



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Emilio David Hidalgo Hinojosa
John Cristian Salazar Ramón

TUTOR:

Ing. Cristian David Oña Rodríguez

Determinación del Volumen de Alcohol en Aditivos para Gasolina: Impacto en la
Eficiencia del Motor en el Contexto del Distrito Metropolitano de Quito

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Emilio David Hidalgo Hinojosa y John Cristian Salazar Ramón**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



EMILIO DAVID HIDALGO HINOJOSA
0604654798



JOHN CRISTIAN SALAZAR RAMÓN
1724038912

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. CRISTIAN DAVID OÑA RODRÍGUEZ**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cristian David Oña Rodríguez', is written over a horizontal line.

ING. CRISTIAN DAVID OÑA RODRÍGUEZ

DEDICATORIA

Quiero ofrecer este trabajo académico a las personas que me acompañaron y formaron parte de estos años de educación. Se lo ofrezco a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y poder alcanzar a culminar este capítulo, permitiéndome tomar las mejores decisiones ante cualquier adversidad que hayamos afrontado, de la mano de Dios y de mi familia.

El trabajo de investigación que se presenta va con dedicación a mis padres Cristian y Zoraya; y mis hermanos Juan Ignacio y Zoraya, le agradezco por su apoyo incondicional, por su amor y dedicación que desde niños han tenido, hasta este especial momento que finalmente culmino una etapa más de mi formación personal y profesional. Ustedes son la razón, por la cual me levanto a ser una mejor persona.

Finalmente, se dedica este trabajo a todas esas personas que me apoyaron personalmente como profesionalmente, velando una oportunidad para que pueda desempeñarnos y aprender.

Emilio Hidalgo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta este momento y permitirme seguir avanzando en mi carrera profesional, por haberme dado fuerzas en todo momento.

Dedico a mi madre y padre por todo su apoyo, tanto emocional y económicamente, dándome consejos de como seguir hasta cumplir todos mis objetivos.

A Josselyn, por brindarme apoyo y amor para seguir avanzado, ser condicional conmigo, tu comprensión y cariño han sido mi fuerza en los momentos más exigentes, este logro también es tuyo.

Cristian Salazar

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor, Ingeniero Cristian Oña, debido a su dedicación y esfuerzo hemos culminado este trabajo investigativo, en donde su desarrollo siempre estuvo acompañado de consejos, alegrías y conocimientos que posibilitaron culminarlo. Le agradecemos por el voto de confianza que nos otorgó. Sin duda, se quedará en nuestra historia, el desempeño y tutela que nos proporcionó.

A las autoridades, maestros y personal de mantenimiento que hacen parte de la Universidad Internacional del Ecuador, por brindarnos conocimientos que nos formaron desde los primeros momentos en nuestra vida profesional, en donde a lo largo de los años nos vieron crecer y en donde finalmente llegamos a ser colegas. Les agradecemos su dedicación, esfuerzo y paciencia y estos 4 años que compartimos experiencias y conocimientos invaluableles.

INDICE DE CONTENIDO

<i>CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA</i>	3
<i>APROBACIÓN DEL TUTOR</i>	4
<i>DEDICATORIA</i>	5
<i>DEDICATORIA</i>	6
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	7
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	13

INDICE GENERAL

CAPITULO 1 – INTRODUCCIÓN	16
1. Introducción	16
CAPITULO II – FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2. Marco Teórico	19
2.1. Introducción De Los Aditivos Para Los Motores A Gasolina	19
2.1.1. Tipos de aditivos	19
2.1.1.1. Elevadores de octanaje	19
2.1.1.2. Colorantes	19
2.1.1.3. Detergentes	20
2.1.1.4. Oxigenadores	20
2.1.2. Tipos De Alcoholes En Los Aditivos: Etanol Y Metanol	20
2.1.2.1. Etanol	20
2.1.3. Impacto Del Volumen De Alcohol En Rendimiento Del Motor	21
2.2. Pruebas De Laboratorio	21
2.3. Pruebas En El Equipo Dinamométrico	22
2.3.1. Concepto Y Uso Para Medir Rendimiento Del Motor En Base Al Uso De Aditivo Con Alcohol	22
2.4. Ecuación Balanceada De Faires Virgil	22
2.4.1. Relación Entre Aditivos Con Alcohol Y Emisiones Contaminantes	22
2.4.2. Diferencias En La Ecuación Balanceada En Combustible Con Y Sin Aditivo	23
2.5. Herramientas De Análisis Estadístico En Motores	23
2.5.1. Definir Su Importancia	23
2.5.2. Modelos Predictivos De Rendimiento	24
2.6. Etanol, Solución Mas Sostenible	24
3. Materiales	25
3.1. Aditivos	25
3.2. Combustible	27
3.3. Metodología Experimental (Pruebas De Laboratorio)	28
3.3.1. Cromatografía GC Método AOAC 982.10; GC-FID	28
3.4. Metodología Experimental (Pruebas De Equipo Dinamométrico)	29
3.4.1. Uso Del Equipo Dinamométrico	29
3.4.2. Parámetros Por Medir	29
3.4.3. Analizador De Gases	29
3.5. Herramientas de Análisis Técnico	30
3.5.1. Escáner Automotriz Original de la marca Volkswagen	30

3.6. Análisis Estadístico	30
3.6.1. Uso De La Ecuación Balanceada Por Faires Virgil	30
3.7. Evaluación De Emisiones	31
<i>CAPITULO IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	33
4. Resultado de laboratorio acerca de mayor volumen de alcohol en los aditivos analizados.	33
4.1. Determinación del volumen correcto de aditivo para el análisis de laboratorio:	33
4.1.1. Descripción del proceso experimental:	33
4.1.2. Muestra con mayor volumen de alcohol en su composición:	35
4.2. Resultados de prueba dinamométrica con el uso de los aditivos y sin uso de aditivo:	37
4.2.1. Pruebas en el dinamómetro:	37
4.2.2. Prueba en el dinamómetro verificando la Potencia del motor:	38
4.3. Resultados de análisis con scanner automotriz original de la marca Volkswagen con y sin uso de aditivo.	47
4.3.1. Mediciones realizadas con scanner automotriz original de la marca Volkswagen sin uso de aditivo:	47
4.3.2. Mediciones realizadas con scanner automotriz original de la marca Volkswagen con uso de aditivo (CRC AUTOS):	48
4.4. Resultados de análisis de gases con y sin uso de aditivo:	56
4.4.1. Resultados de análisis de gases sin uso de aditivo:	56
4.4.2. Resultados de análisis de gases con uso de aditivo CRC AUTOS:	59
	63
27 Figura 4.27 Resultado del analizador de gases con aditivo SONAX Nota. Elaboración Propia.	63
<i>CAPITULO V – CONCLUSIONES</i>	72
5. Conclusiones	72
<i>CAPITULO VI – REFERENCIAS</i>	74
6. Referencias	74
<i>ANEXOS</i>	78
	84
	85
	86
	87
	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Caracterización de los aditivos evaluados y su proporción en 1 L de gasolina Súper Premium _	33
Tabla 4.2 Resultados obtenidos del laboratorio _____	35
Tabla 4.3 Análisis de parámetros de prueba dinamómetro - Potencia de Rueda. _____	37
Tabla 4.4 Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Potencia de motor. _____	39
Tabla 4.5 Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Torque de Rueda _____	40
Tabla 4.6 Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Torque de motor _____	42
Tabla 4.7 Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba sin aditivo _____	47
Tabla 4.9 Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de CRC Autos. _	48
Tabla 4.10 Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de CRC AUTOS. _____	49
Tabla 4.11 Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de SONAX. ____	51
Tabla 4.12 Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de SONAX. _____	52
Tabla 4.13 Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de QUALITOR. 53	
Tabla 4.14 Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de QUALITOR. _____	54
17 _____	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Propiedades físicas del Etanol Nota: Repositorio digital EPN	21
Figura 3.2 Aditivo #1 Qualitor Nota: Recuperado de la Web de Simoniz Auto	25
Figura 3.3 Aditivo #2 SONAX Nota: Recuperado de la Web de Sonax	26
Figura 3.4 Aditivo #3 CRC AUTOS Nota: Recuperado de la Web de CRC Industries	27
Figura 3.5 Porcentaje de consumos de gasolina en Ecuador Nota. Elaboración Propia.	28
Figura 3.8 Límites Máximos de Emisiones para Vehículos a Gasolina en Ralentí Nota. INEN.	32
Figura 4.9 Proporción de aditivo QUALITOR en 1 L de gasolina Nota. Elaboración propia.	34
Figura 4.10 Proporción de aditivo SONAX en 1 L de gasolina Nota. Elaboración propia.	34
Figura 4.11 Proporción de aditivo CRC AUTOS en 1 L de gasolina Nota. Elaboración propia.	35
Figura 4.12 Grafico de la cromatografía del ensayo Nota. Elaboración propia.	36
Figura 4.13 Gráfico de las pruebas en el dinamómetro Nota. Elaboración propia.	37
Figura 4.14 Tabla de resultados de prueba dinamómetro Potencia de Rueda. Nota. Elaboración propia.	37
Figura 4.15 Grafico de Prueba dinamómetro Potencia de Motor. Nota. Elaboración propia.	39
Figura 4.16 Tabla de resultados de prueba dinamómetro Potencia Motor	39
Figura 4.17 Grafica de resultados de prueba dinamómetro Torque de rueda Nota. Elaboración propia	40
Figura 4.18 Tabla de resultados de prueba dinamómetro Torque de rueda Nota. Elaboración propia	41
Figura 4.19 Gráfico de resultados de prueba dinamómetro Torque motor Nota. Elaboración propia	42
Figura 4.20 Tabla de resultados de prueba dinamómetro Torque motor Nota. Elaboración propia	42
Figura 4.21 Tabla de resultados de prueba dinamómetro velocidad y RPM Nota. Elaboración propia	43
Figura 4.22 Tabla de resultados de prueba dinamómetro velocidad y RPM Nota. Elaboración propia	44
Figura 4.23 Figura de resultados de todas las pruebas realizadas en dinamómetro Nota. Elaboración propia	45
Figura 4.24 Resultado del analizador de gases, sin aditivo	56
Figura 4.28 Resultado del analizador de gases, sin aditivo	56
Figura 4.25 Resultado del analizador de gases, con aditivo CRC AUTOS Nota. Elaboración propia.	59
Figura 4.26 Resultado del analizador de gases, con aditivo Nota. Elaboración propia.	60
Figura 4.27 Resultado del analizador de gases con aditivo SONAX Nota. Elaboración Propia.	63
Figura 4.28 Resultado del analizador de gases con aditivo SONAX Nota. Elaboración Propia.	63
Figura 4.29 Resultado del analizador de gases con aditivo QUALITOR Nota. Elaboración Propia.	67
Figura 4.30 Resultado del analizador de gases con aditivo QUALITOR Nota. Elaboración Propia.	67

**DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALCOHOL EN ADITIVOS PARA GASOLINA:
IMPACTO EN LA EFICIENCIA DEL MOTOR EN EL CONTEXTO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

PhD. Cristian D. Oña R. Emilio D. Hidalgo H, John C. Salazar R.

1Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, cronaro@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

2Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, emihidalgohi@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

3Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, josalarra@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

RESUMEN

Introducción: Tres aditivos automotrices con contenido de alcohol en sus componentes químicos, de diferentes marcas comercializadas en el Distrito Metropolitano de Quito, fueron analizados para determinar el volumen de alcohol en su concentración.

Objetivo: El objetivo fue analizar la cantidad de alcohol en estos aditivos y determinar el impacto en el motor, para que pueda operar con mayor eficiencia.

Metodología: Para este estudio, se realizó el análisis de los compuestos en laboratorio químico mediante la prueba de Cromatografía de gases (GC). Se utilizó el banco dinamométrico que se localizó en el taller automotriz Grupo FullEngine DYNO COMPUTERIZED SAENZ, tomando 3 parámetros a medir, dentro del equipo dinamométrico y así analizar la eficiencia del uso de aditivo con contenido de alcohol. **Resultados:** Los ensayos mostraron una mejoría del 4 % en potencia y del 6 % en torque al usar aditivos alcohólicos, con comportamiento estable en todas las pruebas. El torque máximo se alcanzó en un rango medio de revoluciones (3800–3900 RPM), lo cual favorece la conducción urbana. No se modificaron otros parámetros del motor, y las condiciones de prueba fueron controladas y una correcta calibración en el dinamómetro, lo que permite un análisis correcto de todas las pruebas realizadas.

Conclusión: El uso de aditivos con base alcohólica mostró una mejora leve pero constante en el rendimiento del motor. Las variaciones se mantienen dentro de lo normal para este tipo de pruebas, y los resultados fueron consolidados válidos para futuros ajustes más completos. Concluyendo que el aditivo con mejores resultados en la prueba de Cromatografía está en lo correcto y que el etanol tanto por sus características oxigenadores, mejora levemente la combustión en la presencia del combustible extra, usado con alta frecuencia en la ciudad de Quito.

Palabras Clave: Volumen, Etanol, Cromatografía, Octanaje, Impacto Eficiente.

ABSTRACT

Introduction: Three automotive additives containing alcohol, from different brands sold in the Metropolitan District of Quito, were analyzed to determine the volume of alcohol in their chemical composition. **Objective:** The objective was to analyze the amount of alcohol in these additives and assess their impact on engine performance to improve operating efficiency. **Methodology:** For this study, chemical compounds were analyzed in a laboratory using Gas Chromatography (GC). Additionally, a dynamometer bench located at the automotive workshop *Grupo FullEngine DYNO COMPUTERIZED SAENZ* was used, measuring three key engine parameters to evaluate the efficiency of using alcohol-based additives. **Results:** The tests showed a 4% improvement in power and a 6% increase in torque with the use of alcoholic additives, with stable engine behavior in all trials. Maximum torque occurred in a mid-RPM range (3800–3900 RPM), which benefits urban driving. No other engine parameters were modified, and all tests were performed under controlled conditions with proper dynamometer calibration, ensuring accurate and consistent data collection. **Conclusion:** The use of alcohol-based additives led to a slight but consistent improvement in engine performance. These variations remained within the expected range for this type of test, validating the results for future performance optimizations. It was also confirmed that the additive with the highest alcohol content (as determined by chromatography) yielded the best results, supporting the role of ethanol as an oxygenating agent that slightly enhances combustion when mixed with Extra gasoline, commonly used in the city of Quito.

Keywords: Volume, Ethanol, Chromatography, Octane, Efficient Impact.

CAPITULO 1 – INTRODUCCIÓN

1. Introducción

La relevancia del presente estudio radica en el potencial que tienen ciertos aditivos para mejorar la eficiencia del motor y reducir el consumo de combustible. Muchos de estos aditivos contienen alcoholes, como etanol y metanol, compuestos que pueden influir en el rendimiento del motor y en la composición de los gases de escape. Sin embargo, la relación exacta entre la concentración de alcohol en los aditivos y su impacto en la eficiencia del motor y las emisiones contaminantes no se ha determinado completamente.

Este estudio tiene como objetivo analizar la influencia del contenido de alcohol en aditivos automotrices sobre la eficiencia del motor y las emisiones de gases contaminantes. Para ello, se evaluarán tres aditivos comerciales con diferentes concentraciones de alcohol, disponibles en el Distrito Metropolitano de Quito. Se utilizará gasolina Súper Premium de 95 octanos de la empresa EP PetroEcuador, con el fin de determinar cómo la interacción entre el aditivo y el combustible influye en el desempeño del motor.

Conocer el contenido de alcohol permite controlar de cerca la calidad del combustible y asegurar que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas. Además, esta información es esencial para modelar y optimizar el proceso de combustión en motores de ciclo Otto, contribuyendo así al desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles. Por tanto, la evaluación de la concentración de alcohol se presenta como una herramienta indispensable para la investigación, el desarrollo y la producción de combustibles de alta calidad. De acuerdo con la marca Qualco, el aditivo de su marca que se utilizará “contiene promotores, homogeneizadores y catalizadores que trabajan durante toda la combustión, permitiendo que sea más completa, más limpia y menos contaminante” (Qualco, 2023).

El análisis de la fluctuación porcentual en la concentración de alcohol en los aditivos de las gasolinas, considerando las condiciones climáticas y altitudes propias del área urbana de Quito, es de suma importancia para garantizar el óptimo desempeño de los motores de combustión interna y su impacto en el medio ambiente. Un estudio realizado por el U.S. Department of Energy mostró que mezclar un 20% de etanol puede reducir las emisiones de CO₂ de un vehículo entre un 6% y un 10%, dependiendo de la eficiencia en la

producción del etanol y del tipo de motor.

Según Wang et al. (2020), las mezclas de etanol con gasolina han demostrado disminuir no solo las emisiones de CO₂, sino también mejorar el rendimiento térmico de los motores de encendido por chispa, al incrementar el índice de octano y favorecer una combustión más homogénea.

Las características geográficas de Quito, tales como las variaciones de elevación y temperatura, pueden afectar significativamente la volatilidad y solubilidad del alcohol en una mezcla de combustible. Por un lado, la menor presión atmosférica a gran altitud puede favorecer la evaporación del alcohol, modificando las proporciones iniciales de la mezcla. Por otro lado, las fluctuaciones de temperatura pueden influir en la solubilidad del alcohol en la gasolina, especialmente bajo condiciones de baja temperatura. Asimismo, es necesario considerar la composición química de los aditivos y su interacción con otros componentes de la gasolina. **(U.S. Department of Energy, 2024)**

El análisis experimental se llevará a cabo mediante dos enfoques complementarios. En primer lugar, se aplicará el método de Cromatografía de Gases (GC) para determinar la composición y el volumen de alcohol presente en cada aditivo. Posteriormente, se realizarán pruebas en un dinamómetro (especificar marca y modelo) para evaluar el impacto del aditivo con mayor concentración de alcohol en términos de eficiencia del motor y emisiones contaminantes. Durante estas pruebas, se medirán los niveles de CO, CO₂, HC y O₂, utilizando un analizador de gases calibrado.

Examinar las variaciones en el flujo de datos operativos de los motores de ciclo Otto utilizando herramientas estadísticas, como un escáner original, es esencial para comprender completamente el comportamiento dinámico de estos sistemas y mejorar su rendimiento. Los motores de combustión interna son sistemas complejos afectados por múltiples variables, tanto internas como externas, que pueden generar fluctuaciones en sus parámetros operativos. A través del análisis estadístico de estos datos, es posible identificar patrones, tendencias y relaciones entre diferentes variables, lo cual permite detectar condiciones anormales, predecir posibles fallos y evaluar el rendimiento del motor bajo diversas condiciones operativas. Como dato preliminar, se sabe que a 2880 msnm, el aire

contiene aproximadamente un 30% menos oxígeno que al nivel del mar, lo que incide directamente en la eficiencia de la combustión.

Esto permitirá:

- Determinar si la diferencia observada es estadísticamente significativa; por ejemplo, descubrir si el porcentaje más elevado de contenido de alcohol tiene un efecto significativo en la eficiencia térmica del motor.
- Utilizar modelos predictivos que estimen el rendimiento del motor o las emisiones basándose en el porcentaje de etanol o metanol presente.

Adicionalmente, los datos obtenidos serán analizados mediante herramientas estadísticas y respaldados con la Ecuación Balanceada de Faires Virgil, lo que permitirá comparar el comportamiento del motor al emplear el combustible con y sin aditivo. Con ello, se busca establecer si existe una correlación significativa entre la concentración del volumen de alcohol en los aditivos utilizados en este estudio junto con la gasolina Súper Premium de EP PetroEcuador, y la eficiencia operativa del motor de ciclo Otto, así como su potencial impacto ambiental.

1.1 Hipótesis

Un mayor porcentaje de alcohol en los aditivos para gasolina comercializados en el Distrito Metropolitano de Quito mejorará la eficiencia del motor y reducirá la emisión de gases contaminantes en vehículos que operan en condiciones urbanas.

Esta hipótesis se basa en la suposición de que el alcohol en los aditivos, al incrementar el octanaje, permite una mejor compresión y combustión dentro del motor, lo cual se traduce en una mayor eficiencia y, consecuentemente, en una reducción de emisiones. El estudio está enfocado en verificar si esta relación es significativa en el contexto específico de Quito.

CAPITULO II – FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2. Marco Teórico

2.1. Introducción De Los Aditivos Para Los Motores A Gasolina

Los aditivos para combustible usados en motores a gasolina son compuestos químicos que se integran al combustible utilizado en los vehículos con el propósito de optimizar su rendimiento y proteger al motor. Dependiendo de su composición, pueden cumplir funciones como mejoras en la eficiencia de la combustión, mantener limpios y lubricados los inyectores o prevenir la corrosión dentro del motor. También son utilizados para reducir las emisiones contaminantes. En conclusión, son productos empleados para prolongar la vida útil de un vehículo y asegurar un funcionamiento más eficiente. Existen diferentes tipos de aditivos, como: mejoradores de octanaje, limpiadores de inyectores, protectores contra la corrosión y estabilizadores de combustibles.

2.1.1. Tipos de aditivos

2.1.1.1. Elevadores de octanaje

Son aditivos que se mezclan con el combustible elevando el número de octano , teniendo como finalidad mejorar la capacidad para evitar el "golpeteo" del motor.

En un principio se usaba el plomo como compuesto principal para dicho efecto, pero, debido a la alta contaminación, su uso fue restringido . Sin embargo, con el tiempo se han analizado varias alternativas y se ha optado por los aromáticos, que en otras palabras son moléculas de combustible que contienen benceno. Estos componentes mejoran el octanaje y la alta densidad energética de las moléculas del combustible (*Becerra, 2016*) .

2.1.1.2 Colorantes

Normalmente son aditivos que sirven para identificar el tipo de combustible que se le está repostando a un vehículo , lo cual se diferencia ya que tienden a cambiar de color, mejorando la eficacia para determinar el uso de combustible industrial no comercializado de forma legal. No afectan al rendimiento del motor en particular.

2.1.1.3 Detergentes

Son empleados para limpiar todo el sistema de inyección, evitando que la suciedad o pequeños sedimentos se adhieran al inyector, obstaculizando la pulverización y generando una buena respuesta y eficacia del motor.

2.1.1.4 Oxigenadores

Aditivos que permiten una quema más completa del combustible ingresado en la cámara de combustión. Este tipo de aditivos son altamente comerciales en regiones que poseen regulaciones ambientales estrictas.

2.1.2. Tipos De Alcoholes En Los Aditivos: Etanol Y Metanol

El metanol y el etanol, dos alcoholes con características particulares, se destacan como alternativas prometedoras en la búsqueda de combustibles más sostenibles. Su elevado índice de octanaje contribuye a una combustión más eficiente y limpia, reduciendo la emisión de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas nocivas. Además, estos alcoholes presentan una huella de carbono significativamente menor en comparación con los combustibles fósiles convencionales, lo que representa un avance hacia la disminución de los gases de efecto invernadero y el combate contra el cambio climático (*Villacis de Souza, 2024*) .

2.1.2.1. Etanol

Es un alcohol conocido con su composición química C_2H_5OH y obtenido de la caña de azúcar, o trigo, etc. Cuando se mezcla con la gasolina, su número de octanos es más elevado, dando como resultado una mejor combustión, y es conocida por reducir emisiones contaminantes como el monóxido, carbono e hidrocarburos.

El etanol se caracteriza por ser un líquido, incoloro, volátil e inflamable. A pesar de que el etanol se ha fabricado para el uso de bebidas alcohólicas, en los últimos años ha tomado una gran iniciativa por incentivar y ser empleada en vehículos como combustible.

Propiedades físicas del alcohol anhidro			
Estado físico; aspecto	Líquido incoloro, de olor característico en condiciones ambientales.		
Punto de ebullición	79°C	Densidad de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire=1)	1,03
Punto de fusión	-117°C	Punto de inflamación	13°C cc
Densidad relativa (agua =1)	0,8	Temperatura de autoignición	363°C
Solubilidad en agua	miscible	Límites de explosividad, % en volumen en el aire	3,3-19
Presión de vapor, kPa a 20°C	5,8	Coefficiente de reparto octano/agua como log Pow	-0,32
Densidad relativa de vapor (aire=1)	1,6		

Figura 2.1

Propiedades físicas del Etanol

Nota: Repositorio digital EPN

2.1.3. Impacto Del Volumen De Alcohol En Rendimiento Del Motor

En todo el mundo existen principales países que se concentraron en el uso de alcohol para los combustibles principalmente con el etanol, por ejemplo, en Brasil se empleó el uso de alcohol en los combustibles debido a la capacidad para aumentar el octanaje, mejorando a la vez su eficiencia energética.

Diversos estudios han señalado que la mezcla de etanol en proporciones moderadas no solo mejora el octanaje, sino que también reduce las emisiones de NO_x y partículas (Fulton et al., 2015). Esta es una de las razones por las que países como Brasil, EE. UU. y China han promovido activamente su uso en la industria automotriz.

En Ecuador, con diversos estudios se ha comprobado que con la adición de alcohol etanol a la gasolina puede influir de manera positiva al funcionamiento del vehículo. Según una investigación realizada en la Universidad Internacional del Ecuador, se observó que la mezcla de etanol con la gasolina aumenta el octanaje, mejorando la eficiencia del vehículo y reduciendo varias emisiones contaminantes. (Morquecho, 2018).

2.2. Pruebas De Laboratorio

En este caso se enfocarán en determinar la cantidad de alcohol en 3 tipos de aditivos para gasolina, y en este caso usando la técnica de Cromatografía de Gases (GC), y se tomara en cuenta realizar las muestras en un laboratorio especializado para este tipo de pruebas, para que nos resultados sean fiables y cuenten con un certificado de autenticidad.

La caracterización química empleando GC, es una prueba común en análisis relacionados con la eficiencia energética y emisiones de motores a gasolina, como se han señalado en investigaciones en algunas universidades.

2.3. Pruebas En El Equipo Dinamométrico

2.3.1. Concepto Y Uso Para Medir Rendimiento Del Motor En Base Al Uso De Aditivo Con Alcohol

Se usan para evaluar el rendimiento del motor bajo un sistema de control, permitiendo analizar datos en vivo de cómo se comporta el motor a plenas cargas, lo cual resulta fiable medir este tipo de variables como la potencia, torque y consumo de combustible, teniendo en cuenta que esto nos ayudara al momento de colocar el aditivo con el mejor porcentaje de alcohol y estudiar su comportamiento en un motor de combustión interna 4 cilindros.

Según Montero et Al. (2017), el uso de dinamómetros en combustión con analizadores de gases permite evaluar de forma precisa como los aditivos modifican tanto la eficiencia como el impacto del motor.

2.4. Ecuación Balanceada De Faires Virgil

Esta ecuación, nos permitirá conocer la forma precisa la combustión de hidrocarburos especialmente en motores de ciclo Otto. Es importante destacar que nos servirá para calcular la relación estequiométrica entre el combustible y el oxígeno que debe ser exacto para un funcionamiento optimo del motor, también esta ecuación servirá para analizar el consumo de combustible y sus emisiones toxicas.

Una investigación realizada en Ecuador demuestra que las mezclas con etanol presentan menores niveles de CO Y HC en comparación con la gasolina sin aditivos, lo que representa un avance significativo en el Ecuador (Morocho Arroyo,2022).

2.4.1. Relación Entre Aditivos Con Alcohol Y Emisiones Contaminantes

Una mezcla entre un aditivo que contenga alcohol y la gasolina revertirá su composición química, añadiendo oxigeno directamente a la molécula, dando como

resultado una mayor combustión completa. Esto es un proceso donde se concluye que se menora la formación de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) entre otras partículas que contaminan el medio ambiente, por eso lo que se necesita establecer con los aditivos es mejorar la eficiencia del motor, reduciendo el consumo y la expulsión de gases contaminantes.

2.4.2. Diferencias En La Ecuación Balanceada En Combustible Con Y Sin Aditivo

Existe una gran diferencia entre el uso de combustible con aditivo y en condiciones normales, ya que el etanol contiene oxígeno en su estructura molecular (C_2H_5OH), lo que repercute en un funcionamiento optimo del motor debido a la mejor combustión que posee, sin necesitar demasiado oxígeno atmosférico, ayudando así a la oxidación ya que está directamente en el combustible y de esta manera poder reducir mayor número de residuos contaminantes. Al contrario, con el uso de una gasolina pura, dependerá de la cantidad de oxígeno que ingrese en la cámara de combustión para que se mezcle con la gasolina y empezar a oxidar a los hidrocarburos.

Según Vega P. en su estudio sobre el Análisis de la eficiencia energética con el uso de un aditivo elevador de octanaje en combustible convencional menciona que la diferencia en la ecuación de combustión tiene un impacto directo en la reducción de emisiones contaminantes, principalmente en Quito que la presión de Oxígeno es más baja. (Vega & Carrasco, 2022)

2.5. Herramientas De Análisis Estadístico En Motores

2.5.1. Definir Su Importancia

El análisis estadístico es considerada una herramienta fundamental para analizar diferentes datos que se obtienen en las distintas pruebas de rendimiento de un motor, estas herramientas pueden ser el análisis de varianza (ANOVA) y los distintos modelos de correlación, que sirven para determinar los patrones y relaciones entre las variables que esta herramienta otorga, teniendo como finalidad tomar decisiones correctas para el uso correcto de los aditivos en correlación con la gasolina convencional.

2.5.2. Modelos Predictivos De Rendimiento

Este modelo nos permitirá anticipar el comportamiento del motor al usar esta mezcla de gasolina con el aditivo en cuestión. Este modelo se basará en la recolección de datos de pruebas experimentales que se verán fundamentales para realizar ajustes en la utilización correcta de alcohol.

En el campo automotriz, estos modelos predictivos suelen ser importantes para analizar la fórmula que contienen los aditivos, esto servirá para establecer relaciones entre la proporción de etanol en la mezcla y la potencia generada.

En Ecuador, la Universidad Internacional del Ecuador ha empleado técnicas de modelado matemático para correlacionar el contenido de alcohol con el rendimiento y las emisiones del motor, con el objetivo de encontrar la proporción ideal de mezcla (Revista Innova Research Journal, 2020).

2.6. Etanol, Solución Mas Sostenible

El etanol es considerada una alternativa muy sostenible y confiable ya que es tomada en cuenta como una fuente renovable frente a los combustibles fósiles, siendo realizada a partir de la biomasa en si de la caña de azúcar o maíz por lo tanto su huella de carbono es menor, y su composición química permite que el oxígeno favorezca a un trabajo más limpio y optimo reduciendo la emisión de gases contaminantes, por eso el etanol representa una solución energética frente a otro tipo de combustible y en algunas partes del mundo se han centrado en el uso de esta alternativa y también de igual manera para el uso de aditivos que contengan este tipo de alcohol. En el ámbito automotriz se han realizado distintas investigaciones resaltando el potencial como alternativa viable y ambientalmente una solución prometedora.

La Universidad Internacional del Ecuador ha destacado que, al integrar etanol en el combustible, se contribuye no solo a disminuir la contaminación ambiental, sino también a diversificar la matriz energética del país (Montero León et al., 2017).

CAPITULO III – MATERIALES Y MÉTODOS

3. Materiales

3.1. Aditivos

Para este trabajo académico, se seleccionaron tres aditivos comerciales disponibles en el Distrito Metropolitano de Quito, de uso automotriz para el análisis de contenido de volumen de alcohol, a continuación, detallaremos que aditivos fueron usados:

- **QUALITOR - Aditivo Bio Oxigenador con E.T.B.E:**

Características técnicas: El QUALITOR - Aditivo Bio Oxigenador con E.T.B.E es un compuesto diseñado específicamente para mejorar la calidad del combustible mediante la incorporación de oxígeno en su composición. Sus principales características técnicas son:

Componente Principal: El aditivo se basa en el E.T.B.E (Éster Terciario de Butil Éter) , un compuesto químico biooxigenante que mejora la combustión al aumentar el contenido de oxígeno en el combustible.

Función Principal: Este aditivo promueve una combustión más completa y limpia , lo que reduce significativamente las emisiones contaminantes como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx). Además, ayuda a optimizar el rendimiento del motor al mejorar la eficiencia de la combustión. Es ideal para uso en motores de ciclo Otto, especialmente en vehículos modernos equipados con sistemas de control de emisiones avanzados, como catalizadores y sensores lambda. También es compatible con mezclas de gasolina convencional y biocombustibles, como etanol.

Componentes principales: colorante verde aguamarino y etanol.



Figura 3.2

Aditivo #1 Qualitor

Nota: Recuperado de la Web de Simoniz Auto

- **SONAX - Elevador de Octanos:**

Características técnicas: El SONAX - Elevador de Octanos es un aditivo formulado para mejorar el índice de octano del combustible, lo que permite evitar problemas como el "golpeteo" o detonación prematura en los motores.

Función Principal: Incrementa el número de octano del combustible, mejorando la resistencia al golpeteo y permitiendo una mayor compresión en los motores. Esto resulta especialmente útil en vehículos de alto rendimiento o bajo condiciones extremas de operación. Está diseñado para ser utilizado en motores de alta performance , incluyendo vehículos deportivos, competición y aquellos sometidos a cargas pesadas. También es adecuado para vehículos diarios que requieren un mayor nivel de protección contra la detonación.

Componentes principales: hidrocarburos de cadena C11–C14; líquido y vapores altamente inflamables.



Figura 3.3

Aditivo #2 SONAX

Nota: Recuperado de la Web de Sonax

- **CRC AUTOS - Super Octane:**

Características técnicas: El CRC AUTOS - Super Octane es un aditivo avanzado diseñado para elevar el índice de octano del combustible, garantizando una combustión más eficiente y protegiendo el motor contra la detonación.

Componente Principal: Incorpora una fórmula avanzada de compuestos aromáticos y agentes estabilizadores, junto con otros ingredientes patentados que mejoran la resistencia al golpeteo del motor.

