

Ferox Truck Tabs

- Frasco con 30 pastillas de 3.33g.

Ferox Powder

- Sobre de Mylar con 40g de polvo (trata 2,000 lts)
- Sobre de Mylar con 335g de polvo (trata 18,000 lts)

Presentaciones Especiales

- Se pueden fabricar presentaciones especiales para clientes de alto consumo, esto con un análisis previo.