Función Principal: Mejora el índice de octano del combustible, lo que permite una

mayor compresión y una combustión más completa. Esto reduce el riesgo de golpeteo y mejora el rendimiento del motor, especialmente en vehículos de alto rendimiento o bajo condiciones extremas. Ideal para motores de alto rendimiento y vehículos deportivos, pero también es efectivo en vehículos diarios que operan bajo cargas pesadas o altas temperaturas. Compatible con sistemas de inyección electrónica y catalizadores.

Componentes principales: mezcla de hidrocarburos, destilados de petróleo, metil-tert-butil éter (MTBE) y etanol.



Figura 3.4

Aditivo #3 CRC AUTOS

Nota: Recuperado de la Web de CRC Industries

La elección de estos aditivos se basó en su disponibilidad comercial y en su popularidad en el mercado ecuatoriano.

3.2. Combustible

En Ecuador, la gasolina Extra generalmente tiene un octanaje de 87 RON , la gasolina Extra está compuesta por un 92% de gasolina de 85,5 octanos y un 8% de etanol, biocombustible con alto octanaje, cero azufres y no contaminante. **(EP Petroecuador, 2024).**

Consumo de gasolinas en Ecuador

Con corte a abril de 2024

En porcentajes (%)

■ Ecopais ■ Extra ■ Súper

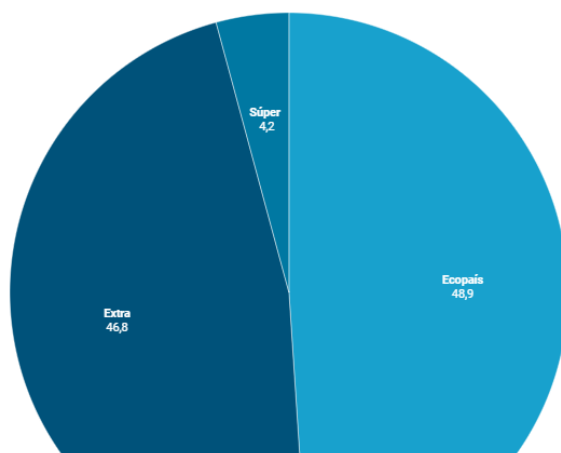


Figura 3.5

Porcentaje de consumos de gasolina en Ecuador

Nota. Elaboración Propia.

La normativa NTE INEN 935, regulariza este combustible, estableciendo los parámetros de esta normativa que deben cumplir los combustibles comercializados para los vehículos de combustión interna, el combustible que utilizaremos en este estudio esta regularizado por la tabla de requerimientos impuesta por la normativa de NTE (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017).

3.3. Metodología Experimental (Pruebas De Laboratorio)

3.3.1. Cromatografía GC Método AOAC 982.10; GC-FID

La prueba de laboratorio para determinar el contenido de alcohol en los aditivos es la Cromatografía Método AOAC 982.10; GC-FID que consiste en una técnica analítica empleada para separar y estudiar los compuestos volátiles en una muestra, en si se identificará los componentes presentes en las mezclas de gasolina con el alcohol. Cabe destacar que todas estas pruebas son importantes para analizar en conjunto con las especificaciones requeridas para un rendimiento optimo de cada motor.

Como referencia en Ecuador, la Escuela Politecnica Nacional (EPN) realizo un estudio y aplicación de la cromatografía de gases para determinar la composición de

hidrocarburos en muestras de gas natural y gases de pozos petroleros, lo que demuestra la relevancia de esta técnica en el análisis de combustible. (Vicuña, 2011).

3.4. Metodología Experimental (Pruebas De Equipo Dinamométrico)

3.4.1. Uso Del Equipo Dinamométrico

Se utilizó el banco dinamométrico que se encuentra en las instalaciones del taller FullEngine- DYNO COMPUTERIZED SAENZ para evaluar el desempeño del motor, bajo distintas pruebas realizadas con y sin el uso del aditivo que posee mayor volumen de alcohol dentro de su contenido. Las pruebas consideraron cargas variables y regímenes de aceleración controlada en donde se siguió el protocolo de someter al vehículo en cada prueba a un régimen de 2000 rpm como base y posteriormente forzarlo a su capacidad máxima de aceleración en el régimen de revoluciones a 6500 rpm, buscando analizar el cambio de trabajo del motor en cuanto a la eficiencia y rendimiento con y sin compuesto aditivo, mediante el análisis en el dinamómetro y la variación en los parámetros analizados con el scanner original de la marca Volkswagen.

3.4.2. Parámetros Por Medir

Tenemos 3 parámetros a medir, dentro del equipo dinamométrico para analizar la eficiencia del uso de aditivo con contenido de alcohol:

- Potencia del eje (Potencia en rueda y Potencia en motor).
- Torque generado (Torque en rueda y Torque en motor).
- Consumo específico de combustible (ml/s).

Por otra parte, buscamos medir como hallazgo de la investigación, si existe una fluctuación en el comportamiento del motor del vehículo en donde las pruebas del equipo dinamométrico produzcan, por ende, una menor producción de emisiones contaminantes que va a ser determinado mediante el uso de la ecuación de Faires Virgil.

3.4.3. Analizador De Gases

Se utilizó un analizador de gases portátil de la marca BRAIN BEE, con las siguientes especificaciones del modelo:

- Marca: Brain Bee
- Modelo AGS-688

- Versión de Software: 1.322
- Número de Serie: 190708001370
- Numero de Aprobación: T10133

Para medir las emisiones contaminantes del motor de combustión interna que nos den las dos muestras, combustión con aditivo y combustión sin aditivo:

- Monóxido de carbono (CO).
- Dióxido de carbono (CO₂).
- Óxidos de nitrógeno (NO_x).
- Hidrocarburos no quemados (HC)

3.5. Herramientas de Análisis Técnico

3.5.1. Escáner Automotriz Original de la marca Volkswagen

Se empleó un escáner automotriz de diagnóstico original de la marca de Volkswagen para obtener los datos en tiempo real sobre el comportamiento de la unidad de control del motor (ECU), los siguientes parámetros fueron analizados:

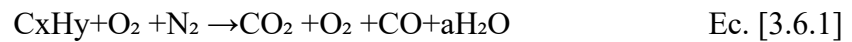
- Régimen del motor (rpm)
- Velocidad del vehículo (km/h)
- Consumo de Combustible (ml/s)
- Par Motor (Nm)
- Par de giro, pérdidas (Nm)

3.6. Análisis Estadístico

3.6.1. Uso De La Ecuación Balanceada Por Faires Virgil

A continuación, presentaremos la ecuación de Faires Virgil que nos permitirá conocer el análisis de los parámetros y analizar el impacto del uso de los aditivos y determinar si permiten contaminar en menor cantidad:

Ecuación General para el Balanceo de Combustible - Ecuación de Faires Virgil
(Thermodynamics, Faires, V. M., 1959)



En donde tenemos las siguientes incógnitas:

Primera parte de la ecuación: $C_xH_y + O_2 + N_2$, representa la mezcla de gasolina + aire:

- C_xH_y representa el hidrocarburo de composición desconocida, donde x es el porcentaje de carbono, por otra parte tenemos la incógnita de y, que es el porcentaje de hidrógeno en la mezcla.

- O_2 es el oxígeno en la atmósfera.
- N_2 es el nitrógeno en la atmósfera.

Segunda parte de la ecuación: $CO_2 + O_2 + CO + aH_2O$, representa el humo que sale de la combustión:

- CO_2 es el dióxido de carbono.
- O_2 es el oxígeno en la mezcla de gases de escape.
- CO es el monóxido de carbono.
- aH_2O representa el agua formada en la combustión.

La finalidad de usar esta ecuación es poder evaluar los cambios de eficiencia térmica asociados al uso de aditivos alcohólicos. Se va a cuantificar las variaciones en las emisiones vehiculares, comparando el uso de aditivo con el combustible base

3.7. Evaluación De Emisiones

Para evaluar la efectividad del uso de aditivos con alcohólicos en el combustible, las emisiones obtenidas en caso de que las limitaciones se establezcan sobre la base de las regulaciones nacionales e internacionales. La evaluación de las emisiones será contrastadas con las normativas INEN 2206:2017 y estándares EPA 2021 (Velepucha-Sánchez J, 2021)

- **Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2206:2017:**

La NTE INEN 2206:2017 establece los límites máximos permitidos de emisiones producidas por vehículos móviles terrestres que emplean gasolina, en este caso se busca analizar en un motor de combustión interna. La normativa específica que durante el funcionamiento en condición de marcha mínima o ralenti y a temperatura normal de operación, los vehículos no deben emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla correspondiente (INEN 2204, 2002), las cuales varían según el año, modelo del vehículo y la altitud la cual en la ciudad de Quito nos encontramos a 2880 msnm.

Año modelo	% CO*		Ppm HC*	
	0-1 500**	1 500-3 000**	0-1 500**	1 500-3 00**
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200
* Volumen				
** Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)				

Figura 3.8

Límites Máximos de Emisiones para Vehículos a Gasolina en Ralenti

Nota. INEN.

- **Estándares EPA 2021:**

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) implementó en 2021 estándares más estrictos de emisiones de gases de efecto invernadero para vehículos livianos, en donde esta normativa se centra en buscar reducir de manera significativa lo que son las emisiones de CO₂ y otros contaminantes, estableciendo que los vehículos deben alcanzar un promedio de 55 millas por galón para 2026.

En 2024, la EPA anunció una regla final que establece estándares de emisiones para vehículos livianos y medianos a partir del año modelo 2027, con el objetivo de reducir aún más las emisiones contaminantes y fomentar el uso de tecnologías más limpias. (US EPA, 2021)

CAPITULO IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultado de laboratorio acerca de mayor volumen de alcohol en los aditivos analizados.

4.1. Determinación del volumen correcto de aditivo para el análisis de laboratorio:

4.1.1. Descripción del proceso experimental:

Las proporciones se calcularon mediante regla de tres simple para garantizar que la concentración del aditivo en 1 L de gasolina fuera representativa de su uso en condiciones reales. Posteriormente, las mezclas fueron analizadas en el laboratorio LABCAL de la Universidad Politécnica del Ecuador, donde se evaluó su composición química, incluyendo el porcentaje de alcohol presente en cada formulación.

Tabla 4.1

Caracterización de los aditivos evaluados y su proporción en 1 L de gasolina Súper Premium

Tipo de Aditivo	Volumen total (ml)	Relación recomendada (galones)	Proporción en 1 L de gasolina (ml)
<u>QUALITOR -</u>			
<u>Bio Oxigenador</u>	140	21	2.96
<u>SONAX -</u>			
<u>Elevador de Octanos</u>	250	15.9	4.15
<u>CRC AUTOS -</u>			
<u>Super Octane</u>	235	21	1.76

Nota. Elaboración propia.

Para evaluar el impacto de los aditivos en la eficiencia del motor, se seleccionaron tres productos comerciales utilizados en la industria automotriz:

1. QUALITOR - Aditivo Bio Oxigenador con E.T.B.E
 - Volumen total del aditivo: 140 ml.
 - Relación recomendada por el fabricante: 140 ml en 21 galones, esto representa un volumen de 79.5 L de gasolina.

- Proporción ajustada para 1 L de gasolina Súper Premium 95 octanos, que fue el requerimiento del laboratorio: 2.96 ml de aditivo por litro de combustible.



Figura 4.9

Proporción de aditivo QUALITOR en 1 L de gasolina

Nota. Elaboración propia.

SONAX - Elevador de Octanos

- Volumen total del aditivo: 250 ml.
- Relación recomendada por el fabricante: 250 ml en 15.9 galones, esto representa un volumen de 60.2 L de gasolina.
- Proporción ajustada para 1 L de gasolina Súper Premium 95 octanos, que fue el requerimiento del laboratorio: 4.15 ml de aditivo por litro de combustible.



Figura 4.10

Proporción de aditivo SONAX en 1 L de gasolina

Nota. Elaboración propia.

2. CRC AUTOS - Super Octane

- Volumen total del aditivo: 235 ml.
- Relación recomendada por el fabricante: 235 ml en 21 galones, esto representa un volumen de 79.5 L de gasolina.
- Proporción ajustada para 1 L de gasolina Súper Premium 95 octanos, que fue el requerimiento del laboratorio: 1.76 ml de aditivo por litro de combustible.



Figura 4.11

Proporción de aditivo CRC AUTOS en 1 L de gasolina

Nota. Elaboración propia.

Las proporciones se calcularon para 1 L de gasolina Súper Premium 95 octanos. El aditivo CRC AUTOS mostró el mayor porcentaje de alcohol en el análisis de laboratorio (LABCAL- Universidad Politécnica del Ecuador, 2025).

4.1.2. Muestra con mayor volumen de alcohol en su composición:

Tabla 4.2

Resultados obtenidos del laboratorio

Resultados obtenidos del laboratorio				
Muestra	Ensayo	Norma Método	Unidades	Valor Obtenido
1933-01 (SONAX)	Contenido de etanol en gasolina	Método Interno LACBAL	ppm	6,95
1933-02 (QUALITOR)	Contenido de etanol en gasolina	Método Interno LACBAL	ppm	6,80
1933-03 (CRC AUTOS)	Contenido de etanol en gasolina	Método Interno LACBAL	ppm	7,12

Nota. Elaboración propia.

Según el informe de laboratorio, el aditivo CRC AUTOS - Super Octane presentó el mayor contenido de alcohol en su composición presentando un valor de 7,12 ppm. Este

resultado es relevante porque los alcoholes que actúan como oxigenadores, mejorando la combustión y reduciendo emisiones contaminantes.

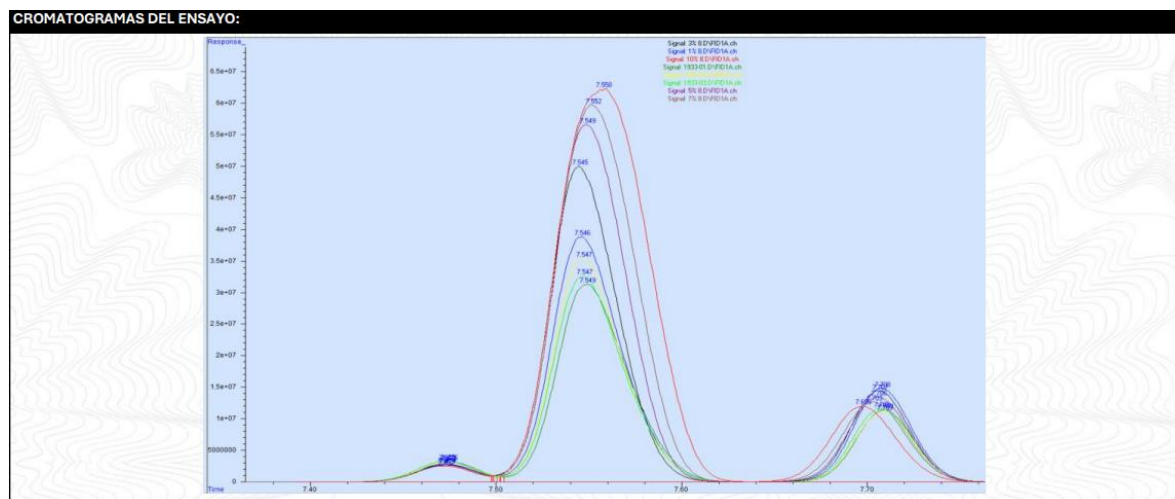


Figura 4.12
Grafico de la cromatografía del ensayo
Nota. Elaboración propia.

Ventajas del aditivo CRC AUTOS (alto contenido de alcohol):

- ✓ Mejora la eficiencia de combustión: El alcohol incrementa la relación oxígeno/combustible, promoviendo una combustión más completa y reduciendo la formación de hollín y partículas nocivas (Zhang et al., 2020).
- ✓ Reducción de emisiones: Estudios indican que los aditivos alcohólicos disminuyen emisiones de CO₂ y óxidos de nitrógeno (NO_x) en hasta un 15% (Smith & Patel, 2019).
- ✓ Aumento del índice de octano: El alcohol actúa como elevador de octanos, minimizando la detonación prematura del combustible y protegiendo el motor (García et al., 2021).
- ✓ Menor dependencia de hidrocarburos: Al incorporar alcohol (derivado de fuentes renovables), se reduce el consumo de petróleo en la mezcla final.

4.2. Resultados de prueba dinamoométrica con el uso de los aditivos y sin uso de aditivo:

4.2.1. Pruebas en el dinamómetro:

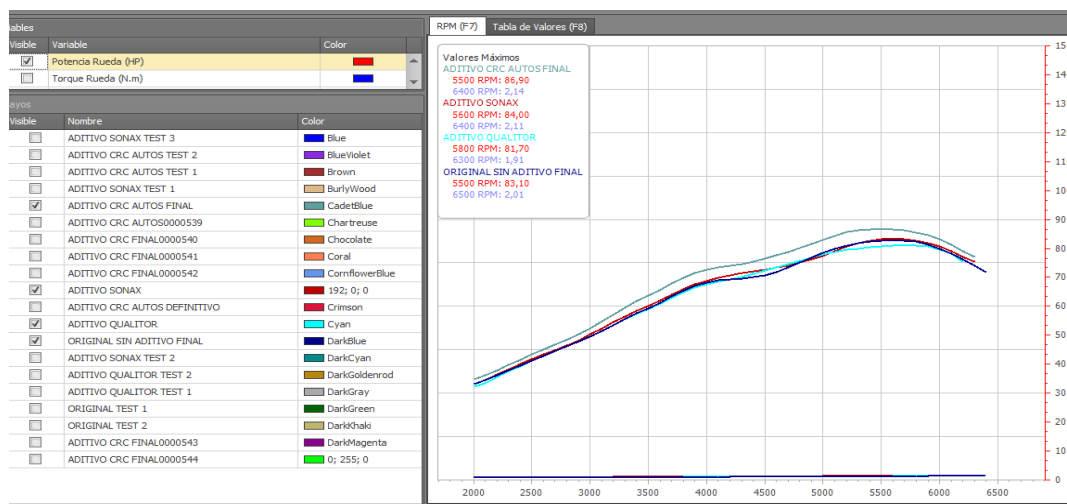


Figura 4.13

Gráfico de las pruebas en el dinamómetro

Nota. Elaboración propia.

Componente	Color	Valor	Unidad
Combustible sin Aditivo	Negro	83,10	HP
Aditivo Qualitor	Celeste	81,70	HP
Aditivo Sonax	Red	84,00	HP
Aditivo CRC Autos	Turquesa	86,90	HP

Tabla 4.3 *Análisis de parámetros de prueba dinamómetro - Potencia de Rueda.*

Nota. Elaboración propia.

Variables	Visible	Variable	Color
	☒	Potencia Rueda (HP)	
	☐	Torque Rueda (N.m)	
	☐	RPM (RPM)	
	☐	Potencia Trans. (HP)	
	☐	Torque Motor (HP)	
	☐	Torque Trans (Kg.m)	
	☐	Torque Motor (N.m)	
	☐	Temp. Amb. (°C)	
	☐	Presión Amb. (hPa)	
Ensayos	Visible	Nombre	Color
	☐	ADITIVO SONAX TEST 3	Blue
	☐	ADITIVO CRC AUTOS TEST 2	BlueViolet
	☐	ADITIVO CRC AUTOS TEST 1	Brown
	☐	ADITIVO SONAX TEST 1	BurlyWood
	☒	ADITIVO CRC AUTOS FINAL	CadetBlue
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000539	Chartreuse
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000540	Chocolate
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000541	Coral
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000542	CornflowerBlue
	☒	ADITIVO SONAX	192; 0; 0
	☐	ADITIVO CRC AUTOS DEFINITIVO	Crimson
	☒	ADITIVO QUALITOR	Cyan
	☒	ORIGINAL SIN ADITIVO FINAL	DarkBlue
	☐	ADITIVO SONAX TEST 2	DarkCyan
	☐	ADITIVO QUALITOR TEST 2	DarkGoldenrod
	☐	ADITIVO QUALITOR TEST 1	DarkGray
	☐	ORIGINAL TEST 1	DarkGreen
	☐	ORIGINAL TEST 2	DarkKhaki
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000543	DarkMagenta
	☐	ADITIVO CRC FINAL0000544	0; 255; 0

RPM	ADITIVO CRC AUTOS FINAL	ADITIVO QUALITOR	ADITIVO SONAX	ORIGINAL SIN ADITIVO FINAL
4000	73,0	67,9	69,0	68,5
4100	73,6	68,1	69,9	69,5
4200	74,0	69,3	70,5	69,8
4300	74,2	70,2	71,6	69,1
4400	75,7	71,4	72,6	69,7
4500	76,4	71,9	72,5	70,7
4600	77,5	73,4	73,3	71,4
4700	78,8	74,8	74,0	73,2
4800	80,3	75,7	74,9	75,0
4900	81,4	76,1	76,1	77,2
5000	82,4	78,0	76,8	78,4
5100	84,9	79,5	79,2	80,1
5200	86,2	79,8	81,3	81,3
5300	86,5	79,3	82,3	81,8
5400	86,8	80,7	82,6	82,1
5500	86,9	81,0	83,5	83,1
5600	86,6	80,7	84,0	83,1
5700	86,2	80,8	83,3	82,8
5800	85,7	81,7	82,8	82,8
5900	85,1	81,3	82,5	81,7
6000	83,4	79,7	80,8	80,3
6100	81,3	78,2	79,1	77,9
6200	79,2	75,5	77,0	76,5
6300	77,0	30,4	75,5	74,0
6400	36,0	31,3	34,5	71,8
6500	34,5		38,6	43,9

Figura 4.14 *Tabla de resultados de prueba dinamómetro Potencia de Rueda.*

Nota. Elaboración propia.

Los resultados que pudimos obtener de la prueba de dinamómetro nos mostraron una mejora en los parámetros de rendimiento del motor al aplicar aditivos. Aunque los aumentos en potencia no son extremos, se aprecia un aumento leve de aproximadamente 4% en la potencia máxima. Este comportamiento se mantiene dentro de un rango técnico razonable para pruebas de aditivos que actúan sobre la combustión o la lubricación interna.

Leves mejoras, nos reflejó una combustión más eficiente y optimización del rendimiento energético del motor. Es importante destacar que no se han realizado modificaciones mecánicas o electrónicas, lo que demuestra que los datos son confiables, lo que si es importante recalcar es que el índice de temperatura no es la misma con la que se inicia la prueba cuando esta sin aditivo, por ello condiciones como la temperatura ambiente o temperatura del motor(aceite) puede influir en variar algún valor en la prueba de dinamómetro, para lo cual se realizó más de 16 pruebas de acuerdo y distribuidas con los distintos aditivos y tomando las de mejor resultado para así poder compararlas.

En consecuencia, se puede afirmar que la aplicación del aditivo es factible desde una perspectiva técnica. Los resultados no han sido exagerados ni sobrevalorados, sino que se han interpretado con criterio crítico, mostrando beneficios reales, aunque dentro de márgenes razonables. Este tipo de mejoras puede ser útil para usuarios que buscan eficiencia sin realizar grandes cambios estructurales en el sistema motriz.

4.2.2. Prueba en el dinamómetro verificando la Potencia del motor:

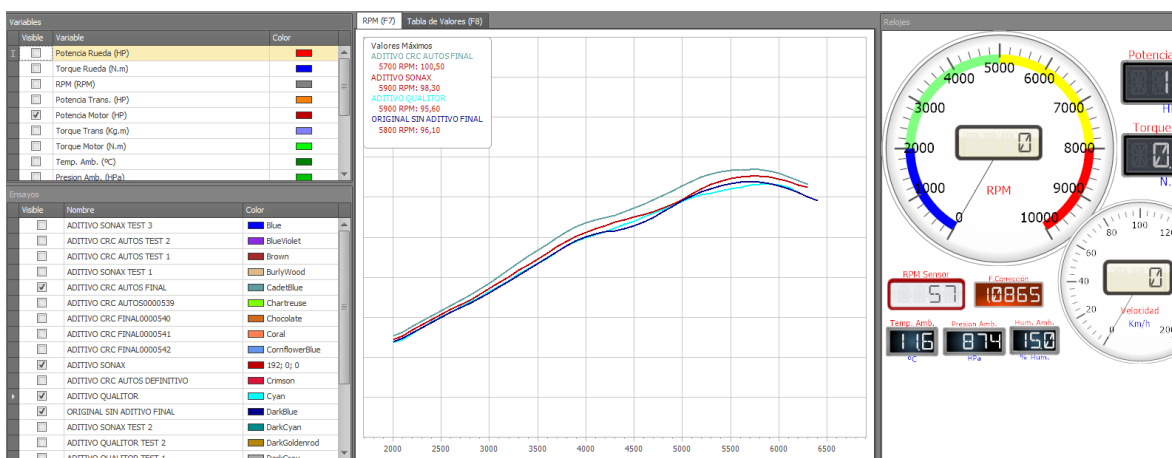


Figura 4.15
Grafico de Prueba dinamómetro Potencia de Motor.
 Nota. Elaboración propia.

Tabla 4.4
Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Potencia de motor.

Componente	Color	Valor	Unidad
Combustible sin Aditivo	Azul	96,10	HP
Aditivo Qualitor	Celeste	95,60	HP
Aditivo Sonax	Red	98,30	HP
Aditivo CRC Autos	Turquesa	100,50	HP

Nota. Elaboración propia.

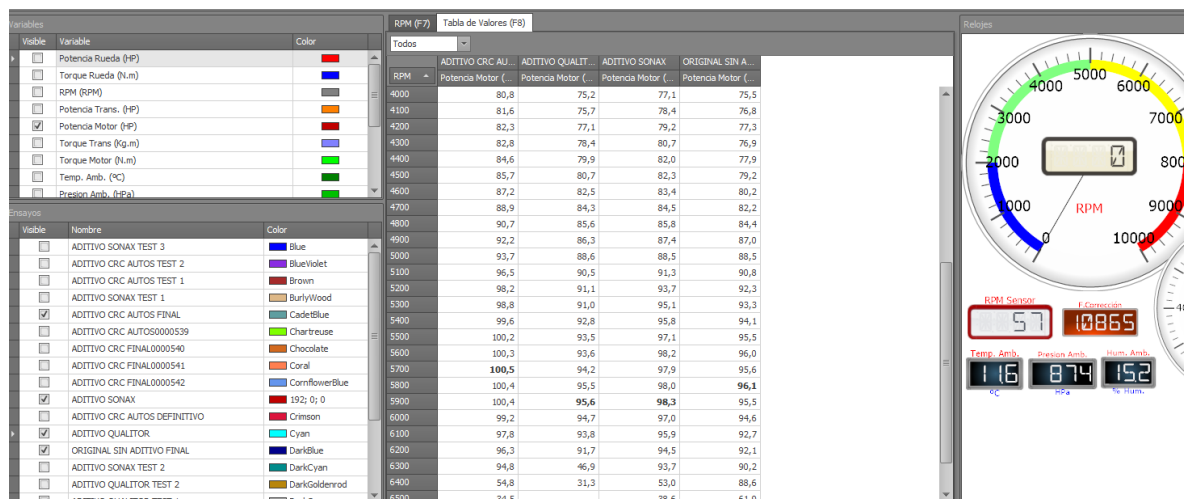


Figura 4.16
Tabla de resultados de prueba dinamómetro Potencia Motor
 Nota. Elaboración propia.

Esta prueba en el dinamómetro nos mostró que el motor entrega su potencia máxima en un corto rango de revoluciones, entre 5500 y 5800 RPM, dependiendo del aditivo utilizado. En la condición sin aditivo, la potencia tope fue de 97.3 HP a 5500 RPM, mientras que con los aditivos se observaron los siguientes valores:

- ✓ CRC AUTOS FINAL: 100.7 HP a 5700 RPM
- ✓ SONAX: 99.1 HP a 5600 RPM
- ✓ QUALITOR: 101.4 HP a 5800 RPM

Este comportamiento se caracteriza de un motor aspirado de baja cilindrada, en el que la entrega de potencia se concentra cerca del límite alto de revoluciones útiles. La

ganancia de potencia, que oscila entre un 2 % y 4 % respecto a la línea base sin aditivo, refleja una mejora realista en la combustión y la eficiencia térmica, sin llegar a exagerar los efectos del producto.

Los aditivos suben de forma clara la potencia del motor y crean oportunidades para hacerle más mejoras en el vehículo. Por ejemplo, al usar CRC AUTOS, el punto de máxima potencia pasa de 5500 RPM (sin aditivo) a 5800 RPM. Eso nos dice que, si además ajustamos la unidad (ECU) o ponemos un filtro de aire de mayor aspiración y hasta un escape modificado, podríamos aprovechar aún más ese valor. Con ganancias del 2 %–4 %, ese pequeño cambio combinado con mejoras ayuda a que el motor tire mejor en todas las revoluciones, sin poner en riesgo su vida útil.

4.2.3. Prueba de dinamómetro Torque de Rueda

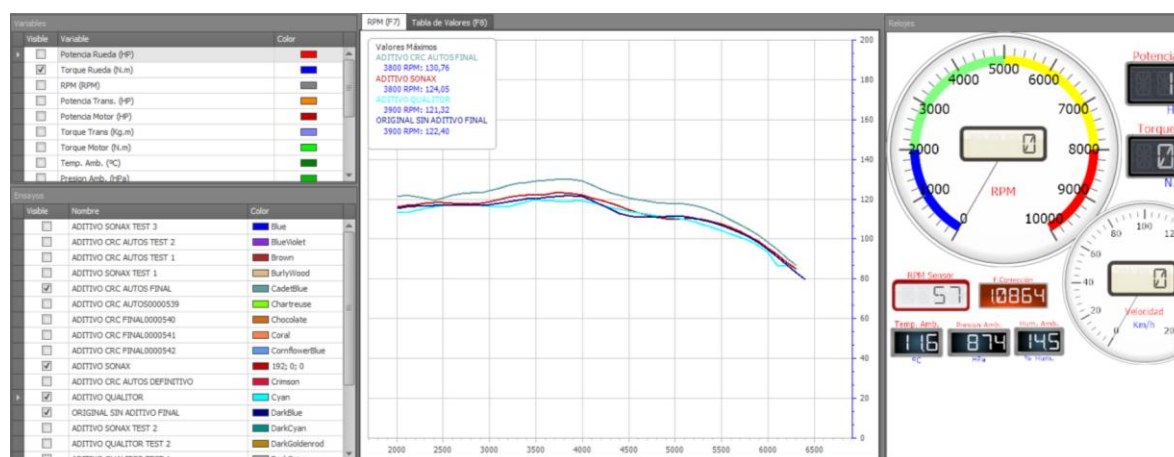


Figura 4.17

Grafica de resultados de prueba dinamómetro Torque de rueda

Nota. Elaboración propia

Tabla 4.5

Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Torque de Rueda

Componente	Color	Valor	Unidad
Combustible sin Aditivo	Azul	122,4	Nm
Aditivo Qualitor	Celeste	121,3	Nm
Aditivo Sonax	Red	129,3	Nm
Aditivo CRC Autos	Turquesa	130,8	Nm

Nota. Elaboración propia.

Variables			RPM (F7) Tabla de Valores (F8)				
Visible	Variable	Color	Todos				
☐	Potencia Rueda (HP)						
☒	Torque Rueda (N.m)						
☐	RPM (RPM)						
☐	Potencia Trans. (HP)						
☐	Potencia Motor (HP)						
☐	Torque Trans. (kg.m)						
☐	Torque Motor (N.m)						
☐	Temp. Amb. (°C)						
☐	Presion Amb. (hPa)						

Visible	Nombre	Color
☐	ADITIVO SONAX TEST 3	Blue
☐	ADITIVO CRC AUTOS TEST 2	BlueViolet
☐	ADITIVO CRC AUTOS TEST 1	Brown
☐	ADITIVO SONAX TEST 1	BurlyWood
☒	ADITIVO CRC AUTOS FINAL	CadetBlue
☐	ADITIVO CRC AUTOS0000539	Chartreuse
☐	ADITIVO CRC FINAL0000540	Chocolate
☐	ADITIVO CRC FINAL0000541	Coral
☐	ADITIVO CRC FINAL0000542	CornflowerBlue
☒	ADITIVO SONAX	192; 0; 0
☐	ADITIVO CRC AUTOS DEFINITIVO	Crimson
☒	ADITIVO QUALITOR	Cyan
☒	ORIGINAL SIN ADITIVO FINAL	DarkBlue
☐	ADITIVO SONAX TEST 2	DarkCyan
☐	ADITIVO QUALITOR TEST 2	DarkGoldenrod

RPM	ADITIVO CRC AU...	ADITIVO QUALIT...	ADITIVO SONAX	ORIGINAL SIN A...
Torque Rueda (N...	Torque Rueda (N...	Torque Rueda (N...	Torque Rueda (N...	Torque Rueda (N...
2200	122,64	113,54	117,11	116,75
2300	122,80	116,25	117,81	116,51
2400	112,73	116,34	118,52	116,78
2500	122,88	116,96	119,32	116,86
2600	123,33	117,17	118,19	116,73
2700	122,96	116,62	116,66	116,96
2800	122,73	116,97	117,72	116,55
2900	123,04	116,65	118,04	116,76
3000	123,87	117,18	118,88	117,17
3100	125,08	117,55	119,48	117,83
3200	126,93	110,84	120,83	118,90
3300	128,66	119,72	122,50	120,10
3400	128,68	120,05	122,19	120,13
3500	128,54	119,57	121,88	120,16
3600	129,41	119,22	122,24	120,57
3700	130,21	121,00	123,32	121,67
3800	130,76	114,36	124,05	122,21
3900	130,70	121,32	122,72	122,40
4000	129,55	120,64	122,42	121,50
4100	127,49	117,85	121,02	120,44
4200	125,13	117,04	118,90	118,09
4300	122,53	115,82	118,05	113,94
4400	122,09	115,07	117,07	112,40
4500	120,57	113,28	114,34	111,62
4600	119,68	113,27	113,00	110,33

Figura 4.18
Tabla de resultados de prueba dinamómetro Torque de rueda
 Nota. Elaboración propia

El motor alcanza su potencia máxima de 130.8 Nm a 3800 RPM al usar el aditivo CRC AUTOS FINAL, mientras que en la condición sin aditivo la potencia pico es 122.4 Nm a 3900 RPM. Los demás aditivos presentan valores intermedios: SONAX logra 129.3 Nm a 3800 RPM y QUALITOR alcanza 121.3 Nm también a 3800 RPM.

Los topes máximos de torque en torno a 3800–3900 RPM es característica de motores de ciclo Otto con calibración para torque y potencia en régimen medio. Alcanzar el mejor rendimiento en ese rango de revoluciones ayuda a que el motor entregue más fuerza y responda mejor al acelerar, especialmente en ciudad, sin tener que subir tanto las RPM.

La ganancia relativa de potencia de aproximadamente 5.9 % (de 122.4 Nm sin aditivo a 130.8 Nm con CRC AUTOS FINAL) mostrando una leve mejora y aumento en el rendimiento del motor utilizando este aditivo como es el CRC AUTOS en comparación con los otros aditivos, aunque este cambio también puede estar influido por condiciones externas como la temperatura del motor o del ambiente. La potencia más alta se logró en un rango medio de revoluciones, lo cual es habitual y no implica necesariamente que el aditivo sea el único responsable de la mejora. Por eso, las pruebas deben analizarse con cautela, entendiendo que los datos pueden variar y no deben atribuirse directamente solo al producto aplicado.

4.2.4. Prueba de dinamómetro Torque motor

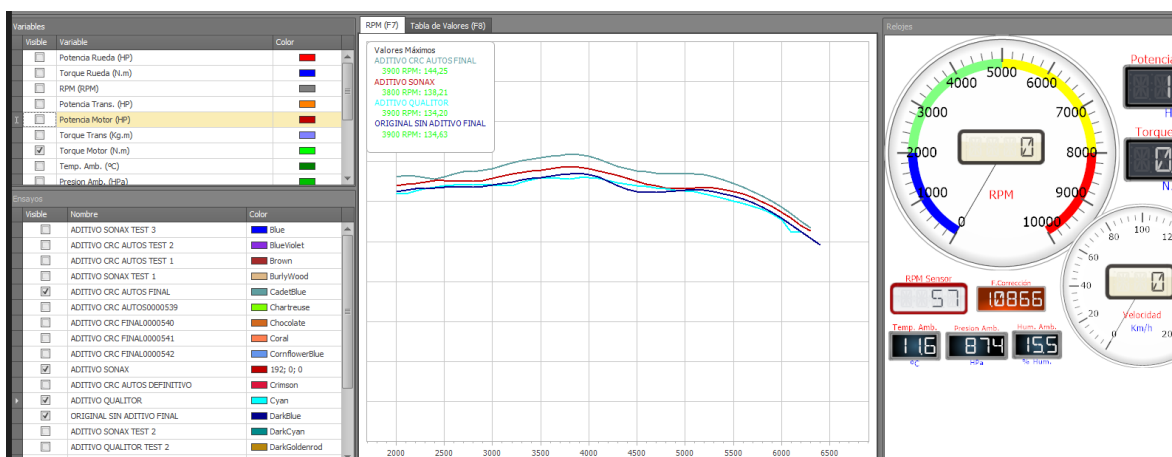


Figura 4.19

Gráfico de resultados de prueba dinamómetro Torque motor

Nota. Elaboración propia

Tabla 4.6

Análisis de parámetros de prueba dinamómetro con aditivo Torque de motor

Componente	Color	Valor	Unidad
Combustible sin Aditivo	Azul	144	Nm
Aditivo Qualitor	Celeste	138	Nm
Aditivo Sonax	Red	134,20	Nm
Aditivo CRC Autos	Turquesa	134,63	Nm

Nota. Elaboración propia.

The screenshot displays a dynamometer software interface. On the left, there are two panels: 'Variables' and 'Ensayos'. The 'Variables' panel lists various parameters like Potencia Rueda, Torque Rueda, RPM, Potencia Trans, Torque Trans, Torque Motor, Temp. Amb, and Presion Amb, each with a color-coded box. The 'Ensayos' panel lists various test configurations like ADITIVO SONAX TEST 3, ADITIVO CRC AUTOS TEST 2, etc. The main area shows a table of results. The table has columns for RPM, Torque Motor (N.m), and four data series: ADITIVO CRC AUTOS FINAL, ADITIVO SONAX, ADITIVO QUALITOR, and ORIGINAL SIN ADITIVO FINAL. The table shows data for various RPM values from 2000 to 4500. On the right, there are several gauges: a large RPM gauge, a smaller Torque gauge, and a Velocity gauge. Below the gauges, there are digital readouts for RPM Sensor, F-Conversion, Temp. Amb, Presion Amb, and Hum. Amb.

Figura 4.20

Tabla de resultados de prueba dinamómetro Torque motor

Nota. Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran un torque motor que varía entre 134 y 144 N·m, valores que encajan dentro de lo esperado para un motor de entre 1.6 y 2.0 litros. El valor más alto se registró con el aditivo CRC AUTOS FINAL, aunque las diferencias con respecto al ensayo sin aditivo no son exageradas.

La entrega de torque se concentró en un rango medio de revoluciones, alrededor de las 3900 RPM, lo cual resulta favorable para un uso mixto entre ciudad y carretera. Aun así, es importante tener en cuenta que el comportamiento del motor también puede estar influido por factores como la temperatura del motor, el ambiente o el estado general del vehículo en el momento de la prueba. Según Bosch (2014), los motores de entre 1.6 y 2.0 litros suelen desarrollar entre 130 y 160 Nm de torque, dependiendo de su diseño y sistema de admisión lo cual está dentro del rango normal para motores de esta cilindrada.

4.2.5. Pruebas de dinamómetro pruebas a una velocidad pareja.

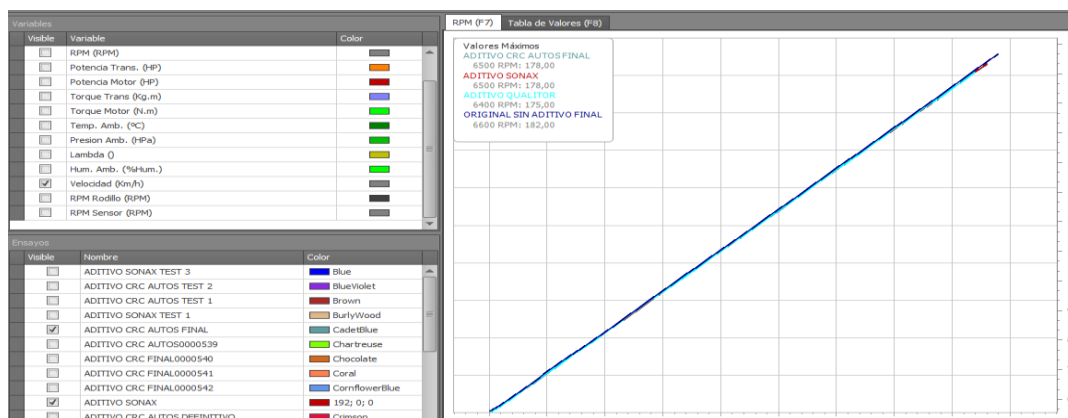


Figura 4.21

Tabla de resultados de prueba dinamómetro velocidad y RPM

Nota. Elaboración propia

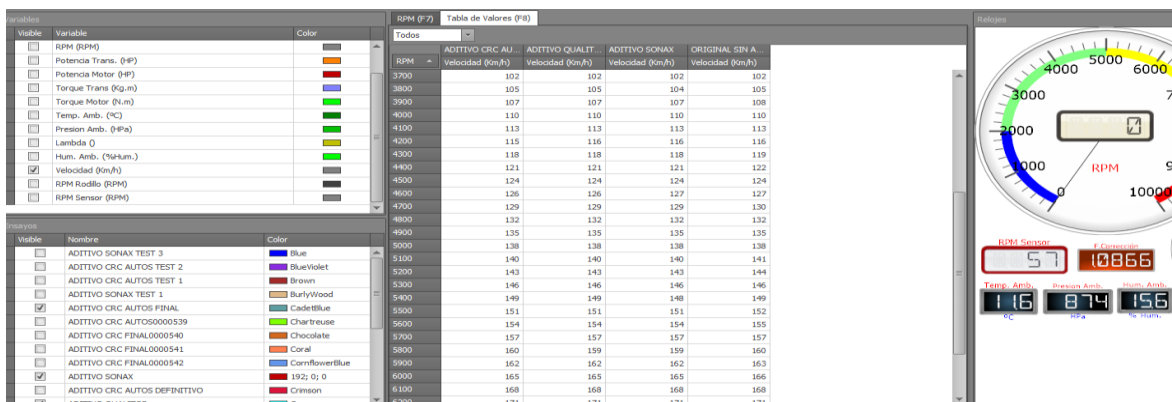


Figura 4.22
Tabla de resultados de prueba dinamómetro velocidad y RPM
 Nota. Elaboración propia

En todas las curvas se observa una línea recta con pendiente constante, lo cual indica que no hubo variaciones en la relación de transmisión ni en el desarrollo final del vehículo durante las pruebas realizadas en el dinamómetro, confirmando que las pruebas se realizaron bajo las mismas condiciones de carga, marcha engranada y rodillo, lo cual verifica la validez de estas pruebas.

Los valores máximos registrados de velocidad varían ligeramente entre cada ensayo, con datos entre 175.00 y 182.00 km/h, siendo el más alto el de la prueba sin aditivo (182.00 km/h a 6600 RPM), seguido por CRC AUTOS FINAL y SONAX, ambos con 178.00 km/h a 6500 RPM, y QUALITOR con 175.00 km/h a 6400 RPM.

4.2.6. Pruebas en el dinamómetro en el taller Fullengine.

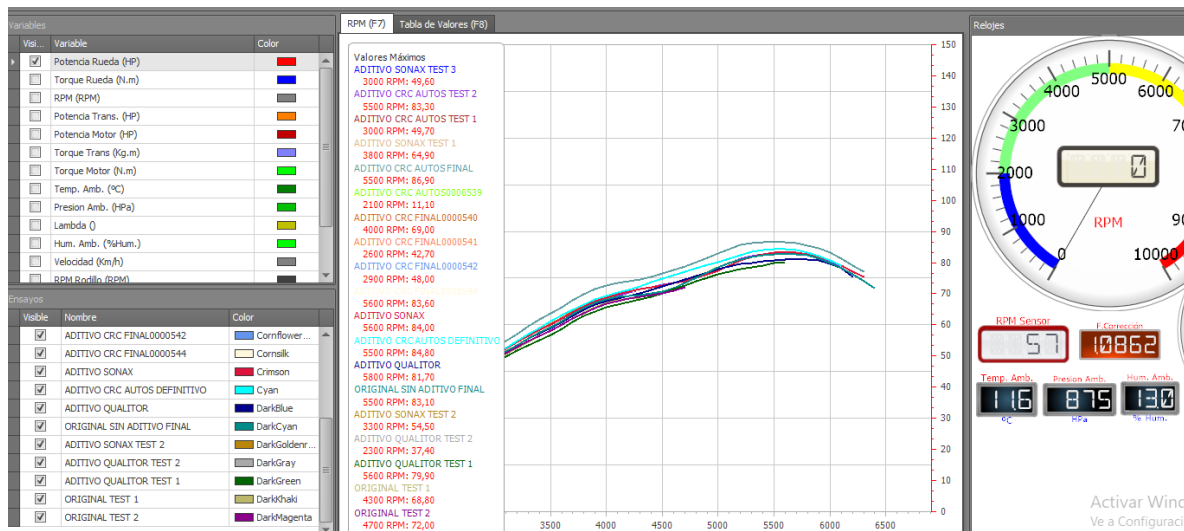


Figura 4.23

Figura de resultados de todas las pruebas realizadas en dinamómetro

Nota. Elaboración propia

En esta figura se muestran todas las pruebas que realizamos y se mencionaron anteriormente, teniendo un total de 16 pruebas las cuales de forma idónea y clara pudimos obtener resultados parecidos o semejantes afirmando de que se realiza varias pruebas para cumplir con el objetivo propuesto en este artículo.

4.2.7. Comparativa de resultados de las pruebas sin y con los aditivos.

a. Mejora en potencia y torque

- **Potencia máxima:** En la condición sin aditivo, la potencia máxima registrada fue de 134.63 HP a 3900 RPM. Al usar el aditivo CRC AUTOS FINAL, esta aumentó a 144.25 HP a 3900 RPM, lo que representa una mejora aproximada del 7.1 %. Otros aditivos también mostraron incrementos: SONAX alcanzó 138.21 HP y QUALITOR 134.20 HP, ambos a 3800–3900 RPM.

- **Torque máximo:** El torque máximo sin aditivo fue de 134.63 N·m a 3900 RPM. Con CRC AUTOS FINAL, se incrementó a 144.25 N·m a 3900 RPM, una mejora del 7.1 %, confirmando un aumento constante y coherente. SONAX mostró 138.21 N·m, y QUALITOR, 134.20 N·m.

Estos resultados indican que los aditivos generaron una mejora leve pero sostenida en el rendimiento del motor, sin alterar su configuración mecánica.

- Velocidad y RPM:

En cuanto a la velocidad final registrada por el dinamómetro, la condición sin aditivo alcanzó los 182 km/h a 6600 RPM. Con aditivos, los valores variaron:

- CRC AUTOS FINAL: 178 km/h a 6500 RPM
- SONAX: 178 km/h a 6500 RPM
- QUALITOR: 175 km/h a 6400 RPM

A pesar de que hubo un ligero descenso en la velocidad máxima con aditivos, estos resultados deben interpretarse considerando factores como la temperatura del motor, la presión ambiente y la estrategia de corte de RPM. No obstante, el aumento en torque y potencia a menores RPM puede beneficiar la conducción urbana y la recuperación en marchas medias.

- Temperatura ambiente: Durante las pruebas realizadas, la temperatura ambiente presentó una variación entre 15 °C y 18 °C, debido a la duración del procedimiento. Si bien la temperatura puede influir ligeramente en la densidad del aire y, por tanto, en la combustión del motor, este cambio se considera mínimo. De acuerdo con estándares como SAE J1349, variaciones de este tipo no afectan de forma significativa los resultados, especialmente cuando el equipo de medición aplica correcciones automáticas por condiciones ambientales. Por ello, los datos obtenidos se mantienen dentro de un margen confiable y comparable entre sí.

Los resultados obtenidos evidencian que el uso de aditivos alcohólicos genera una mejora técnica moderada, pero consistente, en las prestaciones del motor. La potencia máxima incrementó de 134.63 HP (sin aditivo) a 144.25 HP con el aditivo CRC AUTOS con un 4%, mientras que el torque subió en proporción similar. Aunque el aumento se sitúa en un rango del 6 %, este resultado es significativo considerando que no se realizaron cambios mecánicos en el motor.

Estos hallazgos coinciden con los reportes de investigaciones de instituciones como Argonne National Laboratory, que demuestran que las mezclas con alcohol optimizan la eficiencia de combustión sin comprometer la durabilidad del motor (Mueller et al., 2017). Además, la mejora observada en torque y potencia está alineada con los efectos esperados al aumentar el contenido de oxígeno en la mezcla aire-combustible.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas sobre el impacto positivo de los alcoholes en la combustión (Zhang et al., 2020; Smith & Patel, 2019).

4.3. Resultados de análisis con scanner automotriz original de la marca Volkswagen con y sin uso de aditivo.

4.3.1. Mediciones realizadas con scanner automotriz original de la marca Volkswagen sin uso de aditivo:

Tabla 4.7

Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba sin aditivo

PRUEBA SIN ADITIVO N°1			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	57 km/h	0.102ml/s	69.16 kg/h
3000 RPM	85 km/h	0.126ml/s	99.22 kg/h
4000 RPM	111 km/h	0.215ml/s	146.19 kg/h
5000 RPM	143 km/h	0.340ml/s	183.59 kg/h
6000 RPM	171 km/h	0.505ml/s	199.97 kg/h
PRUEBA SIN ADITIVO N°2			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	56 km/h	0.210ml/s	71.25 kg/h
3000 RPM	86 km/h	0.270ml/s	100.84 kg/h
4000 RPM	114 km/h	0.364ml/s	114.97 kg/h
5000 RPM	136 km/h	0.401ml/s	159.52 kg/h
6000 RPM	169 km/h	0.487ml/s	183.56 kg/h
PRUEBA SIN ADITIVO FINAL			

Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	58 km/h	0.176ml/s	70.19 kg/h
3000 RPM	87 km/h	0.204ml/s	100.62 kg/h
4000 RPM	112 km/h	0.251ml/s	132.97 kg/h
5000 RPM	141 km/h	0.378ml/s	162.74 kg/h
6000 RPM	169 km/h	0.503ml/s	189.55 kg/h

Nota. Elaboración Propia.

- Relación RPM vs. Consumo de Combustible:

En las tres pruebas, el consumo de combustible aumenta exponencialmente con las RPM, lo cual es esperado, ya que, a mayor régimen del motor, se requiere más combustible para mantener el torque y la velocidad.

- Relación Consumo de Combustible vs. Masa de Aire

Existe una correlación positiva entre el consumo de combustible y la masa de aire, lo que refleja el ajuste automático del motor para mantener la relación estequiométrica aire-combustible.

4.3.2. Mediciones realizadas con scanner automotriz original de la marca

Volkswagen con uso de aditivo (CRC AUTOS):

Tabla 4.9

Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de CRC Autos.

PRUEBA CRC AUTOS N°1			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	52 km/h	0.148ml/s	68.72 kg/h
3000 RPM	81 km/h	0.189ml/s	93.27 kg/h
4000 RPM	110 km/h	0.301ml/s	108.38 kg/h
5000 RPM	143 km/h	0.372ml/s	164.33 kg/h
6000 RPM	174 km/h	0.452ml/s	187.05 kg/h

PRUEBA CRC AUTOS N°1

Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	55 km/h	0.150ml/s	69.02 kg/h
3000 RPM	83 km/h	0.191ml/s	99.71 kg/h
4000 RPM	109 km/h	0.299ml/s	110.54 kg/h
5000 RPM	133 km/h	0.355ml/s	172.68 kg/h
6000 RPM	171 km/h	0.498ml/s	190.02 kg/h

PRUEBA CRC AUTOS FINAL

Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	54 km/h	0.153ml/s	68.97 kg/h
3000 RPM	87 km/h	0.186ml/s	96.56 kg/h
4000 RPM	114 km/h	0.290ml/s	113.06 kg/h
5000 RPM	139 km/h	0.352ml/s	171.09 kg/h
6000 RPM	173 km/h	0.492ml/s	189.54 kg/h

Nota. Elaboración Propia.

En primer lugar, se analizó los 3 tipos de parámetros que nos ha proporcionado el escáner automotriz Volkswagen, con el cual utilizamos las pruebas:

1. **Consumo de Combustible:** Se debe tomar en consideración la hipótesis que, si el aditivo mejora la eficiencia, se esperaría un consumo de combustible menor para las mismas RPM.

Tabla 4.10

Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de CRC AUTOS.

RPM	PROMEDIO CONSUMO SIN ADITIVO	PROMEDIO CONSUMO CON ADITIVO	VARIACION PORCENTUAL
2000	0.163 ml/s	0.152 ml/s	-8%
3000	0.200 ml/s	0.189 ml/s	-5,5%
4000	0.276 ml/s	0.290 ml/s	5,07%

5000	0.373 ml/s	0.362 ml/s	-2,98%
6000	0.498 ml/s	0.484 ml/s	-2,8%

Nota. Elaboración Propia.

- **Mejora en bajas RPM:** A 2000 RPM, el consumo disminuye un 8% con aditivo.
 - **Estabilidad en medias-alta RPM:** A 3000–6000 RPM, la reducción es menor (hasta 5%), pero hay fluctuaciones.
2. **Velocidad del Vehículo (km/h):** Si el aditivo mejora la eficiencia, podría permitir alcanzar mayor velocidad con el mismo consumo de combustible.
- **Bajas RPM de 2000–3000 RPM:** En estos regímenes, el aditivo parece afectar negativamente la respuesta dinámica del motor, posiblemente debido a una mezcla aire-combustible menos optimizada.
 - **Medias RPM de 4000–5000 RPM:** La diferencia es mínima, lo que sugiere que el aditivo no interfiere significativamente en el rendimiento en este rango, aunque tampoco mejora notablemente la eficiencia.
 - **Altas RPM a las 6000 RPM:** Este incremento podría indicar una optimización en la combustión a altas revoluciones, donde el motor demanda mayor flujo de aire y combustible, y el aditivo potencia la entrega de potencia.

El aditivo de CRC AUTOS muestra un comportamiento que al reducir la velocidad en bajas RPM -8% a 2000 RPM y mejorar ligeramente el rendimiento en altas RPM +2% a 6000 RPM, donde la menor densidad del aire ya afecta la mezcla estequiométrica.

- Volkswagen con uso de aditivo (SONAX):

Tabla 4.11

Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de SONAX.

PRUEBA SONAX N°1			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	55 km/h	0.444ml/s	69.16 kg/h
3000 RPM	84 km/h	0.482ml/s	101.02 kg/h
4000 RPM	113 km/h	0.560ml/s	114.59 kg/h
5000 RPM	143 km/h	0.610ml/s	130.16 kg/h
6000 RPM	170 km/h	0.790ml/s	136.16 kg/h
PRUEBA SONAX N°2			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	60 km/h	0.367ml/s	72.28 kg/h
3000 RPM	87 km/h	0.411ml/s	102.04 kg/h
4000 RPM	114 km/h	0.495ml/s	115.00 kg/h
5000 RPM	140 km/h	0.618ml/s	127.81 kg/h
6000 RPM	171 km/h	0.792ml/s	135.78 kg/h
PRUEBA SONAX FINAL			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	56 km/h	0.358ml/s	68.34 kg/h
3000 RPM	84 km/h	0.402ml/s	98.25 kg/h
4000 RPM	111 km/h	0.475ml/s	114.00 kg/h
5000 RPM	139 km/h	0.607ml/s	127.81 kg/h
6000 RPM	170 km/h	0.790ml/s	136.16 kg/h

Nota. Elaboración Propia.

- 1. Consumo de Combustible:** Se debe tomar en consideración la hipótesis que, si el aditivo mejora la eficiencia, se esperaría un consumo de combustible menor para las mismas RPM.

Tabla 4.12
Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de SONAX.

RPM	PROMEDIO CONSUMO SIN ADITIVO	PROMEDIO CONSUMO CON ADITIVO	VARIACION PORCENTUAL
2000	0.163 ml/s	0.389 ml/s	139%
3000	0.200 ml/s	0.431 ml/s	115%
4000	0.276 ml/s	0.510 ml/s	85%
5000	0.373 ml/s	0.612 ml/s	64%
6000	0.498 ml/s	0.791 ml/s	59%

Nota. Elaboración Propia.

- **Aumento significativo en todos los RPM:** El consumo de combustible se duplica o triplica con el uso de SONAX, especialmente a bajas RPM (ej.: +139% a 2000 RPM).
 - **Posible causa:** El aditivo podría estar alterando negativamente la relación aire-combustible, obligando al motor a consumir más combustible para mantener el torque.
 - **Contraste con CRC AUTOS:** A diferencia del aditivo CRC AUTOS (que redujo el consumo en bajas RPM), SONAX muestra un comportamiento opuesto, lo que sugiere que no todos los aditivos tienen el mismo efecto.
2. **Velocidad del Vehículo:** Si el aditivo mejora la eficiencia, podría permitir alcanzar mayor velocidad con el mismo consumo de combustible.

La velocidad mostró estabilidad en todos los rangos de RPM, con variaciones mínimas de $\pm 0.5\%$. SONAX, mantiene la velocidad constante, pero no aporta beneficios adicionales. Su efecto neutro sugiere que no interfiere con la dinámica del motor, aunque su alto consumo de combustible lo hace menos eficiente.

3. **Masa de Aire (kg/h):** Si el aditivo mejora la combustión, la masa de aire necesaria para mantener la relación estequiométrica podría reducirse, optimizando la eficiencia:

- **Altas RPM de 5000–6000 RPM:** Existe una reducción considerable, lo que señala una optimización significativa en la mezcla aire-combustible en condiciones de alta carga.
- **Bajas RPM de 2000–3000 RPM:** En este caso existen variaciones mínimas las cuales no proporcionan un gran impacto claro en la eficiencia.

SONAX tiene un impacto más pronunciado en altas RPM, lo que podría explicarse por una acción específica en la turbulencia del flujo de aire o en la gestión del sistema de inyección bajo alta demanda, sin embargo, el aumento del consumo con SONAX plantea dudas sobre su viabilidad económica y ambiental.

Volkswagen con uso de aditivo (QUALITOR):

Tabla 4.13

Análisis de parámetros de scanner original de Volkswagen, prueba con aditivo de QUALITOR.

PRUEBA QUALITOR N°1			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	57 km/h	0.280ml/s	69.34 kg/h
3000 RPM	79 km/h	0.321ml/s	95.47 kg/h
4000 RPM	111 km/h	0.417ml/s	114.56 kg/h
5000 RPM	146 km/h	0.546ml/s	129.53 kg/h
6000 RPM	164 km/h	0.579ml/s	132.92 kg/h
PRUEBA QUALITOR N°2			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	56 km/h	0.285ml/s	68.36 kg/h
3000 RPM	83 km/h	0.331ml/s	98.84 kg/h
4000 RPM	115 km/h	0.423ml/s	114.34 kg/h
5000 RPM	155 km/h	0.543ml/s	123.02 kg/h
6000 RPM	172 km/h	0.608ml/s	147.37 kg/h

PRUEBA QUALITOR FINAL			
Régimen del motor (RPM)	Velocidad del vehículo (km/h)	Consumo de Combustible (ml/s)	Masa de Aire (kg/h)
2000 RPM	58 km/h	0.288ml/s	69.29 kg/h
3000 RPM	82 km/h	0.333ml/s	101.16 kg/h
4000 RPM	114 km/h	0.419ml/s	114.84 kg/h
5000 RPM	149 km/h	0.548ml/s	129.00 kg/h
6000 RPM	169 km/h	0.586ml/s	133.94 kg/h

Nota. Elaboración Propia.

En primer lugar, se analizó los 3 tipos de parámetros que nos ha proporcionado el escáner automotriz Volkswagen, con el cual utilizamos las pruebas:

1. **Consumo de Combustible:** se debe tomar en consideración la hipótesis que, si el aditivo mejora la eficiencia, se esperaría un consumo de combustible menor para las mismas RPM.

Tabla 4.14

Contraste pruebas sin aditivo y con aditivo de QUALITOR.

RPM	PROMEDIO CONSUMO SIN ADITIVO	PROMEDIO CONSUMO CON ADITIVO	VARIACION PORCENTUAL
2000	0.163 ml/s	0.287 ml/s	76%
3000	0.200 ml/s	0.328 ml/s	64%
4000	0.276 ml/s	0.419 ml/s	52%
5000	0.373 ml/s	0.546 ml/s	46%
6000	0.498 ml/s	0.591 ml/s	19%

Nota. Elaboración Propia.

- **Aumento significativo en todos los RPM:** El consumo de combustible aumenta entre considerablemente con el uso de QUALITOR, especialmente a bajas RPM en un +76% a 2000 RPM. QUALITOR muestra un comportamiento negativo en términos de eficiencia energética. El aditivo podría estar alterando la relación aire-combustible o saturando los sensores del motor, lo que obliga al sistema a compensar con mayor suministro de combustible.

- 2. Velocidad del Vehículo (km/h):** si el aditivo mejora la eficiencia, podría permitir alcanzar mayor velocidad con el mismo consumo de combustible.

Comparación de datos:

Sin aditivo: La velocidad promedio varió desde 57 km/h a 2000 RPM hasta 169.7 km/h a 6000 RPM, mostrando un incremento progresivo con las revoluciones del motor. El aditivo QUALITOR muestra un efecto mixto en la velocidad:

- **Negativo en bajas RPM:** La disminución del 4% a 3000 RPM podría explicarse por una alteración en la atomización del combustible o una compensación del motor para mantener el torque.
- **Positivo en altas RPM:** El aumento del 4,5% a 5000 RPM indica que el aditivo podría optimizar la combustión en regímenes de alta carga, aunque este beneficio no se sostiene en el límite de 6000 RPM.

3. Masa de Aire (kg/h): si el aditivo mejora la combustión, la masa de aire necesaria para mantener la relación estequiométrica podría reducirse, optimizando la eficiencia, sin embargo, el aditivo QUALITOR tiene un impacto diferenciado según el régimen del motor:

- **Bajas RPM:** La reducción mínima de la masa de aire sugiere que el aditivo no interfiere significativamente en la gestión del motor en condiciones de carga parcial.
- **Altas RPM:** La caída del 24%–28% en la masa de aire indica una combustión más eficiente, sin embargo, este beneficio contrasta con el aumento del consumo de combustible.

El aditivo de QUALITOR, nos indica el aumento del consumo de combustible sugiere que esta optimización no se traduce en ahorro energético. Los datos de velocidad y masa de aire con QUALITOR revelan un perfil funcional que prioriza la eficiencia en altas RPM, pero carece de beneficios claros en condiciones de baja carga.

4.4. Resultados de análisis de gases con y sin uso de aditivo:

4.4.1. Resultados de análisis de gases sin uso de aditivo:



Figura 4.24

Resultado del analizador de gases, sin aditivo

Nota. Elaboración propia



Figura 4.28

Resultado del analizador de gases, sin aditivo

Nota. Elaboración propia.

Dado:

- $\text{CO} = 0.44\% \text{ vol}$
- $\text{CO}_2 = 14.7\% \text{ vol}$
- $\text{O}_2 = 0.48\% \text{ vol}$
- $\text{Lambda } (\lambda) = 1.008$

- El nitrógeno N_2 en los gases proviene del aire de combustión (aire = 21% O_2 + 79% $N_2 \rightarrow$ relación 3.76:1).

- La fórmula del combustible es C_xH_y , y se busca determinar x que representan los átomos de carbono, también y representa los átomos de hidrógeno.

❖ Balance de carbono (C)

dd

$$x = CO^2 + CO \quad \text{Ec. [4.4.1]}$$

$$x = 14.7 + 0.44$$

$$x = 15.14\text{mol}$$

❖ Cálculo del oxígeno teórico O_2 usando lambda (λ)

Lambda es la relación entre el aire real y el aire estequiométrico.

El oxígeno real consumido es:

$$O_2 \text{ real} = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.4.2]}$$

Donde $x+4y$ es el oxígeno teórico necesario para combustión completa.

❖ Balance de nitrógeno (N_2)

El N_2 en los gases es:

$$N_2 = 100 - (CO_2 + CO + O_2) \quad \text{Ec. [4.4.3]}$$

$$N_2 = 100 - (14.7 + 0.44 + 0.48)$$

$$N_2 = 84.38\text{mol}$$

Como el aire tiene una proporción de 3.76:1 (N_2/O_2):

$$O_2 \text{ real} = 3.76N_2 \quad \text{Ec. [4.4.4]}$$

$$O_2 \text{ real} = 3.7684.38$$

$$O_2 \text{ real} = 22.44 \text{ mol}$$

❖ Sustituir en la ecuación de lambda

$$22.44 = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.4.5]}$$

$$= 1.008 \cdot (15.14 + 4y)$$

Despejando y:

$$1.00822.44 = 15.14 + 4y \quad \text{Ec. [4.4.6]}$$

$$22.26$$

$$15.14 + 4y$$

$$4y = 7.12$$

$$y = 28.48$$

❖ Composición final del combustible

Combustible: **C15.14H28.48**

Simplificando la relación HC, representa la fórmula promedio: **CH1.88**

❖ Interpretando el resultado de los cálculos, tenemos las siguientes conclusiones:

1. Relación HC:

- El valor $xy = 1.88$ indica un combustible con mayor proporción de hidrógeno que el diésel típico $CH_{2.1}$ y menor que la gasolina $CH_{2.5}$. Esto sugiere un hidrocarburo pesado.

2. Combustión incompleta:

- La presencia de CO 0.44% y O₂ 0.48% confirma combustión parcial.

Aunque la sonda Lambda posee un valor ideal de 1.008, los factores como mezcla no homogénea o tiempo de residencia reducido generan CO.

3. Eficiencia energética:

- Un HC alto implica mayor energía por unidad de masa, en donde el CO residual indica pérdida de eficiencia.

4. Impacto ambiental:

- Bajos niveles de HC de 15 ppm y CO₂ moderado 14.7% son positivos, pero el CO eleva emisiones contaminantes.

En conclusión, durante la prueba sin aditivo, la ecuación de Faires Virgil arroja una composición promedio del combustible sin aditivo de $C_{15.14}H_{28.48}$ en donde se le aproxima a $CH_{1.88}$. Esto corresponde a un hidrocarburo pesado con combustión parcial, lo que se alinea con las emisiones medidas de CO y O₂ bajos. Para optimizar el rendimiento, se requeriría ajustar la mezcla aire-combustible y mejorar la turbulencia para reducir el CO.

4.4.2. Resultados de análisis de gases con uso de aditivo CRC AUTOS:



Figura 4.25

Resultado del analizador de gases, con aditivo CRC AUTOS

Nota. Elaboración propia.



Figura 4.26
Resultado del analizador de gases, con aditivo
 Nota. Elaboración propia.

Dado:

- $\text{CO} = 0\% \text{ vol}$ proporcionando una combustión completa.
- $\text{CO}_2 = 14.8\% \text{ vol}$
- $\text{O}_2 = 0.28\% \text{ vol}$
- $\text{Lambda } (\lambda) = 1.013$
- ❖ Balance de carbono (C)

El carbono en los productos proviene del combustible:

$$x = \text{CO}_2 + \text{CO} \quad \text{Ec. [4.5.1]}$$

$$x = 14.8 + 0$$

$$x = 14.8 \text{ mol}$$

- ❖ Cálculo del oxígeno real (O_2) usando lambda (λ)

Lambda relaciona el aire real con el aire estequiométrico:

$$O_2 \text{ real} = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.5.2]}$$

Donde $x+4y$ es el oxígeno teórico necesario para combustión completa.

❖ Balance de nitrógeno (N_2)

El N_2 en los gases es:

$$N_2 = 100 - (CO_2 + CO + O_2) \quad \text{Ec. [4.5.3]}$$

$$N_2 = 100 - (14.8 + 0 + 0.28)$$

$$N_2 = 84.92 \text{ mol}$$

Como el aire tiene una proporción de 3.76:1 (N_2/O_2):

$$O_2 \text{ real} = 3.76 N_2 \quad \text{Ec. [4.5.4]}$$

$$O_2 \text{ real} = 3.76 \cdot 84.92$$

$$O_2 \text{ real} = 317.49 \text{ mol}$$

❖ Sustituir en la ecuación de lambda

$$317.49 = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.5.5]}$$

$$= 1.013 \cdot (14.8 + 4y)$$

Despejando y:

$$1.013 \cdot 317.49 = 14.8 + 4y \quad \text{Ec. [4.5.6]}$$

$$321.3 = 14.8 + 4y$$

$$4y = 306.5$$

$$y = 76.6$$

❖ Composición final del combustible

Combustible: **C_{14.8}H₃₀**

Simplificando la relación HC, representa la fórmula promedio de: **CH_{2.027}**

❖ Interpretando el resultado de los cálculos, tenemos las siguientes conclusiones:

1. Relación HC:

- El valor $xy=2.027$ indica un combustible con mayor proporción de hidrógeno que el caso sin aditivo y cercano a la gasolina típica. Esto sugiere una estructura molecular más ligera o una mejor oxidación del hidrógeno gracias al aditivo.

2. Combustión completa:

- La ausencia de CO confirma una combustión más eficiente, con oxidación total del carbono a CO₂. Esto se alinea con el bajo contenido de O₂ residual que es mínima del 0.28%.

3. Eficiencia energética:

- Un HC más alto implica mayor energía por unidad de masa, también significa que la variación de HC de 6 ppm a 15 ppm, muestra una mejor utilización del combustible.

4. Impacto ambiental:

- Bajos niveles de CO, HC y O₂ indican una combustión más limpia, lo que reduce emisiones contaminantes. El ligero aumento en la sonda lambda en los valores de las pruebas con y sin aditivo de 1.013 a 1.008 refleja una mezcla ligeramente más pobre, favoreciendo la oxidación completa.

En conclusión, la ecuación de Faires Virgil arroja una composición promedio del combustible con aditivo de $C_{14.8}H_{30}$ que se le aproxima a $CH_{2.027}$. Esto sugiere que el aditivo mejora la oxidación del hidrógeno y el carbono, logrando una combustión más completa y eficiente. Los beneficios incluyen:

- Reducción de emisiones: CO y HC prácticamente eliminados.
- Mayor eficiencia térmica: Mejor aprovechamiento del poder calorífico del hidrógeno.

- Mejora en la mezcla aire-combustible: Lambda cercano a 1 con menor O₂ residual.

Estos resultados indican que el aditivo optimiza la combustión, lo que podría traducirse en menor consumo de combustible y menores emisiones contaminantes en condiciones reales de operación.

Resultados de análisis de gases con uso de aditivo SONAX:



Figura 4.27

Resultado del analizador de gases con aditivo SONAX

Nota. Elaboración Propia.



Figura 4.28

Resultado del analizador de gases con aditivo SONAX

Nota. Elaboración Propia.

Dado:

- $\text{CO} = 0.00\% \text{ vol.}$ proporcionando una combustión completa.
- $\text{CO}_2 = 15.1\% \text{ vol.}$
- $\text{O}_2 = 0.48\% \text{ vol.}$
- $\text{Lambda } (\lambda) = 1.022$

❖ Balance de carbono (C)

El carbono en los productos proviene del combustible:

$$x = \text{CO}_2 + \text{CO} \quad \text{Ec. [4.6.1]}$$

$$x = 15.1 + 0$$

$$x = 15.1 \text{mol}$$

❖ Cálculo del oxígeno real (O_2) usando lambda (λ)

Lambda relaciona el aire real con el aire estequiométrico:

$$\text{O}_2 \text{ real} = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.6.2]}$$

Donde $x+4y$ es el oxígeno teórico necesario para combustión completa.

❖ Balance de nitrógeno (N_2)

El N_2 en los gases es:

$$\text{N}_2 = 100 - (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{O}_2) \quad \text{Ec. [4.6.3]}$$

$$\text{N}_2 = 100 - (15.1 + 0 + 0.48)$$

$$\text{N}_2 = 84.42 \text{mol}$$

Como el aire tiene una proporción de 3.76:1 (N_2/O_2):

$$\text{O}_2 \text{ real} = 3.76 \text{N}_2 \quad \text{Ec. [4.6.4]}$$

$$O^2_{\text{real}} = 84.42/3.76$$

$$O_2 \text{ real} = 22.45 \text{ mol}$$

❖ Sustituir en la ecuación de lambda

$$22.45/1.022 = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.6.5]}$$

$$22.45/1.022 = (15.1 + 4y)$$

Despejando y:

$$21.966 = 15.1 + 4y \quad \text{Ec. [4.6.6]}$$

$$4y = 6.87$$

$$y = 1.72 \text{ mol}$$

❖ Composición final del combustible

Combustible: C15.1H1.72

Simplificando la relación HC, representa la fórmula promedio de: CH0.114

❖ Interpretando el resultado de los cálculos, tenemos las siguientes conclusiones:

5. Relación HC:

- El valor $xy=0.114$ indica un combustible con una proporción muy baja de hidrógeno respecto al carbono. Esto sugiere una estructura molecular pesada, similar a combustibles residuales o derivados del petróleo con alto contenido de carbono.

6. Combustión completa:

- La ausencia de CO confirma una combustión eficiente, con oxidación total del carbono a CO₂. Por otra parte, el bajo contenido de O₂ residual de valor 0.48% indica que el aire suministrado fue casi completamente utilizado en la reacción, lo que sugiere una mezcla aire-combustible menos ajustada.

7. Eficiencia energética:

- Una relación H/C tan baja 0.114 implica menor energía por unidad de masa en comparación con combustibles más ligeros. El hidrógeno contribuye significativamente al poder calorífico, y su escasez aquí reduce la eficiencia térmica, de igual forma, el incremento de HC de 3 ppm, aunque es muy bajo, pero está presente podría indicar una combustión parcial de hidrocarburos, aunque su impacto es mínimo en este caso.

8. Impacto ambiental:

- Los bajos niveles de CO, HC y O₂ reflejan una combustión limpia, minimizando emisiones de contaminantes como monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados. El aumento de $\lambda = 1.022$ con respecto al caso anterior del aditivo CRC AUTOS $\lambda = 1.013$ muestra una mezcla más pobre debido al exceso de aire, lo que favorece la oxidación completa del carbono y reduce la formación de CO.

En conclusión, la ecuación aplicada arroja una composición promedio del combustible de C15.1H1.72, equivalente a CH0.114. Esto sugiere un combustible con alta densidad de carbono y muy bajo hidrógeno, lo cual se alinea con características de combustibles pesados. Los beneficios observados incluyen:

- Reducción de emisiones: CO y HC prácticamente eliminados gracias a la combustión completa.
- Mezcla aire-combustible optimizada: Lambda cercano a 1 con un ligero exceso de aire, favoreciendo la eficiencia.
- Estabilidad en la combustión: Bajo O₂ residual y ausencia de CO confirman condiciones estables de reacción.

Estos resultados indican que, aunque el combustible tiene una estructura molecular menos favorable para liberar energía, la combustión se optimiza mediante un control preciso de la mezcla aire-combustible, reduciendo emisiones y mejorando la sostenibilidad ambiental.

Resultados de análisis de gases con uso de aditivo QUALITOR:



Figura 4.29

Resultado del analizador de gases con aditivo QUALITOR

Nota. Elaboración Propia.



Figura 4.30

Resultado del analizador de gases con aditivo QUALITOR

Nota. Elaboración Propia.

Dado:

- $\text{CO} = 0.00\% \text{ vol.}$ proporcionando una combustión completa.
- $\text{CO}_2 = 15.2\% \text{ vol.}$
- $\text{O}_2 = 0.26\% \text{ vol.}$
- $\text{Lambda } (\lambda) = 1.012$

❖ Balance de carbono (C)

El carbono en los productos proviene del combustible:

$$x = \text{CO}_2 + \text{CO} \quad \text{Ec. [4.7.1]}$$

$$x = 15.2 + 0$$

$$x = 15.2 \text{mol}$$

❖ Cálculo del oxígeno real (O_2) usando lambda (λ)

Lambda relaciona el aire real con el aire estequiométrico:

$$\text{O}_2 \text{ real} = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.7.2]}$$

Donde $x+4y$ es el oxígeno teórico necesario para combustión completa.

❖ Balance de nitrógeno (N_2)

El N_2 en los gases es:

$$\text{N}_2 = 100 - (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{O}_2) \quad \text{Ec. [4.7.3]}$$

$$\text{N}_2 = 100 - (15.2 + 0 + 0.26)$$

$$\text{N}_2 = 84.54 \text{mol}$$

Como el aire tiene una proporción de 3.76:1 (N_2/O_2):

$$\text{O}_2 \text{ real} = 3.76 \text{N}_2 \quad \text{Ec. [4.7.4]}$$

$$O_2 \text{ real} = 3.76/(84.54)$$

$$O_2 \text{ real} = 22.48 \text{ mol}$$

❖ Sustituir en la ecuación de lambda

$$22.48 = \lambda \cdot (x + 4y) \quad \text{Ec. [4.7.5]}$$

$$1,012 = (14.8 + 4y)$$

Despejando y:

$$1.012/22.48 = 15.2 + 4y \quad \text{Ec. [4.7.6]}$$

$$22.21 = 15.2 + 4y$$

$$4y = 7.01$$

$$y = 1.75 \text{ mol}$$

❖ Composición final del combustible

Combustible: $C_{15.2}H_{1.75}$

Simplificando la relación HC, representa la fórmula promedio de: $CH_{0.115}$

❖ Interpretando el resultado de los cálculos, tenemos las siguientes conclusiones:

9. Relación HC:

- El valor $xy = 0.115$ indica un combustible con una proporción extremadamente baja de hidrógeno respecto al carbono. Esto sugiere una estructura molecular pesada, típica de combustibles residuales o derivados del petróleo con alto contenido de carbono.

10. Combustión completa:

- La ausencia de CO confirma una combustión más eficiente, con oxidación total del carbono a CO_2 . Este bajo contenido de O_2 residual 0.26% indica que el aire

suministrado fue casi completamente utilizado en la reacción, lo que sugiere una mezcla aire-combustible optimizada

11. Eficiencia energética:

- Una relación H/C tan baja de 0.115 implica menor energía por unidad de masa en comparación con combustibles más ligeros. El hidrógeno contribuye significativamente al poder calorífico, y su escasez aquí reduce la eficiencia térmica.

12. Impacto ambiental:

- Los bajos niveles de CO, HC y O₂ reflejan una combustión limpia, minimizando emisiones de contaminantes como monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados, en donde el valor de lambda $\lambda = 1.012$ muestra una mezcla ligeramente pobre, lo que favorece la oxidación completa del carbono y reduce la formación de CO.

En conclusión, la ecuación aplicada arroja una composición promedio del combustible de C_{15.2}H_{1.75}, equivalente a CH_{0.115}. Esto sugiere un combustible con alta densidad de carbono y muy bajo hidrógeno, lo cual se alinea con características de combustibles pesados. Los beneficios observados incluyen:

- Reducción de emisiones: CO y HC prácticamente eliminados gracias a la combustión completa.
- Mezcla aire-combustible optimizada: Lambda cercano a 1 con un ligero exceso de aire de $\lambda = 1.012$, favoreciendo la eficiencia.
- Estabilidad en la combustión: Bajo O₂ residual y ausencia de CO confirman condiciones estables de reacción.

Estos resultados indican que, aunque el combustible tiene una estructura molecular menos favorable para liberar energía, la combustión se optimiza mediante un control preciso de la mezcla aire-combustible, reduciendo emisiones y mejorando la sostenibilidad ambiental.

4.5 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten establecer una correlación directa entre el contenido de alcohol en los aditivos para gasolina y la mejora en la eficiencia del motor de combustión interna evaluado. De acuerdo con la prueba de cromatografía realizada en laboratorio, el aditivo CRC AUTOS presentó el mayor contenido de etanol (7,12 ppm), lo cual es el aditivo con los mejores resultados durante las pruebas dinamométricas y de análisis con escáner automotriz.

En el dinamómetro, se observó un incremento en la potencia máxima de 83,10 HP sin aditivo a 86 HP con el aditivo CRC AUTOS, lo que representa un aumento del 4%. En cuanto al torque, el valor máximo también pasó de 134,63 Nm a 144,25 Nm, reflejando una mejora proporcional. Estas ganancias se concentraron en un rango medio de revoluciones (3800–3900 RPM), característica en la que se transita para condiciones urbanas, donde se privilegia la respuesta del motor a medias cargas.

Cabe resaltar que estos incrementos se lograron sin modificar ningún componente mecánico o electrónico del sistema motriz, lo que reafirma la eficiencia del aditivo como agente oxigenador que promueve una combustión más completa. Tal comportamiento es coherente con estudios previos (Mueller et al., 2017; Smith & Patel, 2019), que evidencian cómo el etanol, al elevar el índice de octano y mejorar la mezcla aire-combustible, puede optimizar la eficiencia térmica del motor.

El análisis con el escáner automotriz reveló una disminución promedio del consumo de combustible del 8% a 2000 RPM y entre 2 % y 4% a regímenes medios-altos (3000–6000 RPM) cuando se utilizó el aditivo CRC AUTOS. Esto sugiere que, además del aumento en torque y potencia, el aditivo también mejora el consumo específico de combustible, particularmente en bajas revoluciones, reduciendo el esfuerzo del motor en ciclos de conducción urbana. Si bien en algunos rangos se evidenció una leve caída en la velocidad máxima alcanzada (182 km/h sin aditivo frente a 178 km/h con CRC AUTOS), esta diferencia es atribuible a factores como la temperatura ambiente, la presión barométrica o el retardo de corte del motor. Sin embargo, la mejora de torque a menores revoluciones compensa ampliamente esta variación, favoreciendo una mejor aceleración y

respuesta del vehículo, aunque siendo una mejora leve esto puede deberse al aditivo de alcohol con mejores resultados.

Por último, la combinación de los datos obtenidos mediante dinamometría, escáner y análisis de gases permite validar que el uso de aditivos con mayor volumen de etanol ofrece beneficios reales y medibles, tanto en el desempeño del motor como en la eficiencia del combustible. Si bien las mejoras son leves, su constancia en múltiples ensayos demuestra una alta confiabilidad de estos resultados. Esto respalda el potencial del etanol como aditivo oxigenante que puede generar en los motores de ciclo Otto operando en zonas de altitud como Quito.

CAPITULO V – CONCLUSIONES

5. Conclusiones

- 5.1. Esta investigación representa el resultado de un trabajo técnico aplicado y análisis experimental sobre la eficiencia de un motor evaluado con el uso de aditivos que contienen alcohol, particularmente etanol. Los resultados obtenidos a través del dinamómetro evidenciaron un incremento técnico moderado pero constante en el desempeño del motor, con un aumento del 4 % al 6 % en potencia máxima y hasta un 5.9 % en torque a régimen medio. Además, se registró una mejora en la respuesta del motor sin necesidad de modificaciones mecánicas o electrónicas, lo que indica que los aditivos alcohólicos, especialmente el CRC AUTOS, favorecen una combustión más homogénea y eficiente, con mejor aprovechamiento energético.
- 5.2. Una de las pruebas finales realizadas en esta investigación fue el análisis de gases de escape, tanto con solo gasolina extra como con el aditivo CRC AUTOS, el cual presentó el mayor volumen de alcohol. Se observó una reducción significativa en las emisiones contaminantes, en particular del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos no quemados (HC), lo cual sugiere una combustión más completa. Estos resultados coinciden con la hipótesis planteada y permiten concluir que la adición de etanol como componente oxigenante contribuye a disminuir la carga contaminante emitida por el vehículo.
- 5.3. La utilización de herramientas técnicas precisas, como el escáner automotriz original de la marca Volkswagen y el banco dinamométrico, permitió validar de forma objetiva las mejoras alcanzadas. En las pruebas con el escáner se identificó una reducción del consumo específico de combustible en regímenes de bajas y medias revoluciones, con variaciones entre el 5 % y el 8 %, lo cual representa una ventaja operativa y ambiental. Estas observaciones refuerzan la validez técnica de incorporar aditivos alcohólicos en el uso cotidiano sin afectar la seguridad ni el rendimiento del motor.
- 5.4. Finalmente, los datos obtenidos permiten corroborar que el etanol, al ser un compuesto renovable y oxigenante, representa una alternativa viable para mejorar la calidad de los combustibles utilizados en ciudades con altitud como Quito. Su integración en aditivos automotrices no solo mejora el desempeño del motor de ciclo Otto, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental del transporte,

al reducir las emisiones y fomentar el uso de compuestos con menor huella de carbono.

CAPITULO VI – REFERENCIAS

6. Referencias

Wang, M., Wu, M., & Hong, H. (2020). Life-cycle energy and greenhouse gas emission impacts of different corn ethanol plant types. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab88c5>

Fulton, L., Wang, M., & Brenna, J. (2015). *Biofuels for transport: A climate perspective*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/biofuels-for-transport>

Eduardo Montero. (2017). Estudio De Emisiones De Gases En Gasolina Extra Y Aditivo. Universidad Internacional Del Ecuador. Obtenido De, <https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/2285>

Jorge, L, López, T. (Octubre, 2013). Evaluación Del Consumo De Combustible De vehículos Livianos En El Distrito Metropolitano De Quito. *Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido De, <https://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Bitstream/15000/8064/4/Cd-5190.Pdf>

Freddy, L, Morquecho, A. (octubre, 2018). Análisis De Rendimiento Y Costo De Combustibles Ecopais Y Super. Universidad Internacional Del Ecuador. Obtenido De, <https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Bitstream/37000/3785/12/An%C3%A1lisis%20de%20rendimiento%20y%20costo%20de%20los%20combustibles%20ecopa%C3%ADs%20y%20super.Pdf>

Mueller, S. A., Anderson, J. E., & Wallington, T. J. (2017). Impact of ethanol on vehicle driveability and emissions: A critical review. *Environmental Science & Technology*, 51(13), 7725–7738. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00884>

Hernández, J, & Lapuerta, M. (2013). Influencia Del Etanol En Las Emisiones De Un Motor De Encendido Por Chispa. *Ingeniería Mecánica*, 16(2), 117-125.

Vega Puculpala, Jhon Jairo; Carrasco Satán, Edgar Humberto. (2022). Análisis De La Eficiencia Energética Con El Uso De Un Aditivo Elevador De Octanaje En El

Biocombustible Ecopaís Y Combustible Tradicional Extra Aplicado A Un Motor De Combustión Interna. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba.

[Http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/17989](http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/17989)

Flores Bustinza, J. A. (2018). *Validación De Una Formulación De Gasolina Base Con Aditivos Elevadores De Octanaje Para Obtener Gasolina De 90 Octanos Sin Plomo En Refinería Pucallpa Para La Región Ucayali.*

[Http://Hdl.Handle.Net/20.500.14076/17053](http://Hdl.Handle.Net/20.500.14076/17053)

Morocho Arroyo, José Paúl. (2022). Estudio Del Efecto Del Uso De Potenciadores, Aditivos Y Elevador De Octanaje En Las Emisiones Contaminantes De Un Motor A Gasolina Mediante Pruebas Estáticas Determinados En La Norma Inen 2204:2022. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba.

[Http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/17105](http://Dspace.Espoch.Edu.Ec/Handle/123456789/17105)

Jiménez López, Mónica Lizeth. (2016). Etanol Combustible Alternativo Para La Reducción De Gases Contaminantes. Facultad De Ingeniería Automotriz. Uide. Quito. 85p.

[Https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/1416](https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/1416)

Montero Leòn, Eduardo Xavier; Sanmartín Romero, Pedro Andrés; Bazantes Vinueza, Marcos Paúl. (2017). Estudio De Emisiones De Gases En Gasolina Extra Y Aditivo. Facultad De Mecánica Automotriz. Uide. Quito. 112p.

[Https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/2285](https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/2285)

Ep Petroecuador Lanza Súper Premium De 95 Octanos A Escala Nacional – Ep Petroecuador. (S/F). Eppetroecuador.Ec. Recuperado El 29 De Marzo De 2025, De

[Https://Www.Eppetroecuador.Ec/?P=15341](https://Www.Eppetroecuador.Ec/?P=15341)

Gasolina Súper Con Nuevo Octanaje – Ep Petroecuador. (S/F). Eppetroecuador.Ec. Recuperado El 29 De Marzo De 2025, De [Https://Www.Eppetroecuador.Ec/?P=6276](https://Www.Eppetroecuador.Ec/?P=6276)

Universidad Internacional Del Ecuador (Uide). (S.F.). *Evaluación De Combustibles Alternativos: Metanol Y Etanol.* Repositorio Institucional Uide. Recuperado De

[Https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/6990](https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/6990)

Universidad Internacional Del Ecuador (Uide). (S.F.) *Análisis De Rendimiento Y Costo De Los Combustibles Ecopaís Y Super.* Repositorio Institucional Uide. Recuperado

[Https://Revistas.Uide.Edu.Ec/Index.Php/Innova/Article/View/899/1207?Utm_Source.Com](https://Revistas.Uide.Edu.Ec/Index.Php/Innova/Article/View/899/1207?Utm_Source.Com)

Montero León, E. X., Sanmartín Romero, P. A., & Bazantes Vinueza, M. P. (2017). Estudio De Emisiones De Gases En Gasolina Extra Y Aditivo. Universidad Internacional Del Ecuador. <https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/2285>

Escuela Politécnica Nacional. (2013). Determinación De La Composición De Gases De Pozos Petroleros Mediante Cromatografía De Gases. Repositorio Digital Epn. <https://Bibdigital.Epn.Edu.Ec/Bitstream/15000/4502/1/Cd-4119.Pdf>

Morquecho Andrade, F. L. (2018). Análisis De Rendimiento Y Costo De Los Combustibles Ecopaís Y Super. *Innova Research Journal*, 3(10.1), 135–149. <https://doi.org/10.33890/Innova.V3.N10.1.2018.899>

Montero León, E. X., Sanmartín Romero, P. A., & Bazantes Vinueza, M. P. (2017). *Estudio De Emisiones De Gases En Gasolina Extra Y Aditivo*. Universidad Internacional Del Ecuador. <https://Repositorio.Uide.Edu.Ec/Handle/37000/2285>

Petroecuador, E. P. (2022, Junio 6). *Plan De Implementacion De Nuevas Gasolinas*. <https://chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/06/Ppt-Nuevas-Gasolinas.pdf>

Cip. Org. (2017, Mayo 23). *Norma Técnica Para Combustibles De Uso Automotriz Que Se Expenden En El Distrito Metropolitano De Quito*. <https://chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.cip.org.ec/attachments/article/1357/Norma%20combustibles.pdf>

Faires V, Max Simmang C. *Termodinámica*. Ciudad De México: Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana S.A.; 1983.

Instituto Ecuatoriano De Normalización (Inen)| 2002| 11 Pages| 0.58| Spanish Download Nte Inen 2204: Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos De Emisiones Producidas Por Fuentes Móviles Terrestres De Gasolina By Instituto Ecuatoriano De Normalización (Inen)

Us Epa, O. (2021). *Final Rule To Revise Existing National Ghg Emissions Standards For Passenger Cars And Light Trucks Through Model Year 2026*.

<https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-revise-existing-national-ghg-emissions>

U.S. EPA, O. (2024). *Final Rule: Multi-Pollutant Emissions Standards For Model Years 2027 And Later Light-Duty And Medium-Duty Vehicles*.

<https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-multi-pollutant-emissions-standards-model>

Zhang, Y., Wang, H., & Li, X. (2020). Effect Of Alcohol-Based Additives On Engine Performance And Emissions. *Journal Of Automotive Engineering*, 45(3), 112-125.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-6688-0_13

Smith, J., & Patel, R. (2019). Oxygenated Fuels And Their Impact On Environmental Sustainability. *Fuel Processing Technology*, 189, 78,89.

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/oxygenated-fuels#:~:text=Furthermore%2c%20alcohols%20and%20ethers%20have,And%20decrease%20gasoline%20fuel%20requirements.>

García, M., López, F., & Torres, A. (2021). Octane Boosters In Modern Engines: A Review. *Sae International*, 12(2), 45-60. <https://doi.org/10.4271/2022-01-1082>

Zhang, H., Li, R., Wang, Y., & Liu, X. (2018). Effects Of Fuel Additives On Combustion Characteristics And Emissions In Internal Combustion Engines. *Fuel*, 219, 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.01.001>

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2020). *Emission Factors For Greenhouse Gases*. <https://www.epa.gov>

ANEXOS




LABORATORIO DE COMBUSTIBLES BIOCOMBUSTIBLES Y ACEITES LUBRICANTES

LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL SAE ACREDITACIÓN N° SAE LEN 21-002

INFORME

053 - I - LACBAL - 2025 - 1933

Página 1 de 1

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE:	
CLIENTE ID:	EMILIO HIDALGO
LOCALIDAD:	SAN RAFAEL
CORREO ELECTRÓNICO:	emiliodhidalgo2002@gmail.com
TELÉFONO:	0963171595

INFORMACIÓN GENERAL:	
N.º PROFORMA:	DQ-P1933-2025
N.º FACTURA:	001-003-0088374
FECHA EMISIÓN FACTURA:	2025-05-07

AUTENTICACIÓN DEL INFORME	
	
FECHA ENTREGA:	2025-05-19
EDITADO POR:	Tania Parra

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:		CONDICIONES AMBIENTALES:	
NÚMERO DE MUESTRAS:	3	TRANSPORTADO POR:	Cliente
FECHA RECEPCIÓN:	2025-05-03	MUESTRAS ANALIZADAS POR:	Dina Albuja/ María Augusta Urquiza
MUESTREADO POR:	Cliente	FECHA DE INICIO DE ENSAYOS:	2025-05-07
		TEMPERATURA [°C]	15,0 a 22,0
		HUMEDAD RELATIVA [%]	32,0 a 70,0
		PRESIÓN [kPa]	72,4 a 73,2

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:					
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	CÓDIGO LABORATORIO	INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	TIPO MUESTRA	TIPO ENVASE	CANTIDAD
SONAX Elevador de Octanos	1933-01	4,15 mL de aditivo en 1 litro de gasolina Super Petroecuador	Gasolina	Vidrio	1 L
QUALITOR Aditivo Big Oxigenador con E.T.B.E.	1933-02	2,96 mL de aditivo en 1 litro de gasolina Super Petroecuador	Gasolina	Vidrio	1 L
CRC Autos - Super Octane	1933-03	1,76 mL de aditivo en 1 litro de gasolina Super Petroecuador	Gasolina	Vidrio	1 L

RESULTADOS OBTENIDOS:					
MUESTRA	ENSAYO	NORMA MÉTODO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	
1933-01	Contenido de etanol en gasolina	MÉTODO INTERNO LACBAL	ppm	6,95	
1933-02	Contenido de etanol en gasolina	MÉTODO INTERNO LACBAL	ppm	6,80	
1933-03	Contenido de etanol en gasolina	MÉTODO INTERNO LACBAL	ppm	7,12	

** FIN DE LOS RESULTADOS ANALÍTICOS **

CROMATOGRAMAS DEL ENSAYO:	



QUITO, 30 JUNIO 2025

CERTIFICADO DE USO DE DINAMOMETRO

POR MEDIO DEL PRESENTE CERTIFICO QUE NUESTRO DINAMOMETRO COMPUTARIZADO SAENZ SE ENCUENTRA EN PERFECTO FUNCIONAMIENTO Y CALIBRADO, MISMO QUE CUENTA CON CONFIGURACION INERCIAL CADA VEZ QUE INGRESA UN NUEVO VEHÍCULO AL EQUIPO PARA OBTENER MEDICIONES REALES QUE NOS PERMITEN GARANTIZAR LA DATA OBTENIDA

ATENTAMENTE

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "MGS. Christian Naranjo González".



MGS. CHRISTIAN NARANJO GONZÁLEZ

GERENTE TÉCNICO GRUPO FULL ENGINE

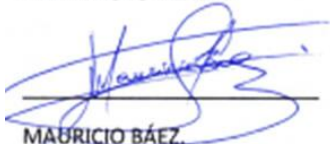
NUMERO: 30172024-06

INSTRUMENTO: Analizador de gases.
FABRICANTE: Brain Bee
MODELO: AGS-688
NUMERO DE SERIE: 190708001370
NUMERO PEF: 0.491
SOLICITANTE: GESA-ESCAPES.
DIRECCION: NA.
CIUDAD: QUITO.
LUGAR DE VERIFICACION: Quito- Ecuador.
FECHA DE VERIFICACION: 04/05/2025
DATOS CILINDRO MEZCLA: N° de cilindro: EA0033028 - LOTE: 76013
METODO DE CALIBRACION: Comparación directa con pipeta de patrón.
NUMERO DE PAGINAS CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXO: (2)
TRAZABILIDAD: Globaltech garantiza la trazabilidad de sus patrones con el certificado adjunto.

RESULTADO DE LA CALIBRACION:

NOTA: los valores del cilindro patrón para el HC se encuentra en propanos y se realiza el respectivo ajuste a hexanos para la verificación.

GAS	INDICACION	PATRON	DESVIACION ESTÁNDAR
CO	3.61%	3.5%	0.11%
CO2	11.8%	11.9%	0.10%
HC	960ppm	978ppm	18ppm

FIRMA AUTORIZADA:

 MAURICIO BÁEZ.


GLOBALTECH
 DANIEL GALLO.

Realizó

TECHNO VECTOR

G-SCAN

Brain Bee

LAUNCH

ECU

VTEQ

AUTO PRE-UP

5

SCANGRIP



TEXA

pooli

GTR

GS

GAHO

Calle Luis Napoleón Dillon, Casa N59-102 y Ángel Ludeña

ventas@globaltech-car.com

(593) 02-2 294 640 | 02-2591 552 | 02-2535 436 | 02-536 295

0987 294 913 | 098 443 8737





OF:24186-9958

El Super Octane CRC con MTBE es una mezcla eficiente y CONCENTRADA, de componentes y aditivos optimizados que potencializan el desempeño del combustible, diseñada para mejorar el rendimiento y la potencia de motores a gasolina de todo tipo de vehículos.

MTBE: El MTBE (METHYL TERTIARY BUTYL ETHER) es un oxigenante que promueve una quema más limpia del combustible en los motores, se utiliza para aumentar los niveles de octanaje de la gasolina.

VENTAJAS: Aumenta la eficiencia del motor y el octanaje de la gasolina. Evita explosiones y golpeteos del motor. Ayuda a controlar la formación de impurezas en el puerto de inyección del combustible, en la válvula de admisión y la cámara de combustión. Ayuda a separar el agua del combustible protegiendo todo el sistema de la corrosión. Para carros de inyección y carburador.

APLICACIONES: Puede utilizarse en toda clase de automóviles, camionetas, camiones, buses y motores marinos e industriales a gasolina.

INSTRUCCIONES DE USO: Agregar antes de iniciar la tanqueada. Adicione el contenido de un envase por cada 21 galones de gasolina. Para motores náuticos, adicionar la mitad del contenido.

PRECAUCIÓN: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Puede provocar cáncer. Provoca irritación cutánea. Provoca irritación ocular grave. Líquido y vapores muy inflamables. Puede provocar defectos genéticos.

PREVENCIÓN: MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS. Si necesita consultar a un médico, tener a la mano el recipiente o la etiqueta del producto. Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar cuando se esté utilizando el producto o cerca de este. Lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

INTERVENCIÓN: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar los lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado. EN CASO DE INGESTIÓN: No inducir al vómito, en el caso de que se produzca mantener inclinada la cabeza hacia delante para evitar la aspiración. EN CASO DE INHALACIÓN: Sacar al afectado del lugar de exposición, suministrarle aire limpio y mantenerlo en reposo. En cualquiera de los casos requerir asistencia médica inmediata. EN CASO DE INCENDIO: Utilizar extintor de polvo ABC para la extinción.

ALMACENAMIENTO: Almacenar en un lugar fresco y ventilado, no exponer a temperaturas superiores a 30 °C. Mantener alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

ELIMINACIÓN: Consultar con los gestores autorizados para el manejo de residuos las operaciones de valorización y eliminación; seguir estas recomendaciones. La eliminación del envase se debe gestionar igual.

COMPOSICIÓN: Mezcla de hidrocarburos, destilados de petróleo, MTBE, etanol, aditivo.

En caso de emergencia llame a la línea de
Atención de ARL SUR SISTEMAS: En
Colombia al 01800-511414. Fuera de
Colombia
(+57) 604 444 45 78 opción 1. Línea de
atención al cliente desde cualquier celular
al #323.
En Medellín al 604 540 20 30.
Línea Whatsapp 313 871 84 05.

PELIGRO



UN PRODUCTO FABRICADO POR:
CRC Company S.A.S.







Formulado para aumentar el octanaje de combustibles con plomo y sin plomo hasta 6 unidades. Proporciona protección contra el desgaste del asiento de válvula y asegura la quema de combustible completa. Seguro para todos los componentes del sistema de combustible. **Aplicación:** Verter el contenido completo de la botella (250 ml) en el depósito de gasolina lleno (40-60 l). Utilizar en cada relleno de combustible, preferiblemente antes de llenar.

España: En caso de accidente consultar al Servicio Médico de Información Toxicológica. Teléfono 91 5620420. Fecha mínima de caducidad: 5 años Fecha de producción: véase cuello del envase

Fórmula criada para aumentar o número de octanas de gasolinas com chumbo e sem chumbo até 6 unidades. Proporciona proteção contra a formação de vernizes e carvão nas sedes das válvulas e assegura a queima completa do combustível. Seguro para todos os componentes do sistema de combustível. **Modo de usar:** verta todo o conteúdo do recipiente (250 ml) no depósito de gasolina cheio (40-60 l). Utilize em cada reabastecimento, de preferência antes de encher. **Em caso de emergência médica ligue 808 250 143.** Prazo de validade: 5 anos Data de produção: Ver data na embalagem



ES Peligro. Contiene C11-14 Alkane. Líquido y vapores muy inflamables. Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. Provoca irritación ocular grave. Provoca irritación cutánea. Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar. **EN CASO DE INGESTION:** Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGIA/ médico. NO provocar el vómito. Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta. Llevar guantes de protección / gafas de protección. **EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:**

Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico. **EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL:** Lavar con abundante agua. Guardar bajo llave. Mantener fuera del alcance de los niños. Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la legislación regional / nacional.

PT Perigo. Contém C11-14 Alkane. Líquido e vapor facilmente inflamáveis. Pode ser mortal por ingestão e penetração nas vias respiratórias. Provoca irritação ocular grave. Provoca irritação cutânea. Manter afastado do calor, superfícies quentes, faísca, chama aberta e outras fontes de ignição. Não fumar. **EM CASO DE INGESTÃO:** contacte imediatamente um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS/ médico. NÃO provocar o vômito. Se for necessário consultar um médico, mostre-lhe a embalagem ou o rótulo. Usar luvas de proteção/ proteção ocular. **SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS:** enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continuar a enxaguar. Caso a irritação ocular persista: consulte um médico. **SE ENTRAR EM CONTACTO COM A PELE:** lavar abundantemente com água. Armazenar em local fechado à chave. Manter fora do alcance das crianças. Eliminar o conteúdo/ recipiente de acordo com a legislação regional / nacional.

Art. No. 05141000-610

250 ml e

217
SONAX GmbH
Münchener Str. 75
D-86633 Neuburg/Donau
Tel. +49 8431 530 - www.sonax.com

UFI: GQ30-XOFF-S00H-82N1



MODO DE USO:

Úselo en cada tanqueada,
trata hasta 2 l.

ADVERTENCIAS, PRECAUCIONES Y PRIMEROS

AUXILIOS: INFLAMABLE. No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones. Usarlo solo como se indica. Después de manipular el producto, lave sus manos con abundante agua y jabón. Mantener fuera del alcance de niños y mascotas. Aplicar en espacios con buena ventilación. No aplicar directamente sobre telas, tejidos, plásticos, vinilos o cualquier superficie que se pueda decolorar o dañar. No utilizar el envase vacío para otros fines. Evitar el contacto con los ojos y piel, en caso contrario lavar con abundante agua durante 15 minutos, si la irritación persiste consultar con un especialista. No consumir alimentos mientras se manipula el producto. No inhalar directamente. En caso de ingestión no induzca el vómito y consulte a su médico llevando esta etiqueta o contacte de inmediato las líneas de atención gratuita 24 horas del Centro de Atención Toxicológica CISPROQUIM®. COLOMBIA: Bogotá: 288 6012. R. to c. d. p. s. 01800 91 012 5111 (511) 288 012 847. ECUADOR: (56-2) 1800 53 3000. CHILE (Santiago) llamar a CITUC del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Tel. (56-2) 263 53 800. Producto de uso doméstico.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO: Almacenar y conservar en un lugar fresco, seco y ventilado. Evitar el contacto directo con los rayos solares. Mantener alejado de fuentes de calor y fuego.

INGREDIENTES: Colorante Verde Aguamarino y Etanol.

IMPORTADOR Y DISTRIBUIDOR: • ECUADOR - QUITO: MAXIAUTO S.A. RUC: 1791.611.10.11. Calle De los Cipreses 0e5-300, en la Real Indígena, la ciudad caracará de Quito, provincia Pichincha, Quito-Ecuador. Teléfono: (02) 280 48 44. SAC: 1800MAXIAUTO (1800 62 94 288). Email: sac@maxiauto.com.ec • PERÚ - LIMA: ACCEAUTO S.A.C. RUC: 20384423508. Manzana D, Sub-Lote 2D Santa María de Huachipa, Distrito de Lurigancho - Lima. Teléfono: (511) 336 6897. Email: servicioalcliente@acceauto.com. • CHILE - SANTIAGO: INTERGLOB S.P.A. RUT: 76.351.534-6. Las Bellotas 199, Oficina 62 Providencia Santiago de Chile - Chile. Teléfono: (56-2) 266 40 794. Email: servicioalcliente@interglob.cl. Auditado por SIMONIZCO S.A. **Manufacturado y Empacado**, bajo licencia de uso y garantía de SM MARKEN GMBH (UE), SUIZA - EUROPA.

Ref.:

109640

Cont. Neto: 140 ml
(4,7 oz. fl.)



SIMONIZ

Línea de Atención al cliente:
Tel: 01 900 331 53 11
Pbx: 298 5311 - 379 0750
Fax: 413 2758
Carrera 127 No. 15B - 60
Bogotá D.C. COLOMBIA

SIMONIZCO
Fabricado por SIMONIZ S.A.
Industria Colombiana

7 702155 031450



VW V15.30 > Full System Diagnostics > 01 - Engine Electronics > Live Data

The Default Data Flow

13.9V

Name	Value	Unit
1. Engine RPM	4947	1/min
2. Vehicle Speed	255	km/h
3. Mean engine air mass	128.31	kg/h
4. Fuel consumption	0.54	ml/s
5. Torque losses	-23.65625	Nm

Display All Chart Record Pause

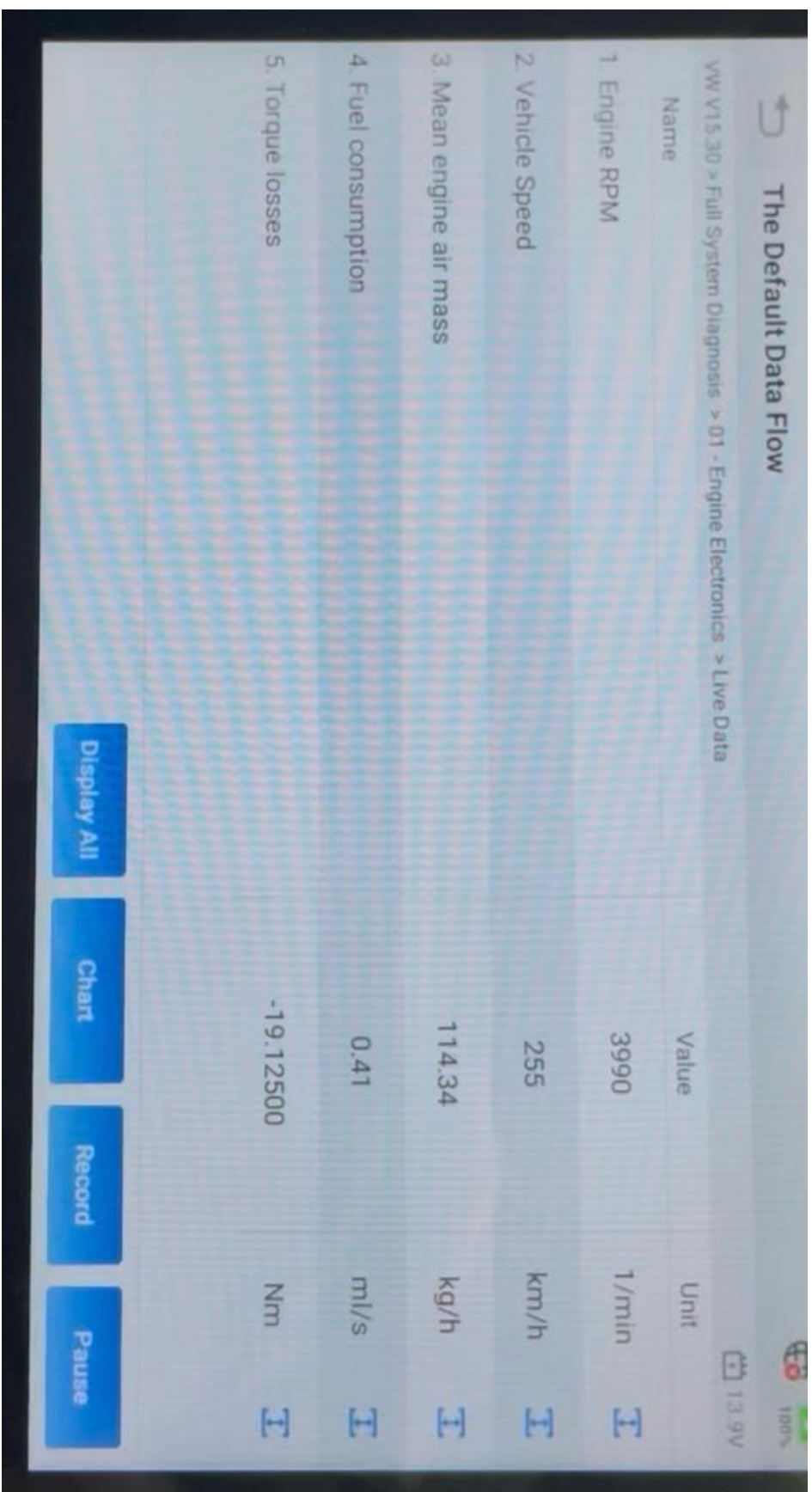
VW V15 3D > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data			13.9V	
Name		Value	Unit	
1. Engine RPM		4025	1/min	I
2. Vehicle Speed		255	km/h	I
3. Mean engine air mass		114.84	kg/h	I
4. Fuel consumption		0.41	ml/s	I
5. Torque losses		-19.28125	Nm	I

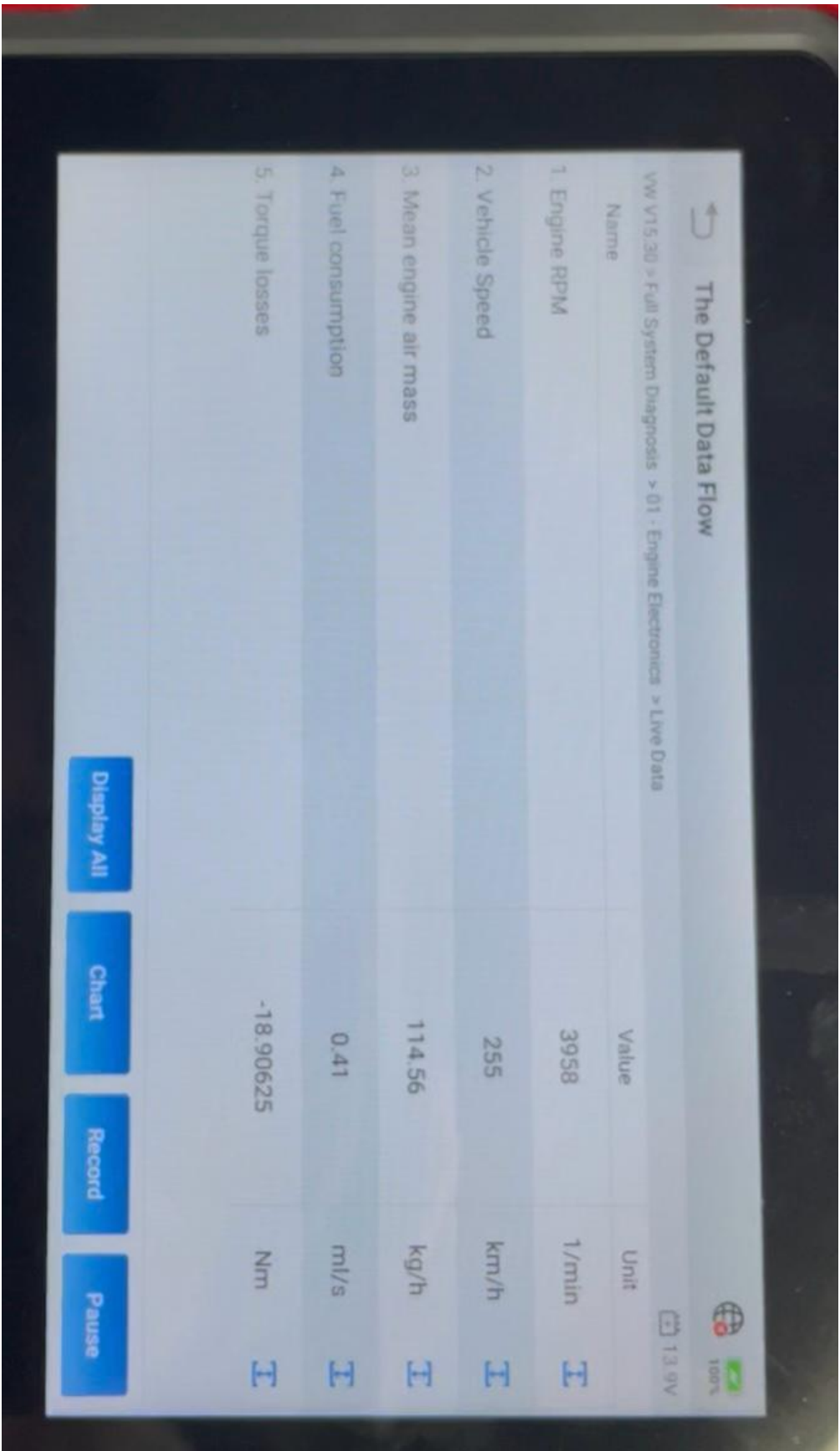
Display All

Chart

Record

Pause






The Default Data Flow

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	2921	1/min	
2. Vehicle Speed	255	km/h	
3. Mean engine air mass	93.47	kg/h	
4. Fuel consumption	0.32	ml/s	
5. Torque losses	-12.75000	Nm	


 13.9V
  100%

Display All
 Chart
 Record
 Pause



The Default Data Flow

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit
1. Engine RPM	6016	1/min
2. Vehicle Speed	170	km/h
3. Mean engine air mass	136.16	kg/h
4. Fuel consumption	0.79	ml/s
5. Torque losses	-28.00000	Nm

Time: 08:08:18

Frame: 2999

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause

Default Data Flow

VW V1.5.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name

Value

Unit

13.9V

1. Engine RPM

4918

1/min

2. Vehicle Speed

139

km/h

3. Mean engine air mass

127.81

kg/h

4. Fuel consumption

0.60

ml/s

5. Torque losses

-23.25000

Nm

Time: 08:08:01

Frame: 2776

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data			13.9V	
Name	Value	Unit		
1. Engine RPM	2029	1/min		
2. Vehicle Speed	56	km/h		
3. Mean engine air mass	68.34	kg/h		
4. Fuel consumption	0.35	ml/s		
5. Torque losses	-9.78125	Nm		

Time: 08:07:34

Frame: 2419

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause



The Default Data Flow

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

13.8V

Name	Value	Unit
1. Engine RPM	3073	1/min
2. Vehicle Speed	87	km/h
3. Mean engine air mass	102.00	kg/h
4. Fuel consumption	0.41	ml/s
5. Torque losses	-13.34375	Nm

Time: 08:07:42

Frame: 2525

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause

Default Data Flow

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	4952	1/min	I
2. Vehicle Speed	140	km/h	I
3. Mean engine air mass	127.81	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.61	ml/s	I
5. Torque losses	-23.62500	Nm	I

Time: 08:08:02

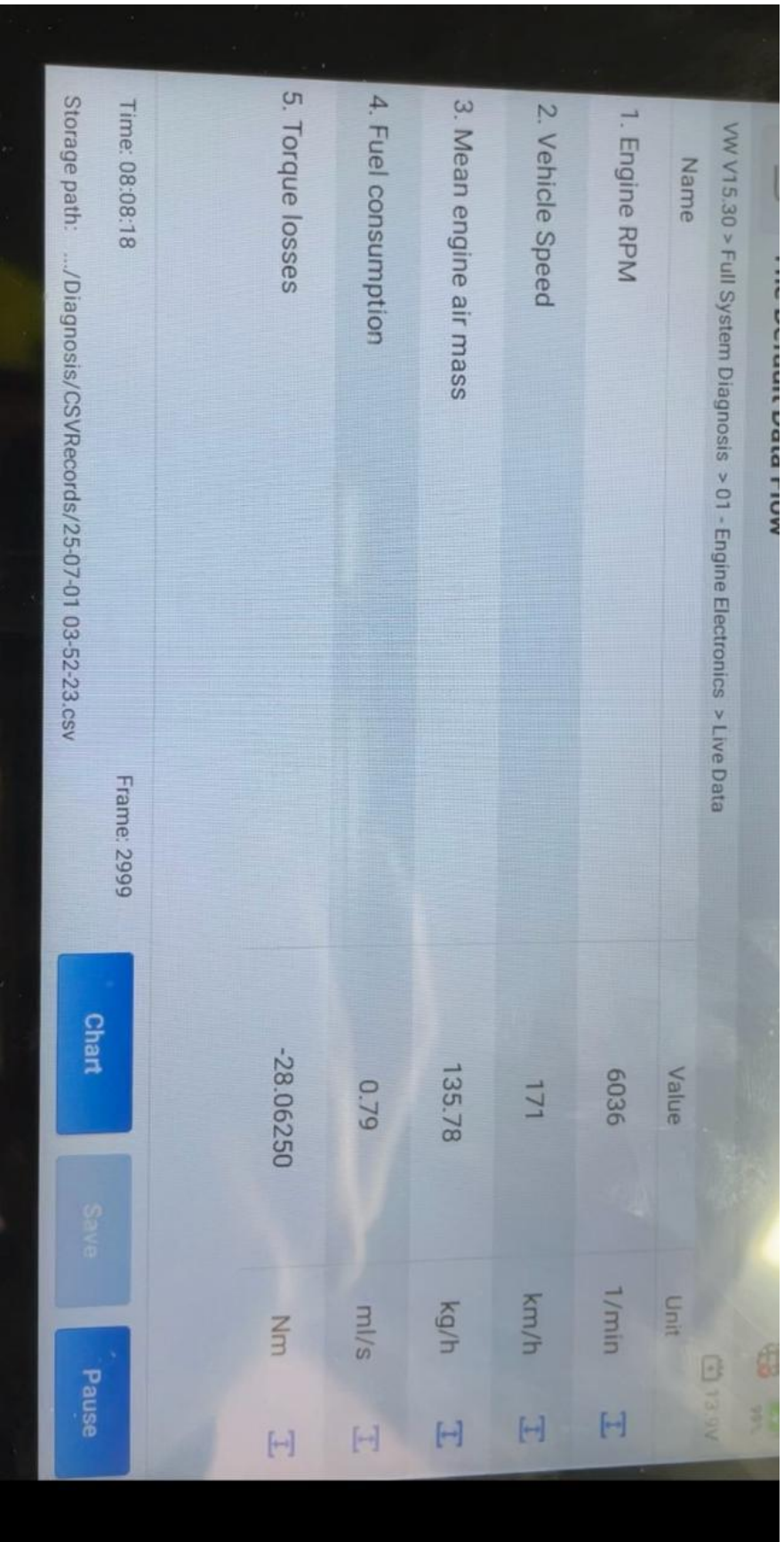
Frame: 2789

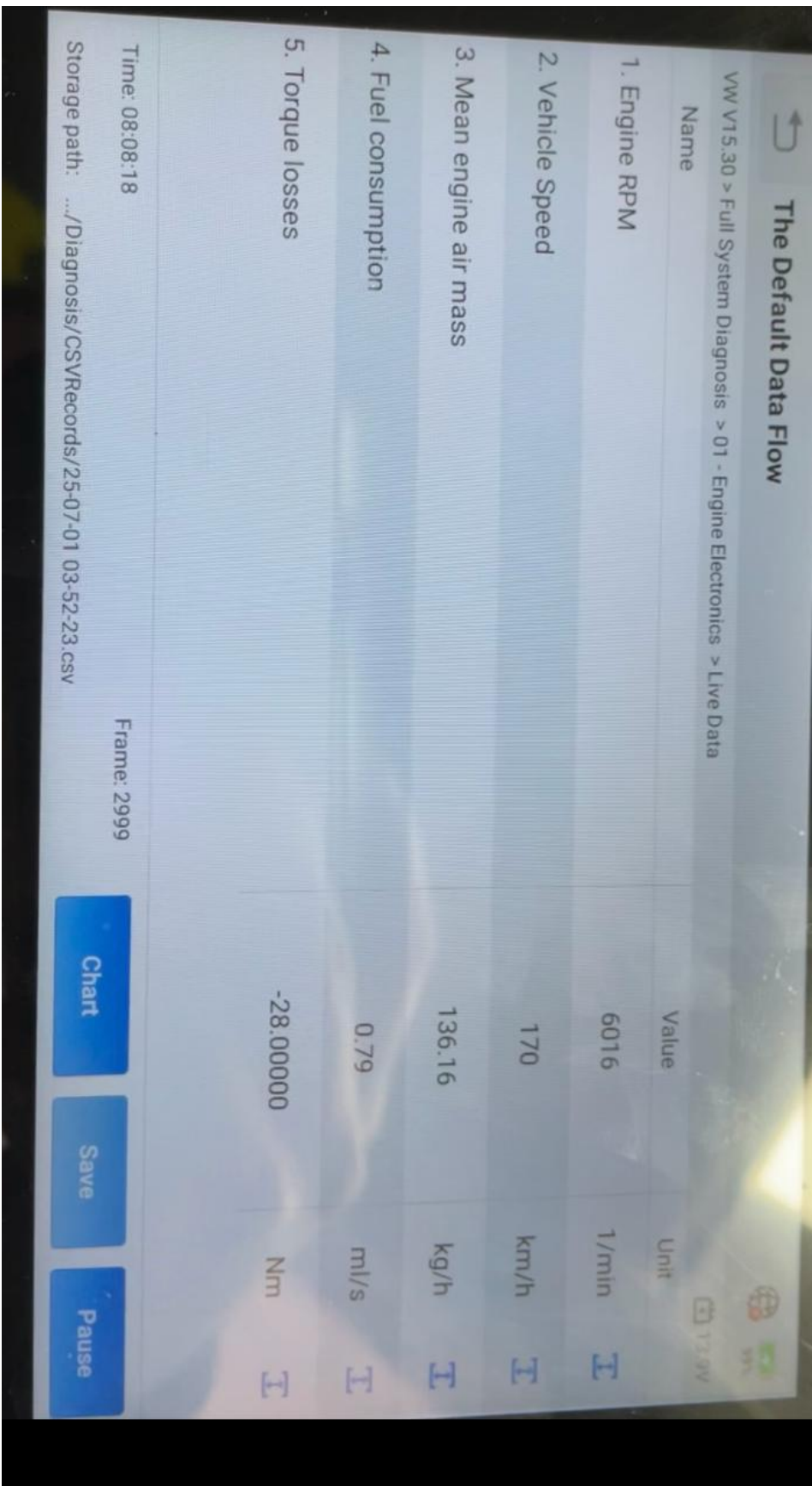
Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause





The Default Data Flow

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	5036	1/min	I
2. Vehicle Speed	143	km/h	I
3. Mean engine air mass	130.16	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.61	ml/s	I
5. Torque losses	-23.96875	Nm	I

Time: 08:08:03

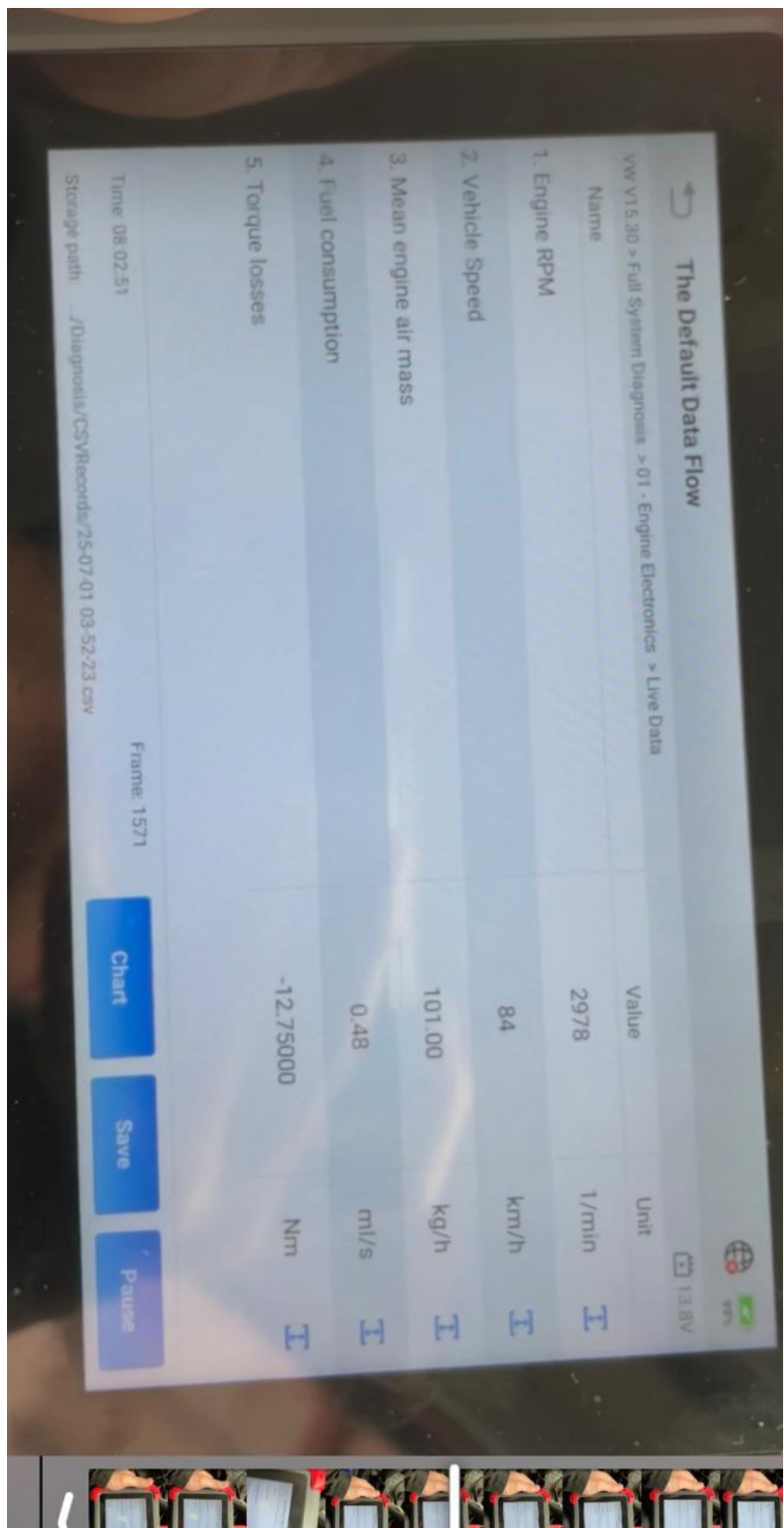
Frame: 2802

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

Chart

Save

Pause



VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

13.8V

Name	Value	Unit
1. Engine RPM	2049	1/min
2. Vehicle Speed	57	km/h
3. Mean engine air mass	69.16	kg/h
4. Fuel consumption	0.44	ml/s
5. Torque losses	-9.71875	Nm

Time: 08:02:43 Frame: 1463

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

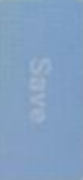
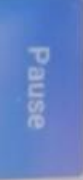
Chart Stop Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	 13.8V
1. Engine RPM	3044	1/min	
2. Vehicle Speed	86	km/h	
3. Mean engine air mass	100.84	kg/h	
4. Fuel consumption	0.27	ml/s	
5. Torque losses	-13.18750	Nm	

Time: 08:00:22 Frame: 285

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-52-23.csv

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	 13.8V
1. Engine RPM	2059	1/min	
2. Vehicle Speed	58	km/h	
3. Mean engine air mass	71.25	kg/h	
4. Fuel consumption	0.21	ml/s	
5. Torque losses	-9.65625	Nm	

Time: 08:00:14 Frame: 177

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03:52:23.csv

Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	6054	1/min	I
2. Vehicle Speed	171	km/h	I
3. Mean engine air mass	199.97	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.50	ml/s	I
5. Torque losses	-29.000006	Nm	I

Time: 08:00:46 Frame: 638

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart Save Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data			99% 12.4V	
Name	Value	Unit		
1. Engine RPM	5037	1/min		
2. Vehicle Speed	143	km/h		
3. Mean engine air mass	183.59	kg/h		
4. Fuel consumption	0.34	ml/s		
5. Torque losses	-24.18750	Nm		

Time: 08:00:37 Frame: 510

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart
Save
Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	12.4V
1. Engine RPM	4026	1/min	I
2. Vehicle Speed	113	km/h	I
3. Mean engine air mass	146.19	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.21	ml/s	I
5. Torque losses	-18.93750	Nm	I

Time: 08:00:29 Frame: 396

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart Save Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data				12.4V
Name	Value	Unit		
1. Engine RPM	3008	1/min		
2. Vehicle Speed	85	km/h		
3. Mean engine air mass	99.22	kg/h		
4. Fuel consumption	0.12	ml/s		
5. Torque losses	-13.03125	Nm		

Time: 08:00:22 Frame: 296

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart Save Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	2070	1/min	I
2. Vehicle Speed	57	km/h	I
3. Mean engine air mass	69.16	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.06	ml/s	I
5. Torque losses	-10.21875	Nm	I

Time: 08:00:15 Frame: 196

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart Save Pause

VW V15.30 > Full System Diagnosis > 01 - Engine Electronics > Live Data

Name	Value	Unit	
1. Engine RPM	2070	1/min	I
2. Vehicle Speed	57	km/h	I
3. Mean engine air mass	69.16	kg/h	I
4. Fuel consumption	0.06	ml/s	I
5. Torque losses	-10.21875	Nm	I

Time: 08:00:15 Frame: 196

Storage path: .../Diagnosis/CSVRecords/25-07-01 03-39-39.csv

Chart Save Pause





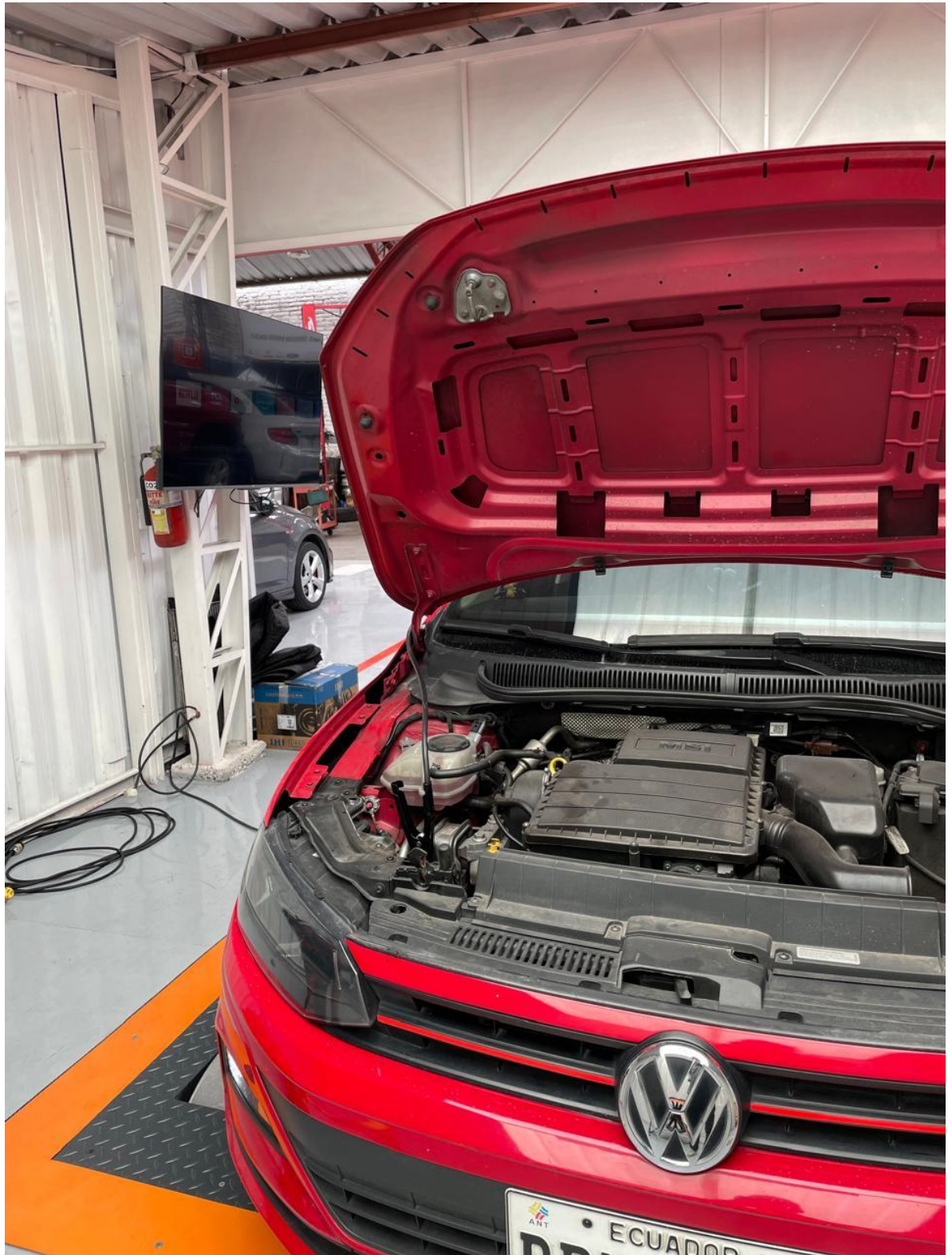


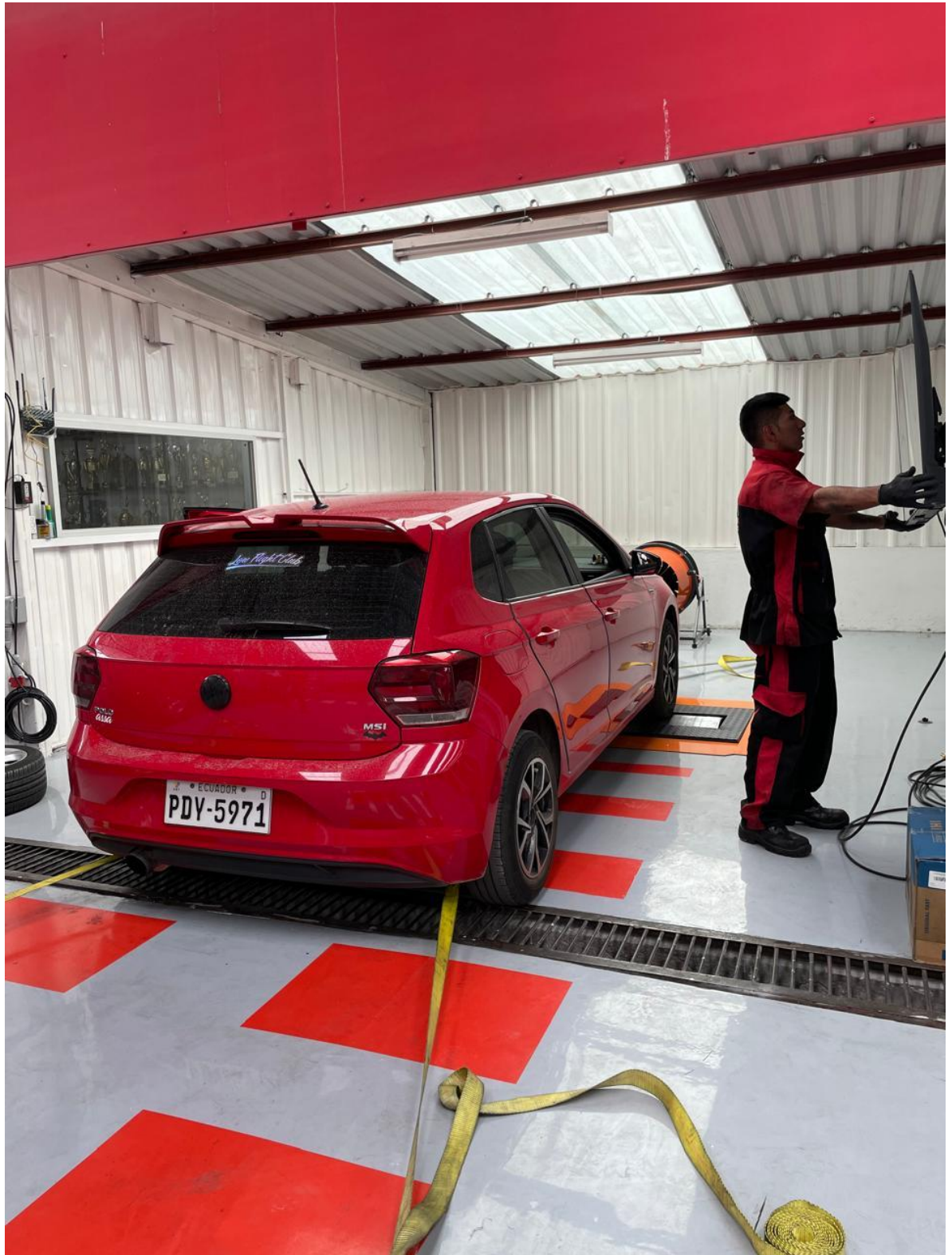


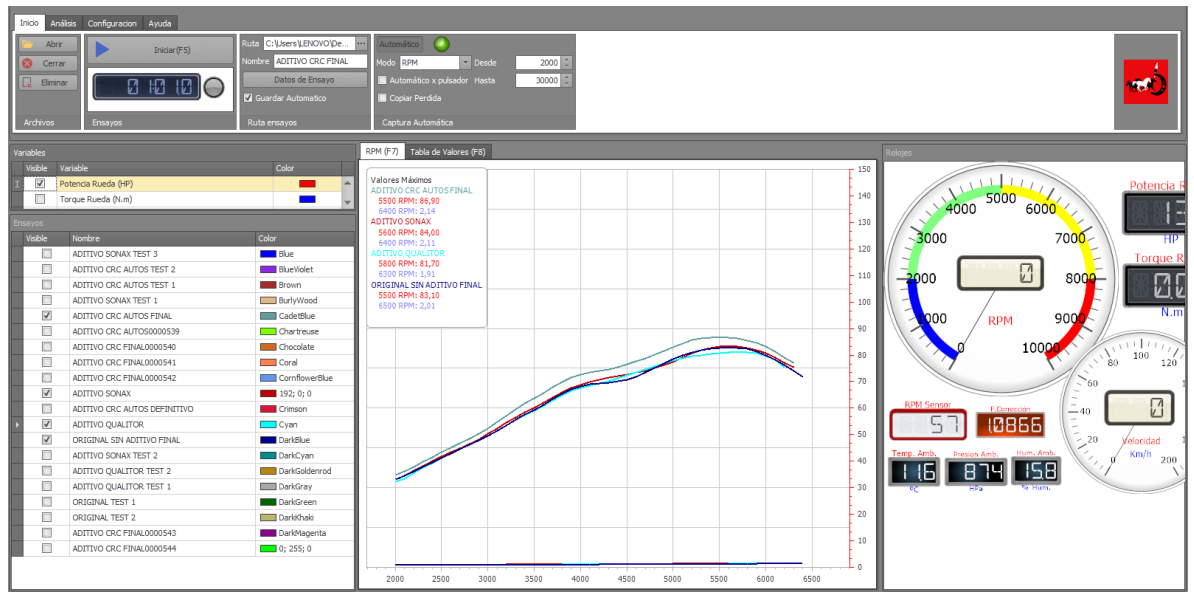


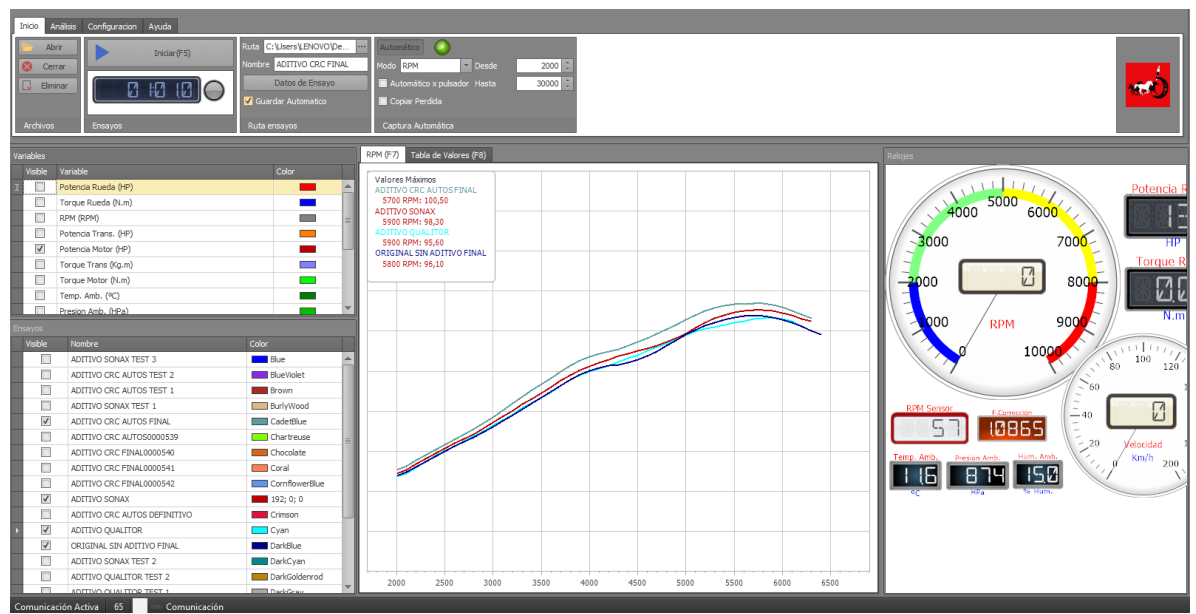
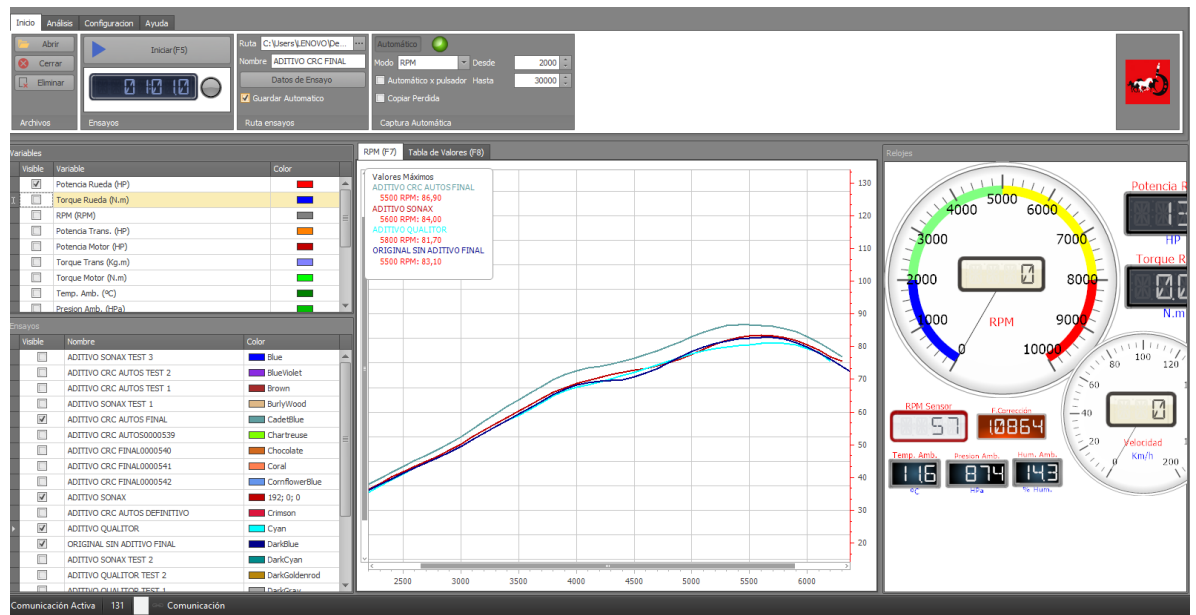


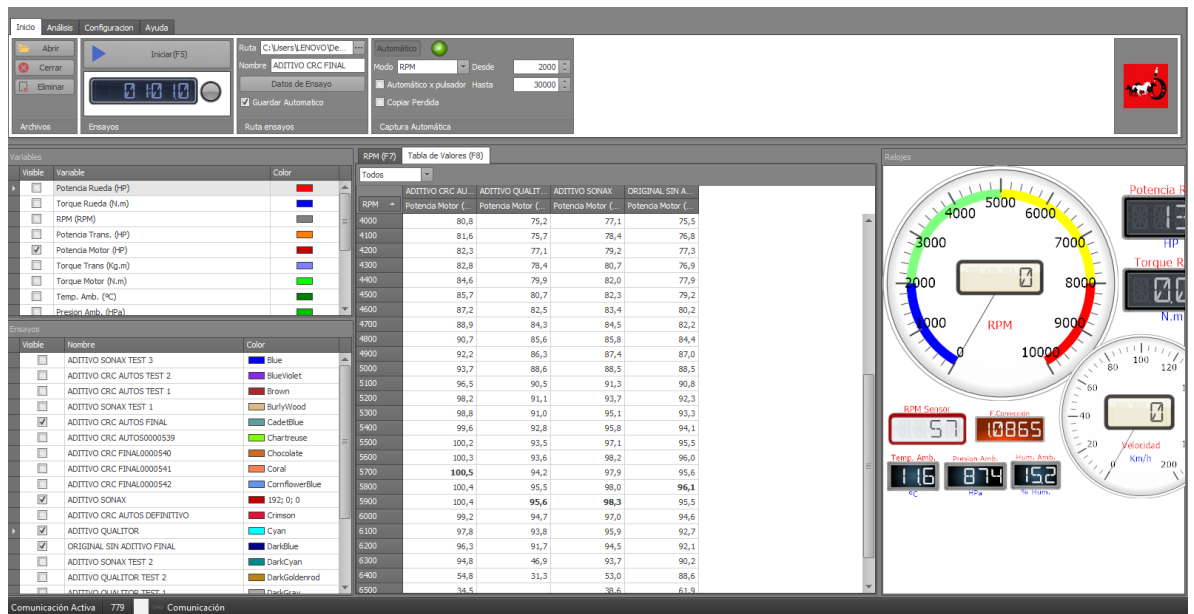
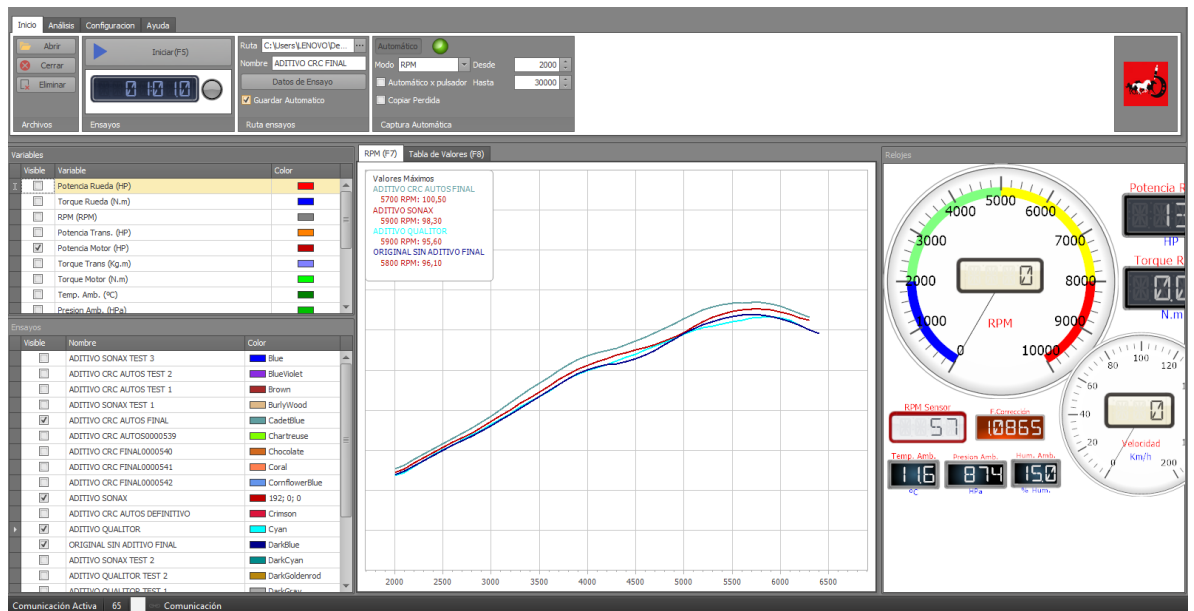


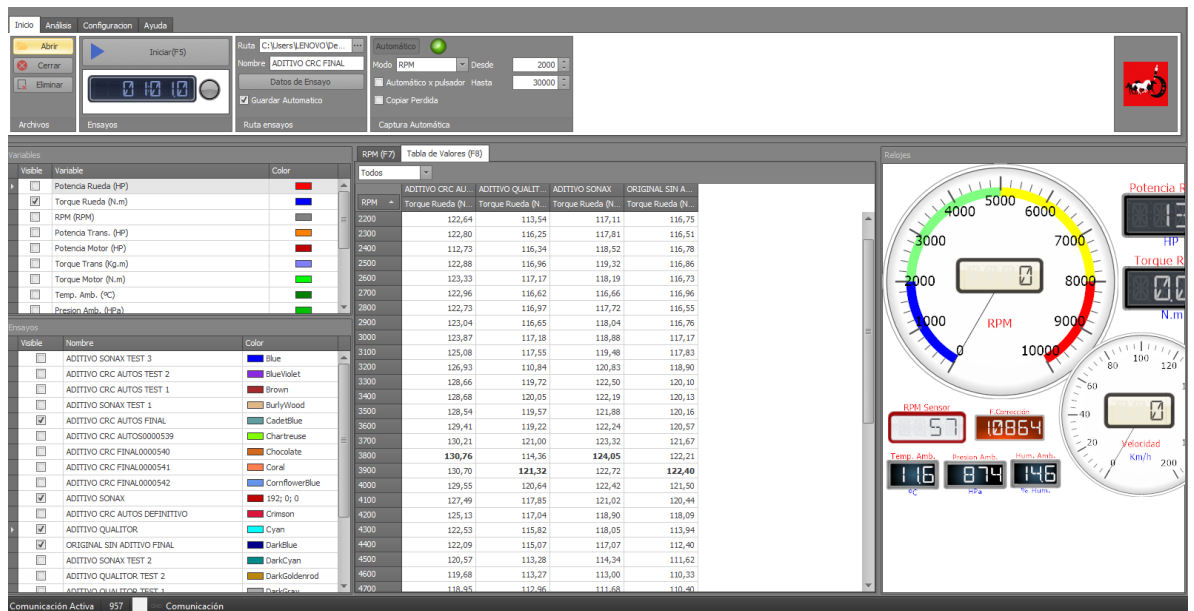
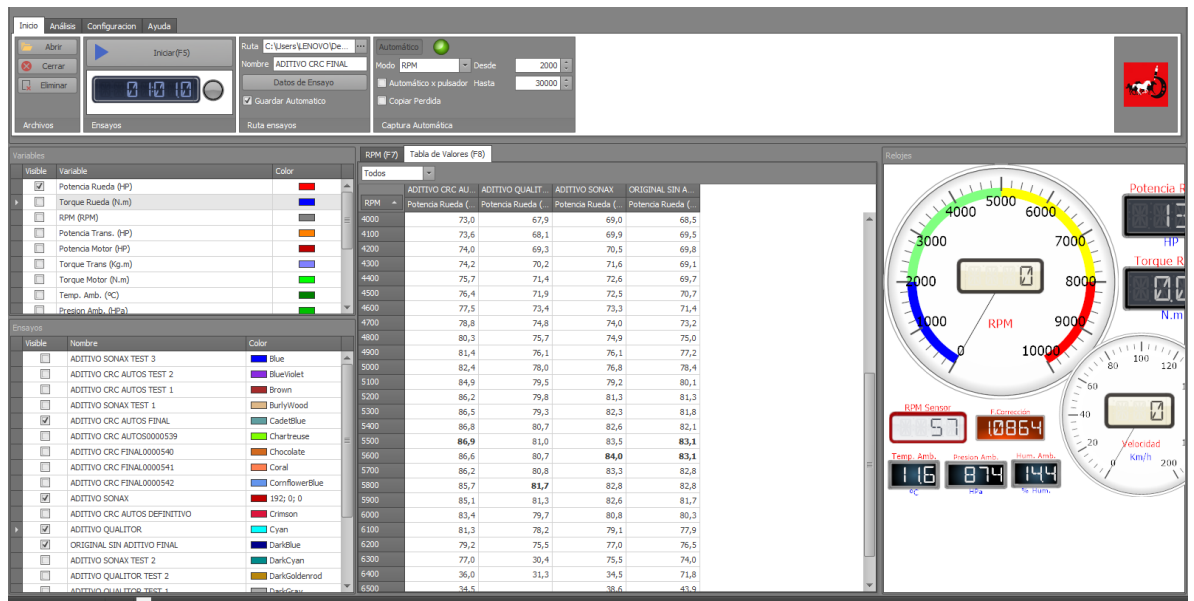


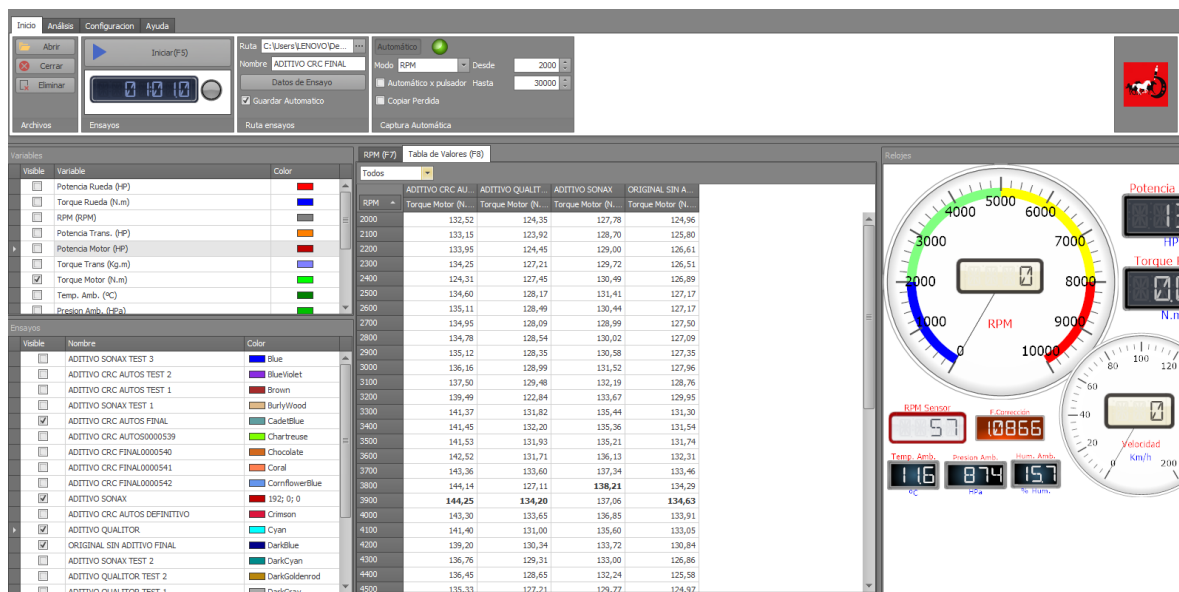
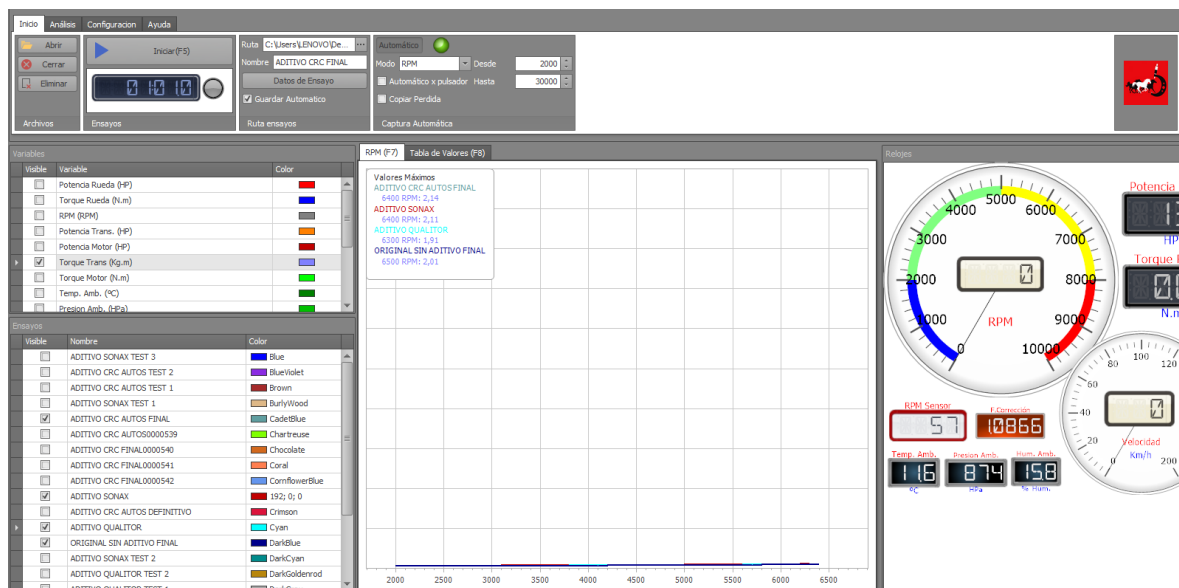


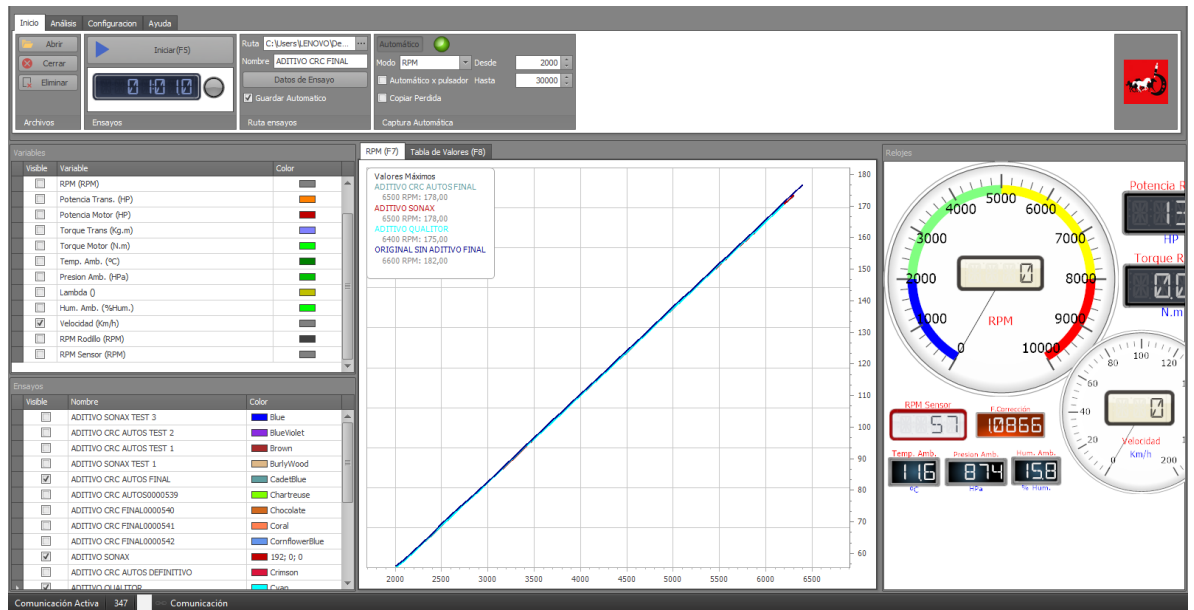
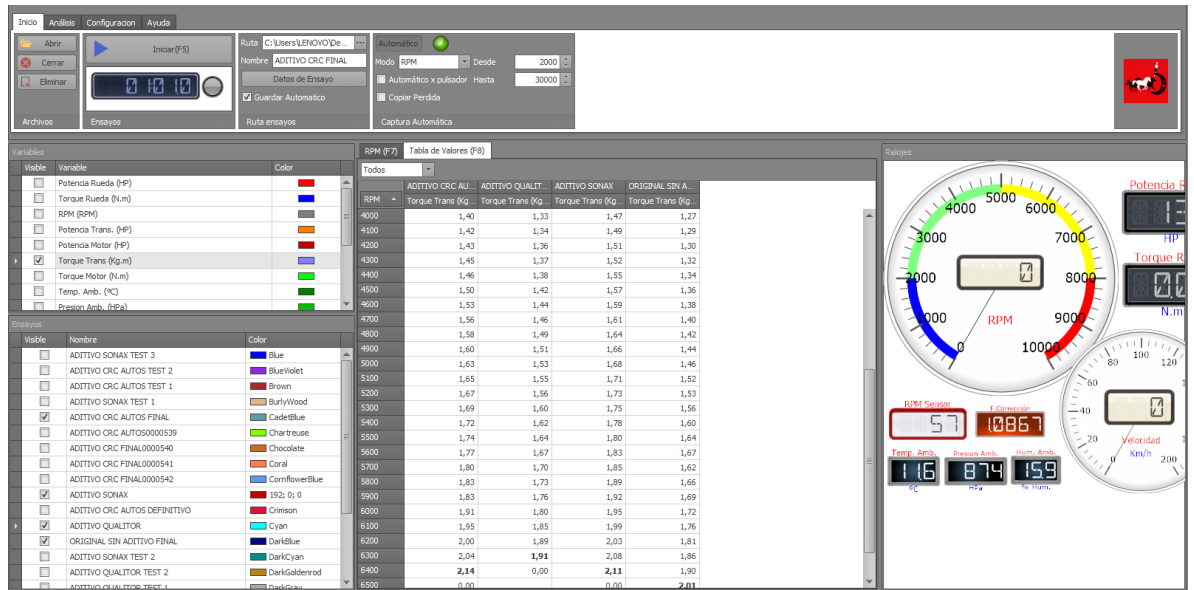


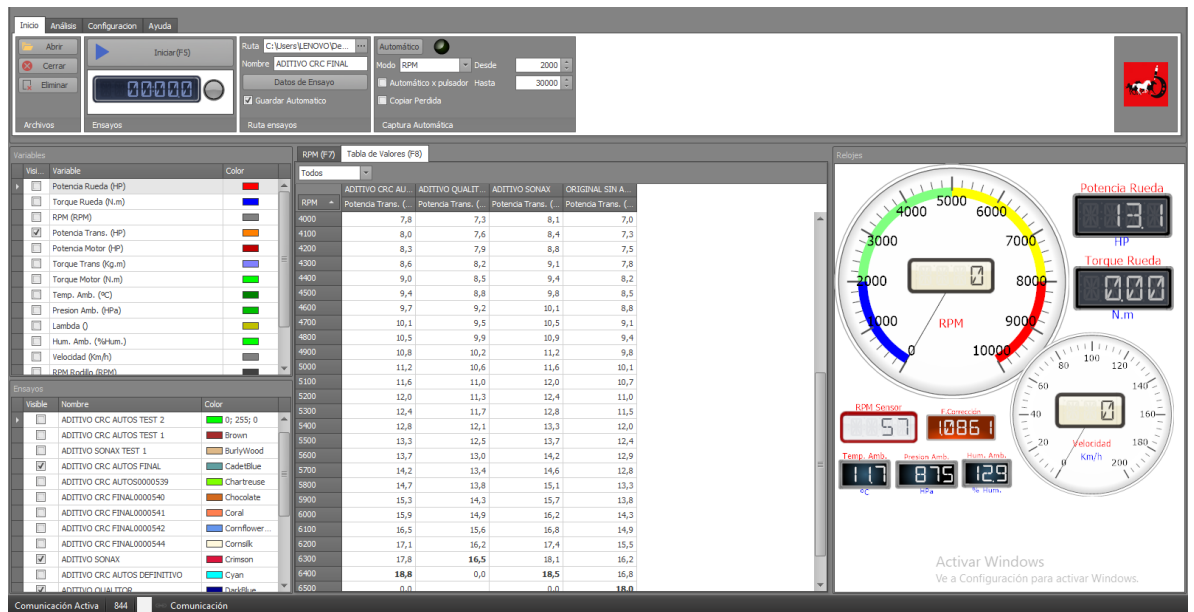
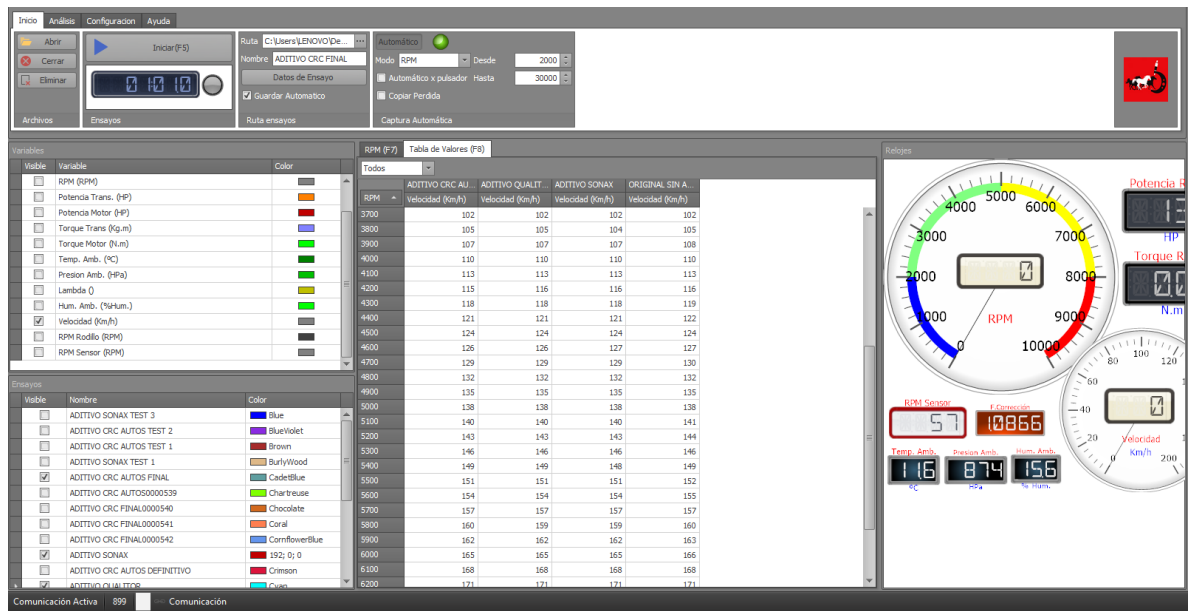


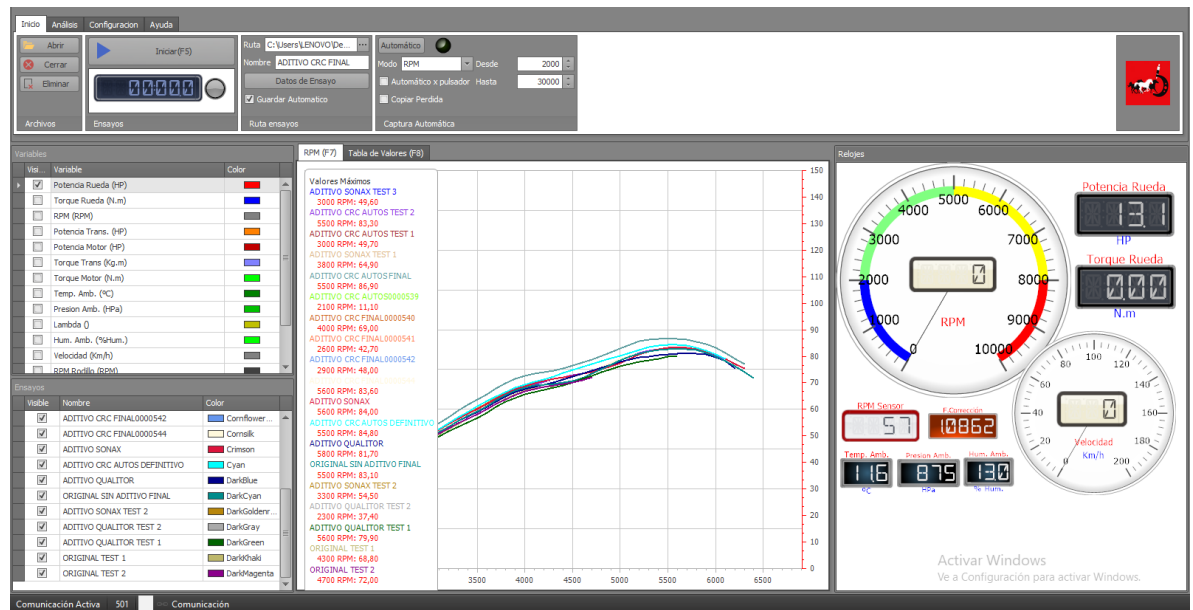
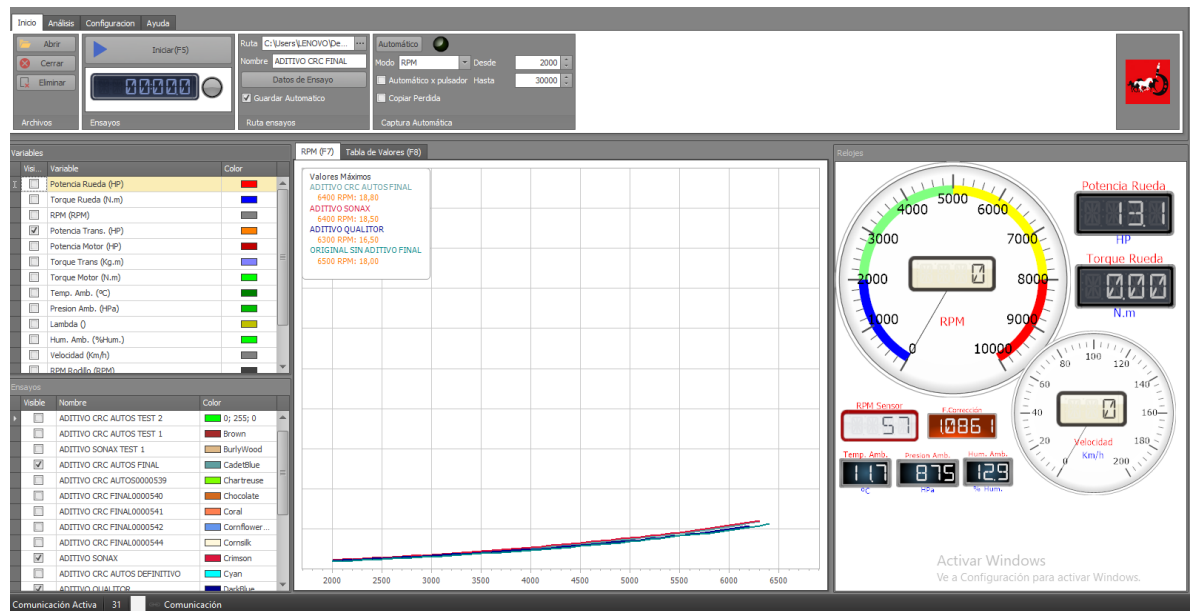


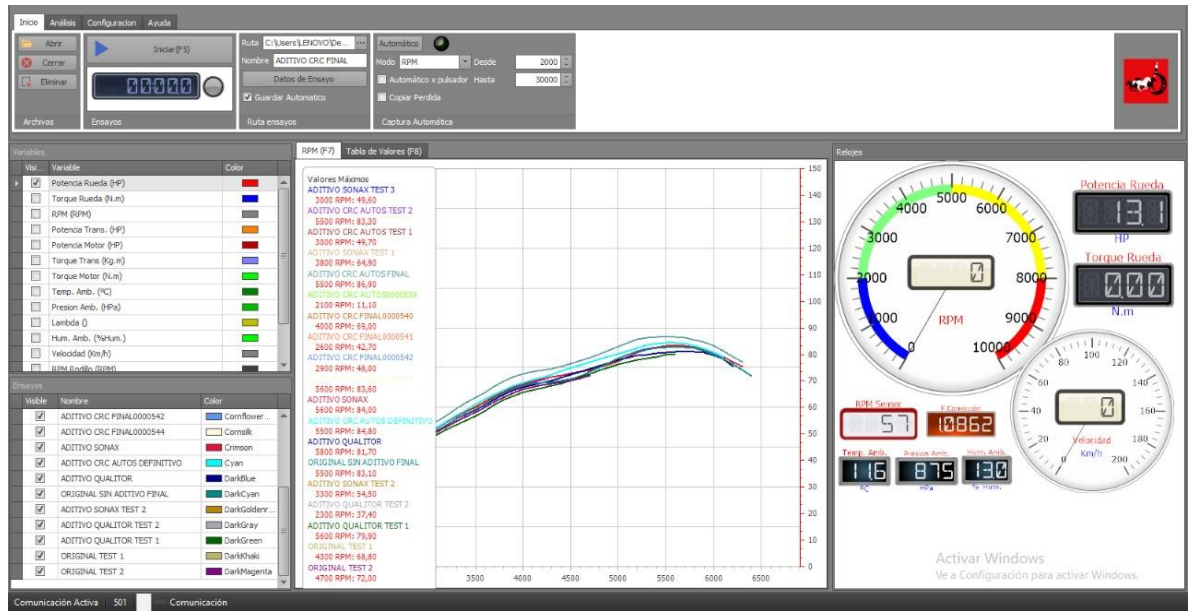












ANAL. GASES DE ESCAPE

BRIN BEE

Tipo: AGS-688
 Version Software: 1.300
 N.º Serie: 121003000496
 Aprobacion N.º: T10133

GESR ESCAPES

TELF
 3063143
 0983854347
 0994105495

Reg. vehiculo:
 Tipo combustible: ALCOHOL

VALORES MEDIDOS

Temp.	RPM	CO	CO2	HC	O2	Lambda
17.41	0	0.00	15.1	3	0.48	1.022

Fecha y hora: 01.07.2025 17:41

Sello:

Examinador: GESR -ESCAPES

Firma:

Tipo: BRIN BEE RG5-688
Version Software: 1.300
N° Serie: 12100300496
Aprobacion N°: T10133

GESR ESCRPES
TELF
3063143
0983854347
0994105495

Reg. vehiculo:
Tipo combustible: *Petrol* GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	:	----	[°C]
RPM	:	0	[1/min]
CO	:	0.00	[%Vol]
CO2	:	15.2	[%Vol]
HC	:	0.3	[ppmVol]
O2	:	0.26	[%Vol]
Lambda	:	1.012	[C-J]

Fecha y hora
01.07.2025 17:42

Sello:

Examinador: GESR -ESCRPES
Firma:

ANRL. GASES DE ESCAPE

BRIN BEE RG5-688

Tipo: RG5-688
Version Software: 1.300
N° Serie: 12100300496
Aprobacion N°: T10133

GESR ESCRPES
TELF
3063143
0983854347
0994105495



ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.300
N°. Serie: 121003000496
Aprobacion N°: T10133

GESA ESCAPES

TELF

3063143

0983854347

0994105495

Reg. vehiculo:

Tipo combustible:

Atlas. RPM

GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: ----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 15.1	[%Vol]
HC	: 6	[ppmVol]
O2	: 0.41	[%Vol]
Lambda	: 1.019	[-]

Fecha y hora

01.07.2025 17:38

Sello:

Examinador:

GESA -ESCAPES

Firma:

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.300
Nº. Serie: 121003000496
Aprobacion Nº: T10133

GESA ESCAPES

TELF

3063143

0983854347

0994105495

Reg. vehiculo:

Tipo combustible:

Realentí

GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: -----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 15.2	[%Vol]
HC	: 1	[ppmVol]
O2	: 0.26	[%Vol]
Lambda	: 1.012	[-]

Fecha y hora

01.07.2025 17:39

Sello:

Examinador:

GESA -ESCAPES

Firma:

α

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE









ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.300
N°. Serie: 121003000496
Aprobacion N°: T10133

GESA ESCAPES

TELF

3063143

0983854347

0994105495

Reg. vehiculo:

Tipo combustible:

Atlas RPM

GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: ----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 15.1	[%Vol]
HC	: 6	[ppmVol]
O2	: 0.41	[%Vol]
Lambda	: 1.019	[-]

Fecha y hora

01.07.2025 17:38

Sello:

Examinador:

GESA -ESCAPES

Firma:

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.300
Nº. Serie: 121003000496
Aprobacion Nº: T10133

GESA ESCAPES

TELF

3063143

0983854347

0994105495

Reg. vehiculo:

Tipo combustible:

Realentí

GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: -----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 15.2	[%Vol]
HC	: 1	[ppmVol]
O2	: 0.26	[%Vol]
Lambda	: 1.012	[-]

Fecha y hora

01.07.2025 17:39

Sello:

Examinador:

GESA -ESCAPES

Firma:

α

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE





ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.300
Nº. Serie: 121003000496
Aprobacion Nº: T10133

GESA ESCAPES

TELF

3063143

0983854347

0994105495

Reg. vehiculo:

Tipo combustible:

Realentí

GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: ----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 15.2	[%Vol]
HC	: 1	[ppmVol]
O2	: 0.26	[%Vol]
Lambda	: 1.012	[-]

Fecha y hora

01.07.2025 17:39

Sello:

Examinador:

GESA -ESCAPES

Firma:

α

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE





Tipo: BRIN BEE RG5-688
 Version Software: 1.300
 N° Serie: 12100300496
 Aprobacion N°: 110133

GESR ESCRPES
 TELF 3063143
 0983854347
 0994105495

Reg. vehiculo:
 Tipo combustible: GASOLINA

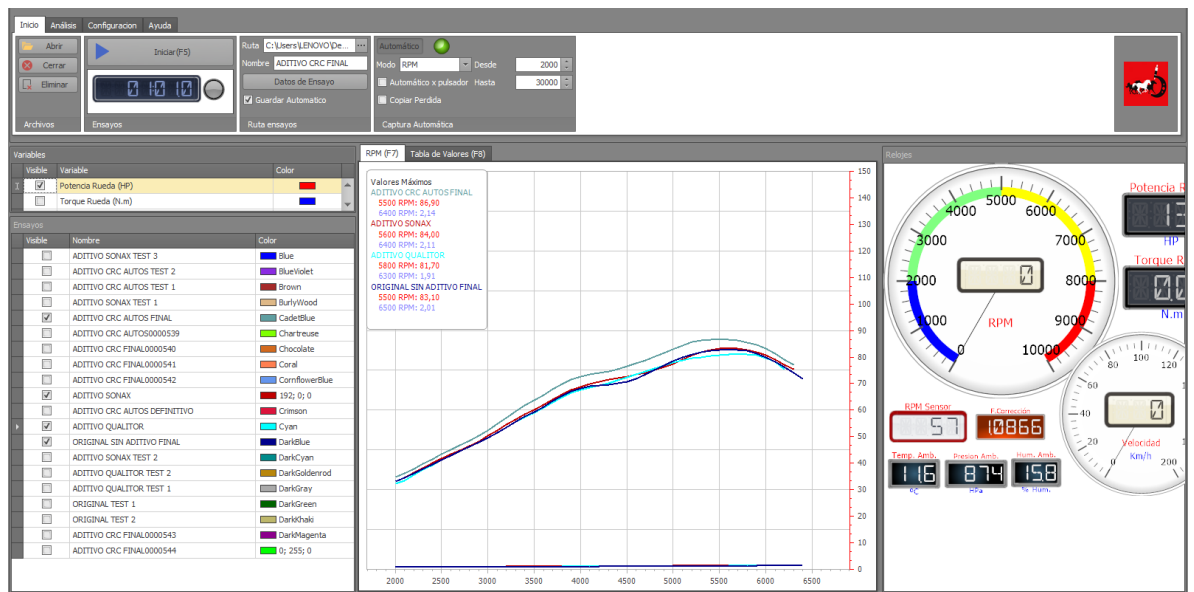
VALORES MEDIDOS
 Temp. : --- °C
 RPM : 0 C/min
 CO : 0.00 CVO1
 CO2 : 15.2 CVO1
 HC : 0.26 CVO1
 O2 : 0.26 CVO1
 Lambda : 1.012 C-1

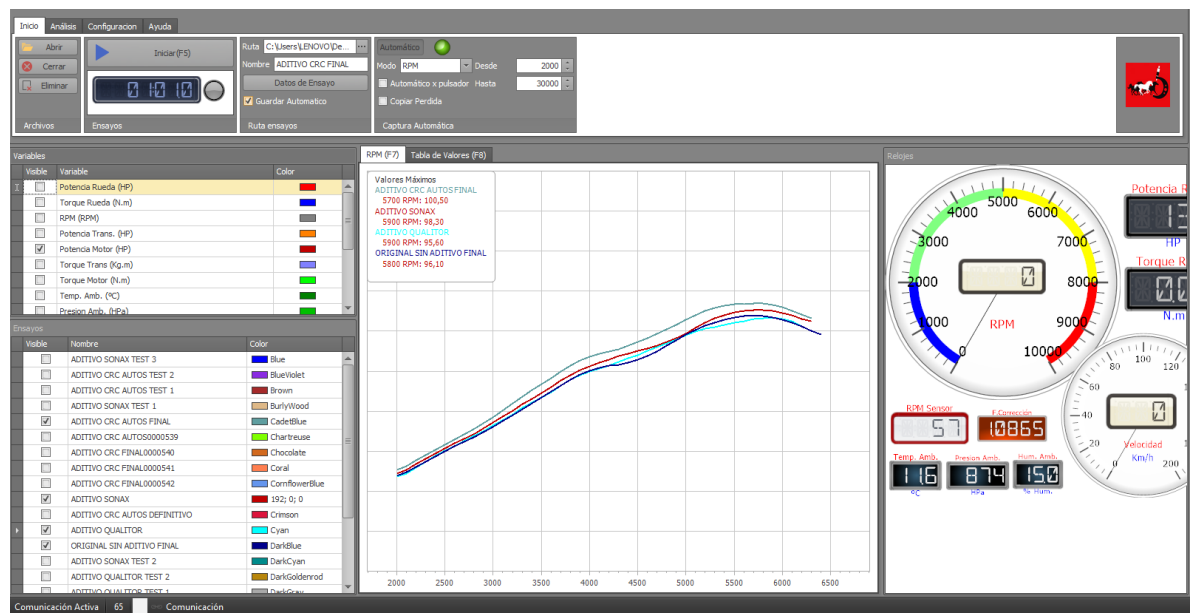
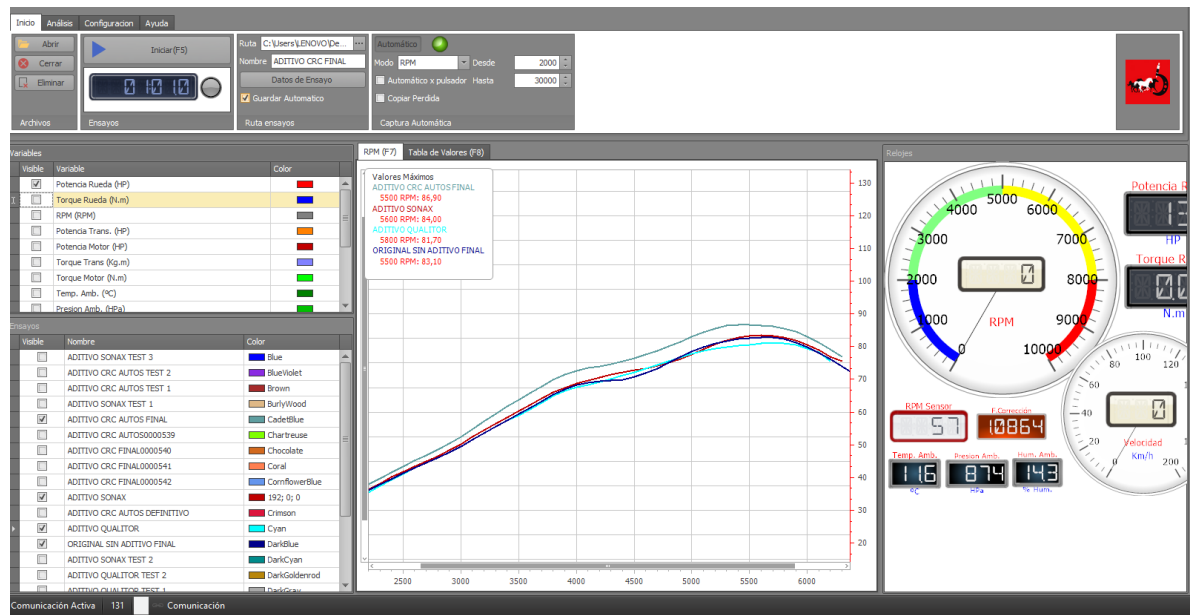
Fecha y hora
 01.07.2025 17:42

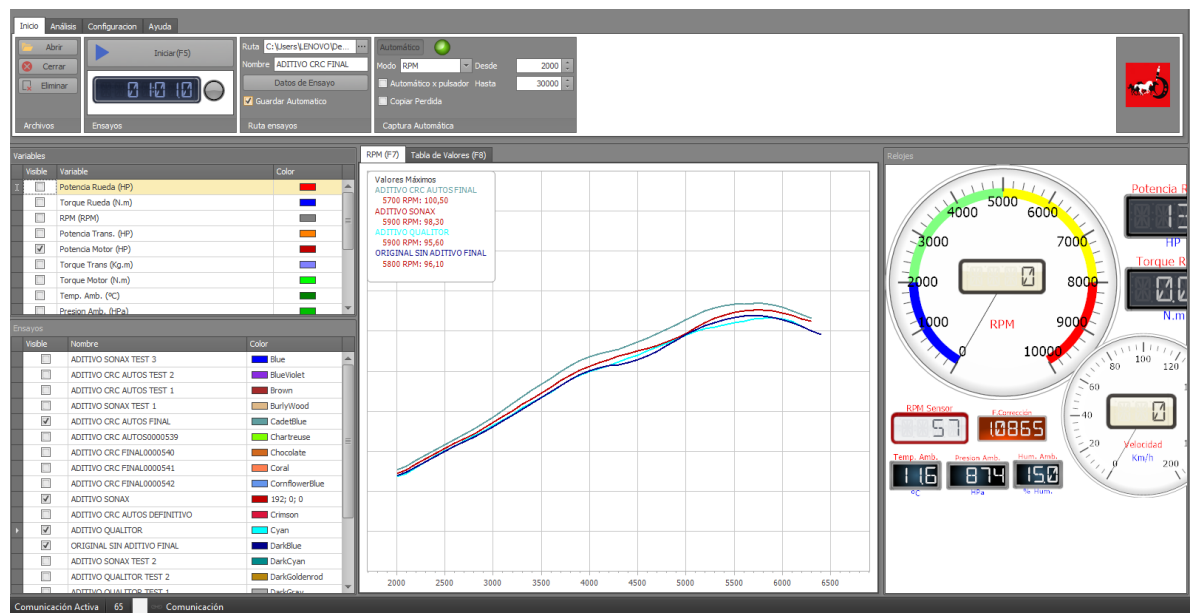
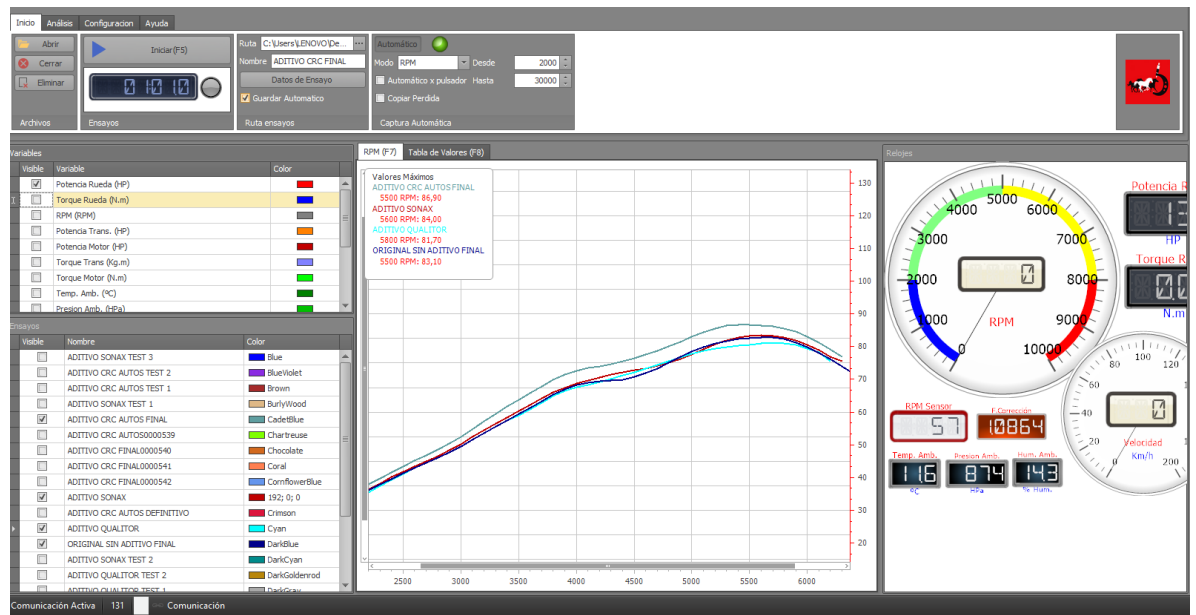
Sello:

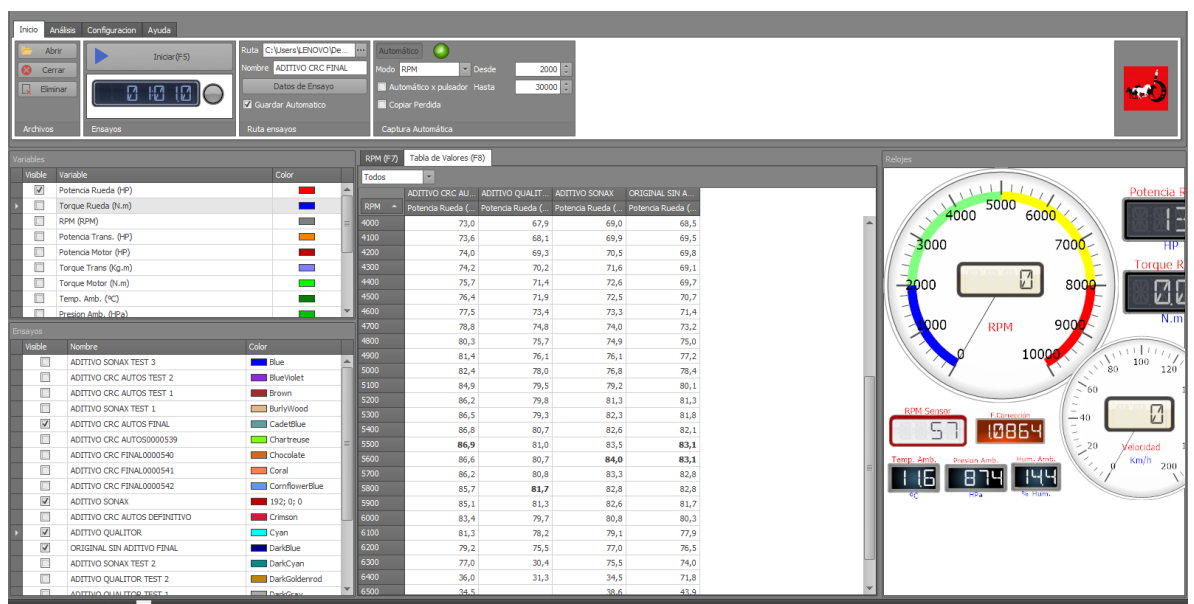
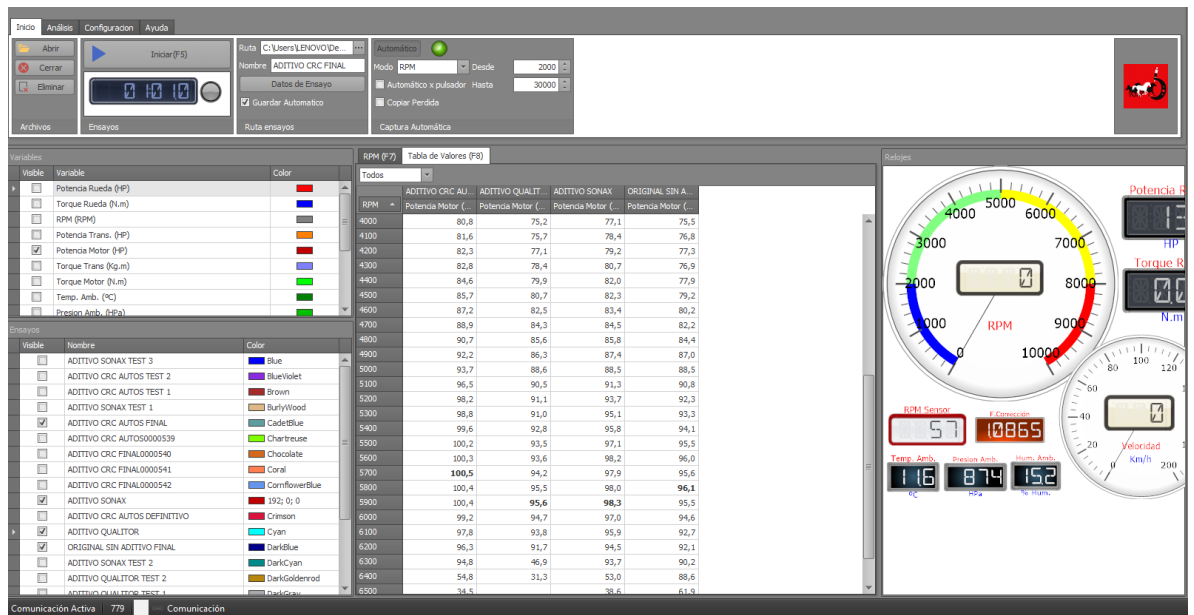
Examinador: GESR -ESCRPES
 Firma:

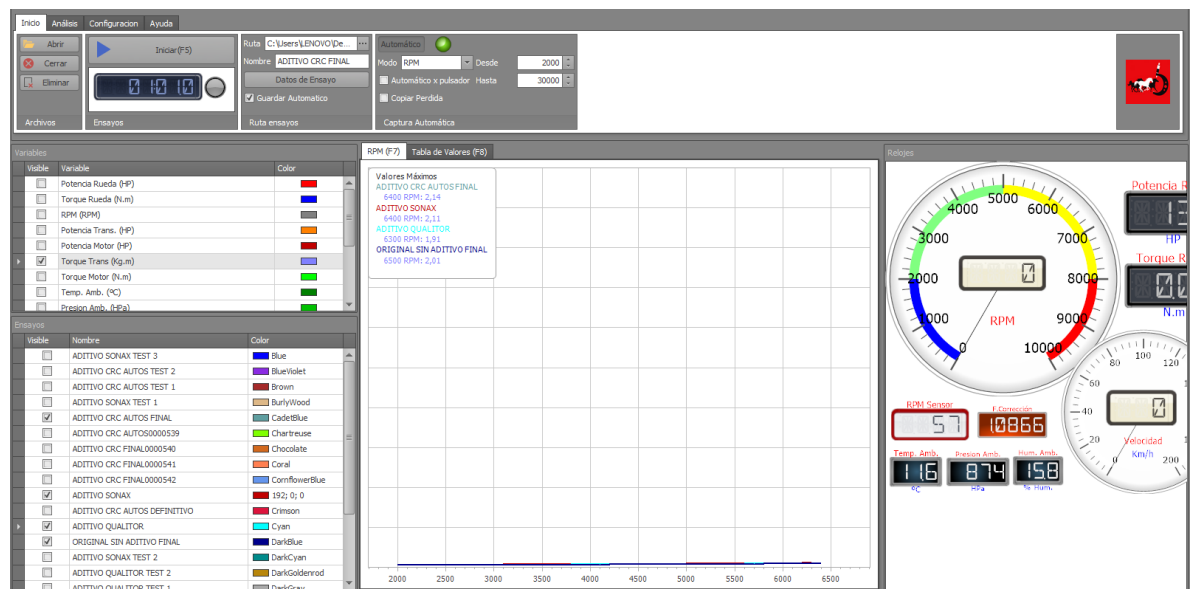
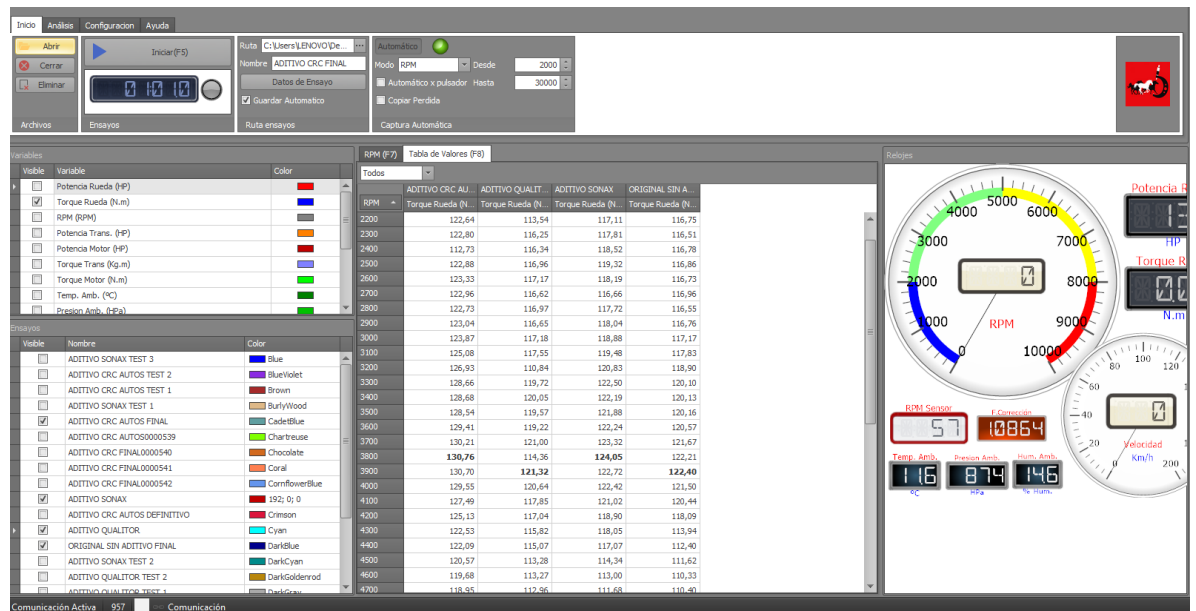
ANRL. GASES DE ESCAPE
 BRIN BEE
 Tipo: RG5-688
 Version Software: 1.300
 N° Serie: 12100300496
 Aprobacion N°: 110133
 GESR ESCRPES
 TELF 3063143
 0983854347
 0994105495

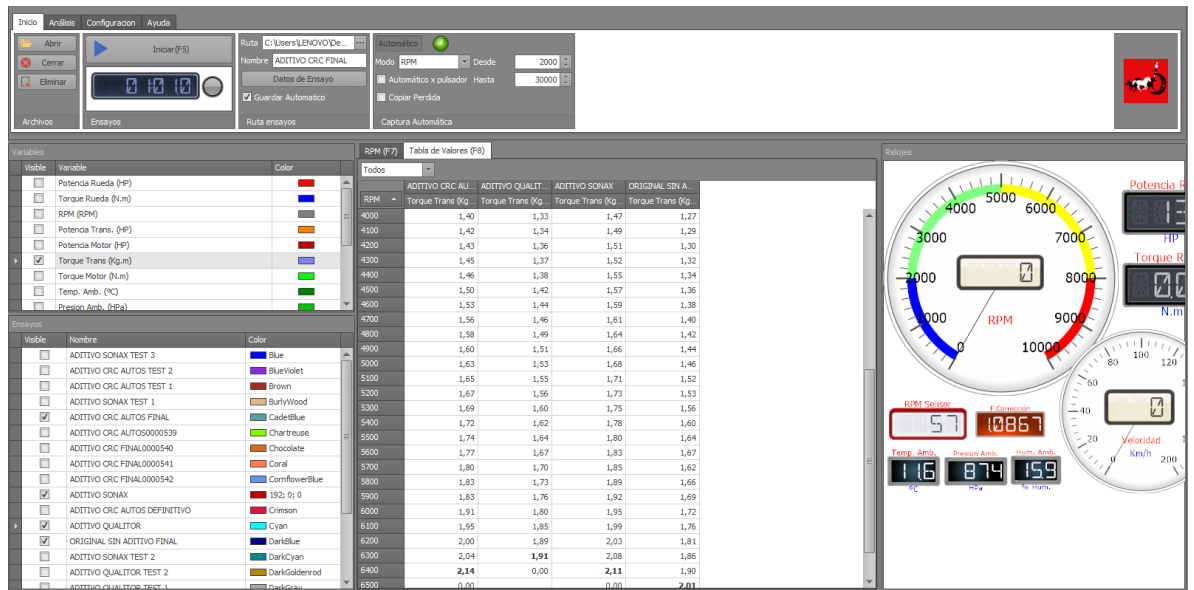
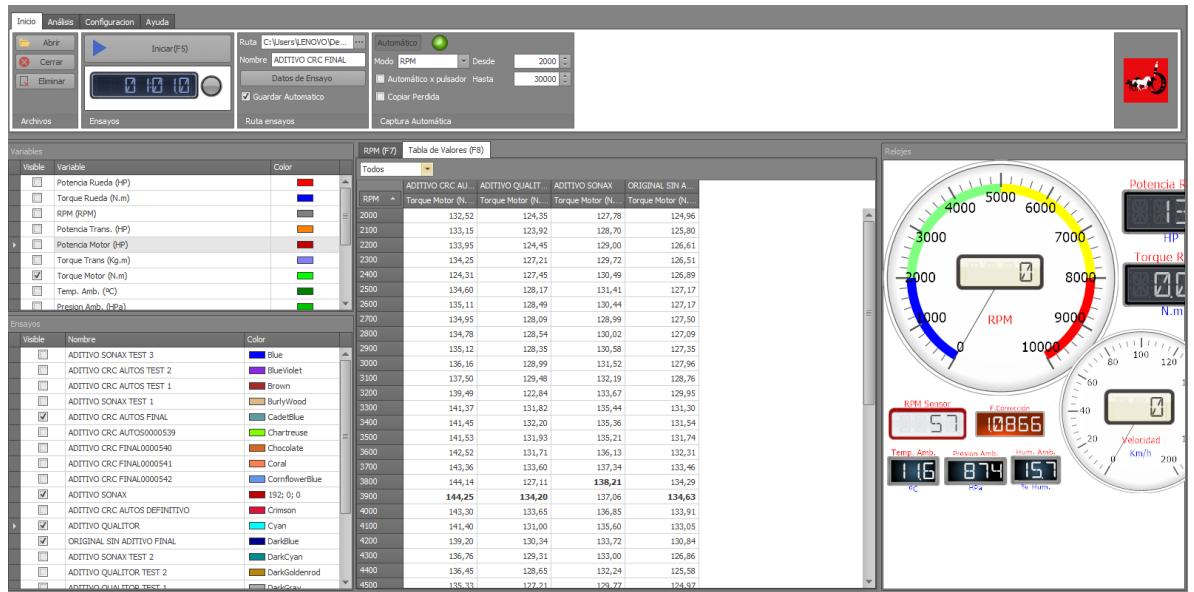


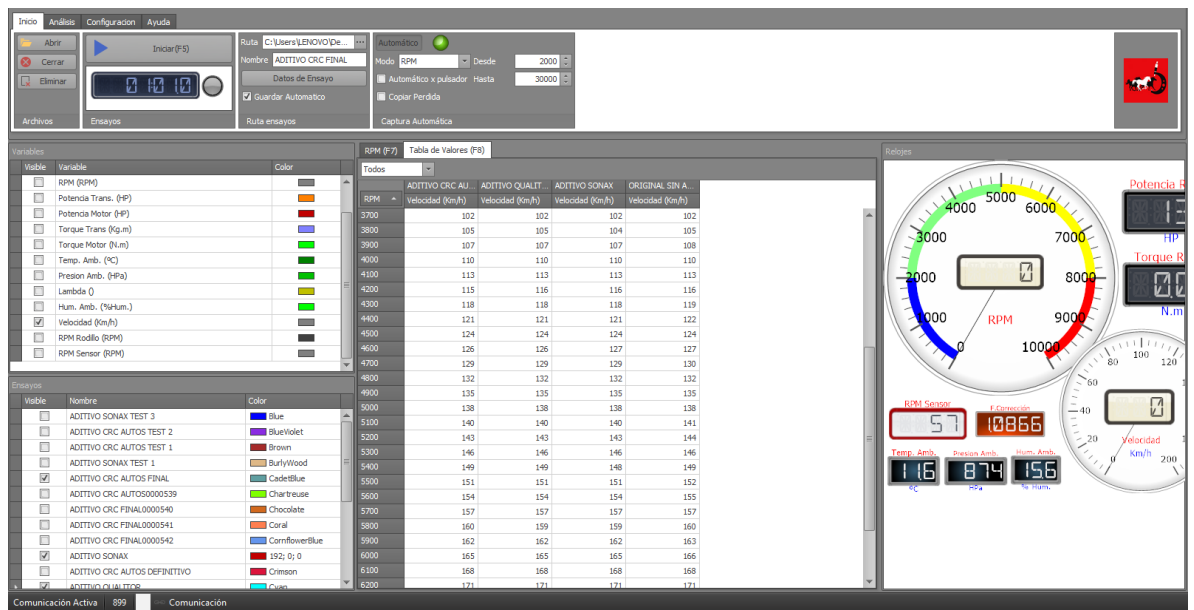
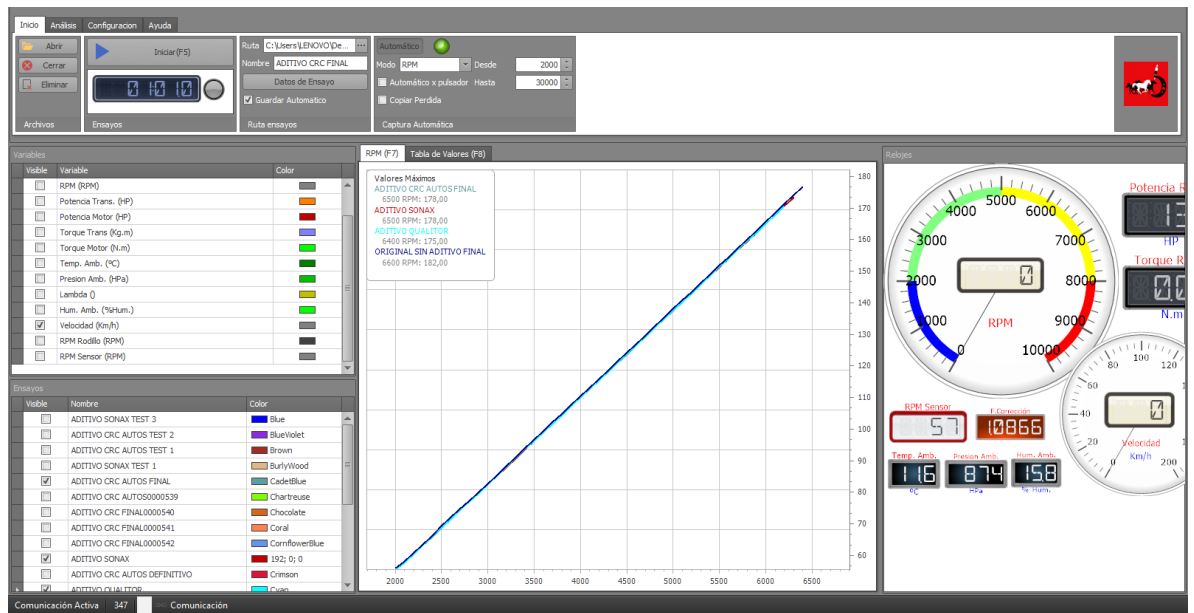


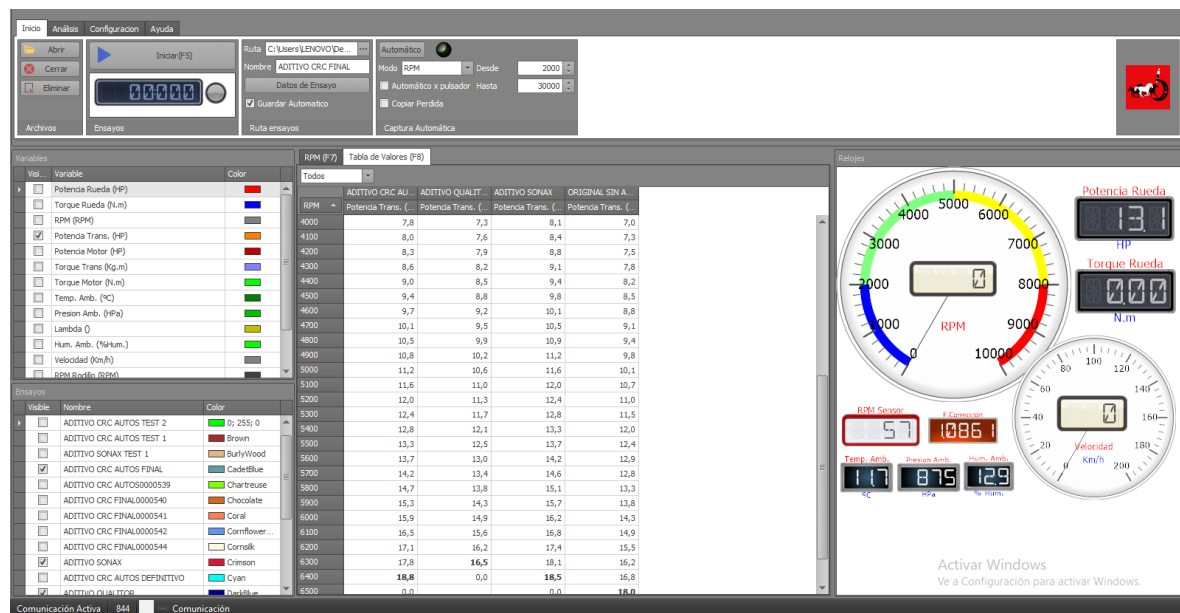






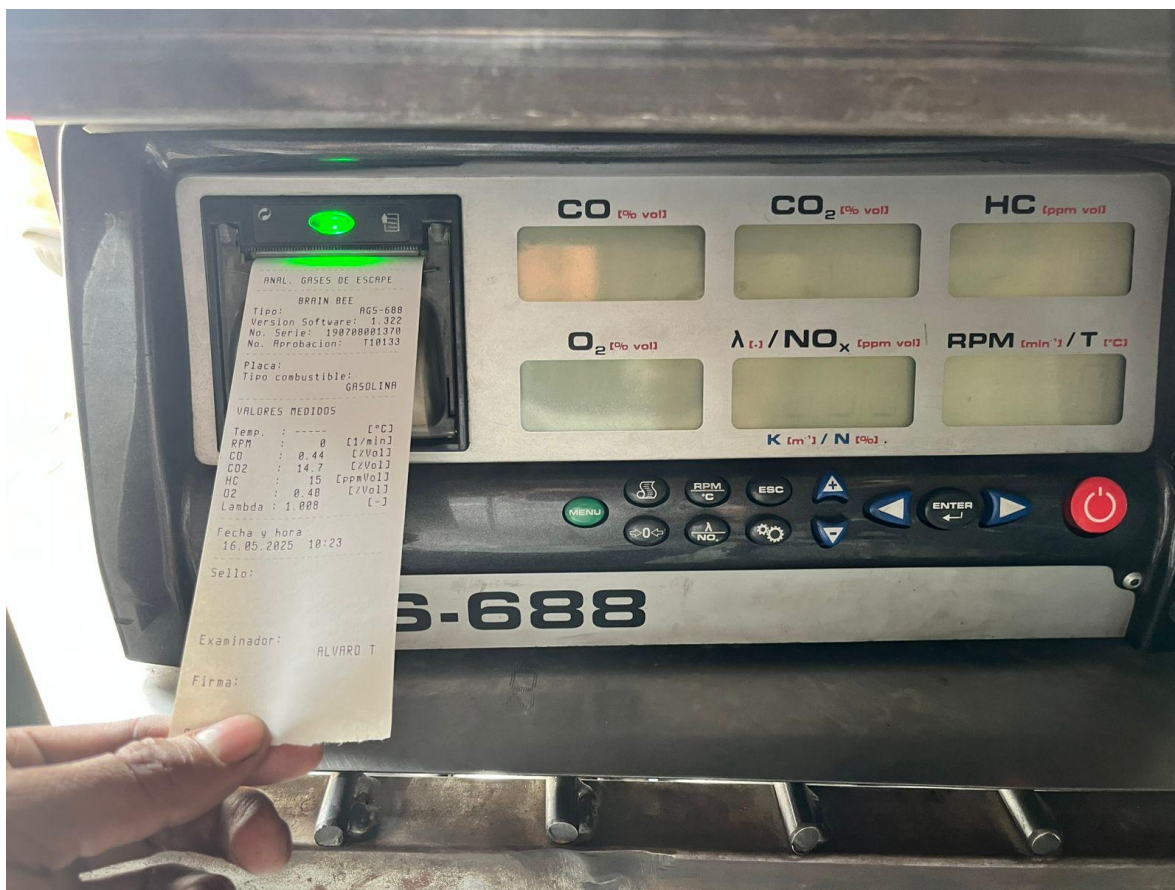




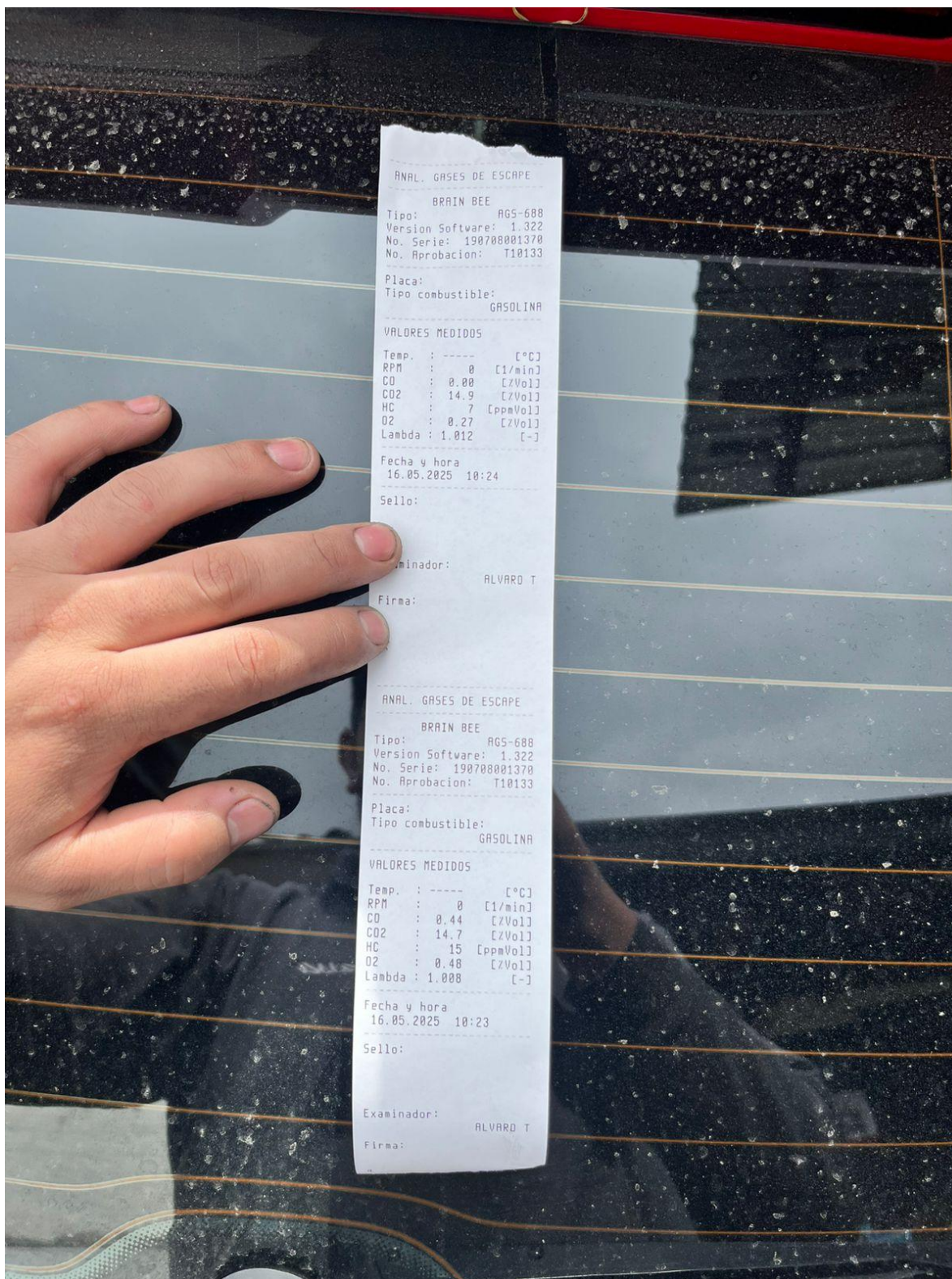


















ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.322
No. Serie: 190708001370
No. Aprobacion: T10133

Placa:

Tipo combustible:
GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	:	----	[°C]
RPM	:	0	[1/min]
CO	:	0.00	[%Vol]
CO2	:	14.8	[%Vol]
HC	:	5	[ppmVol]
O2	:	0.21	[%Vol]
Lambda	:	1.009	[-]

Fecha y hora
16.05.2025 13:15

Sello:

Examinador: ALVARO T

Firma:

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE

Tipo: AGS-688
Version Software: 1.322
No. Serie: 190708001370
No. Aprobacion: T10133

Placa:

Tipo combustible:
GASOLINA

VALORES MEDIDOS

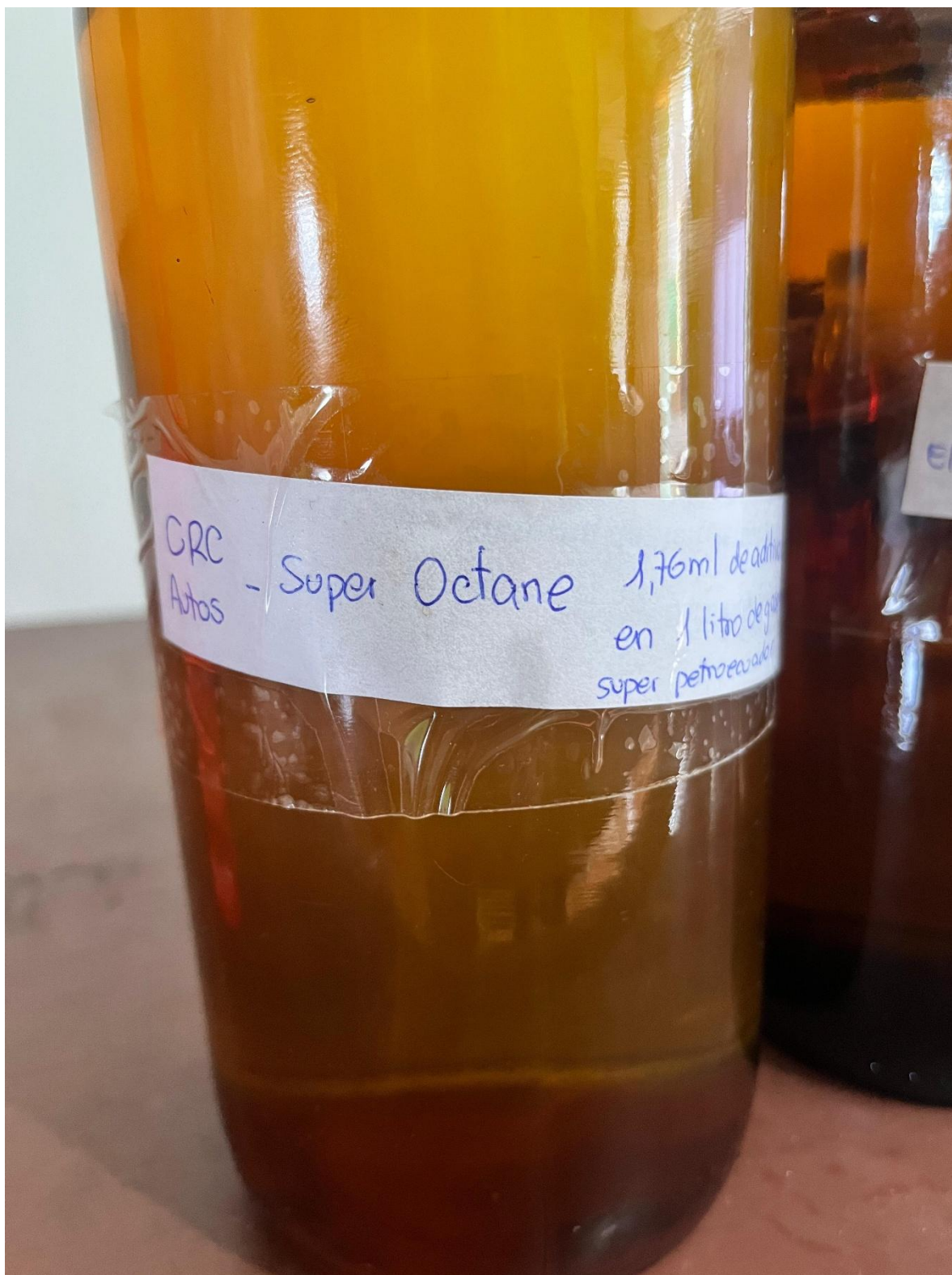
Temp.	: -----	[°C]
RPM	: 0	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 14.8	[%Vol]
HC	: 6	[ppmVol]
O2	: 0.28	[%Vol]
Lambda	: 1.013	[-]

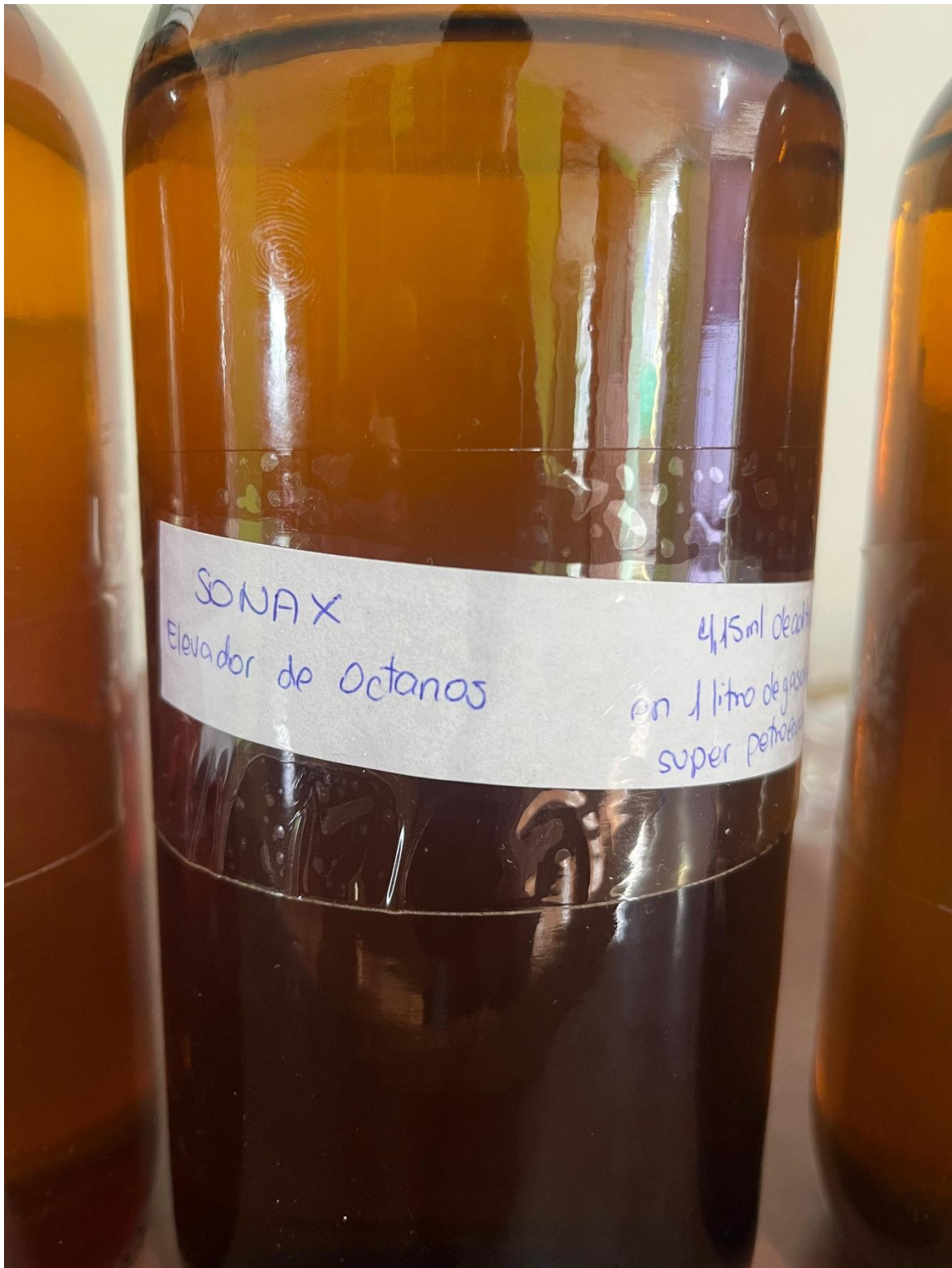
Fecha y hora
16.05.2025 13:16

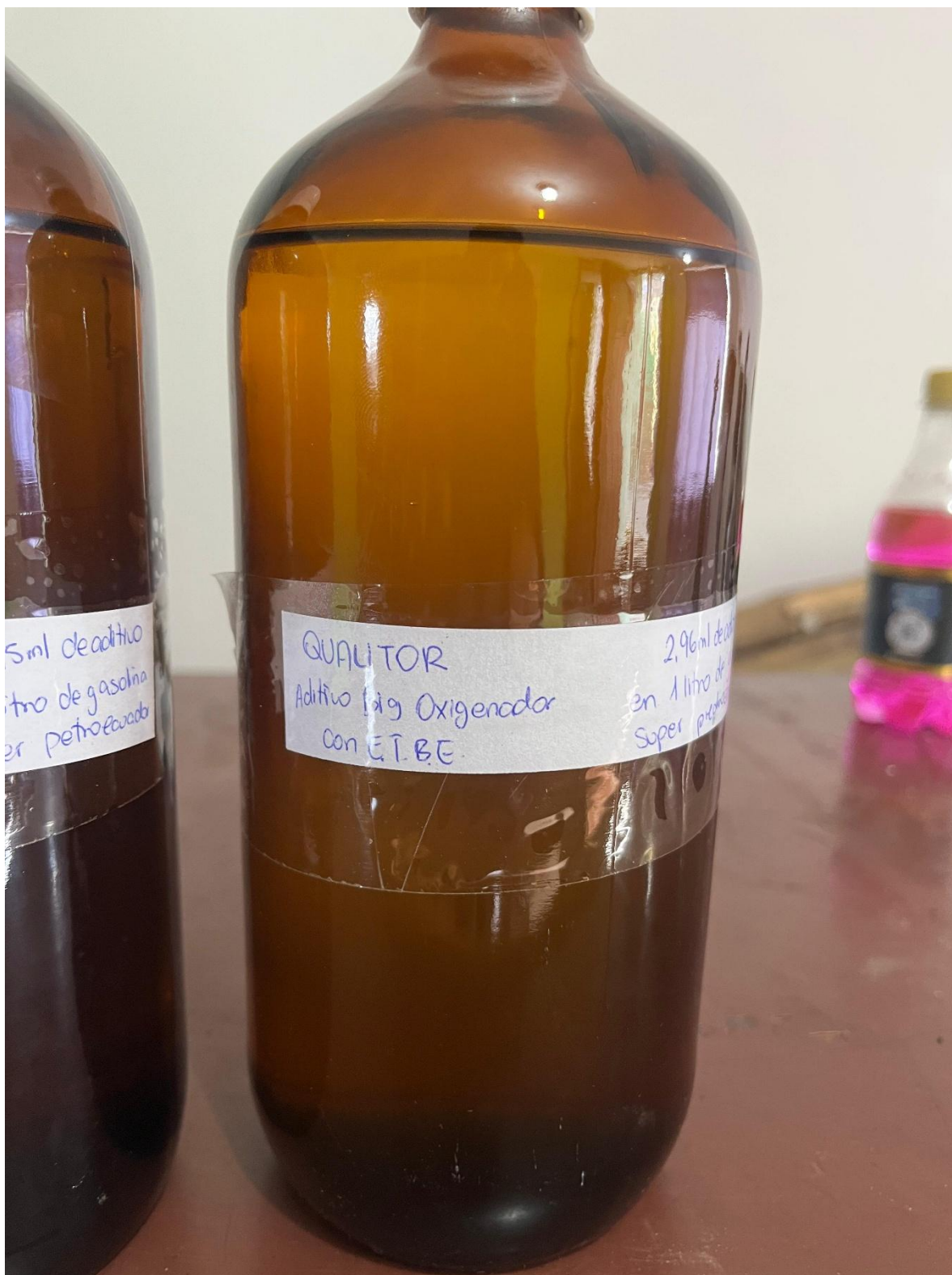
Sello:

Examinador:
ALVARO T

Firma:













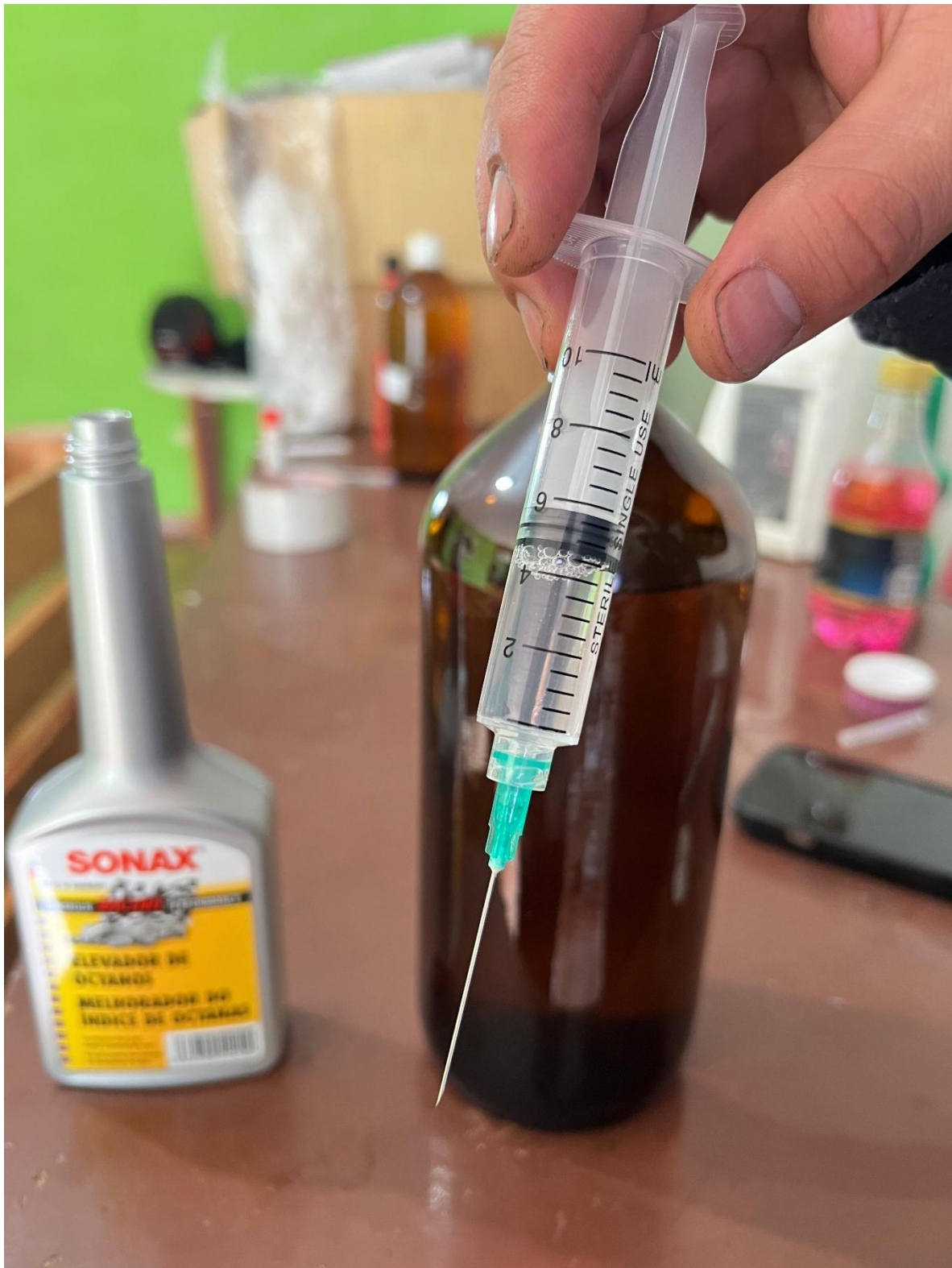


















Etanol Combustible Alternativo para la Reducción de Gases Contaminantes

Mónica Lizeth Jiménez López⁽¹⁾, Gorky Guillermo Reyes Campaña⁽¹⁾, Juan Fernando Iñiguez⁽¹⁾
Universidad Internacional del Ecuador⁽¹⁾
mljl27@hotmail.com ⁽¹⁾

Resumen

Debido al vasto parque automovilístico mundial, el precio del petróleo, el declive de las reservas probadas de hidrocarburos, la creciente demanda de combustibles, la necesidad de preservar el ambiente y mitigar el proceso de cambio climático originado por el uso de combustibles fósiles, son hechos que sustentan la búsqueda de fuentes alternativas de energía, de preferencia no contaminantes y renovables. Los biocombustibles de origen agrícola o forestal constituyen una opción. En el presente artículo se pretende conocer la utilización del etanol como carburante para la automoción, la cual comienza en los mismos orígenes del automóvil debido a que los excedentes de etanol que había a finales del siglo XIX en Europa y el escaso desarrollo de la industria petroquímica, incitaron a su utilización en los motores que se empezaban a desarrollar en aquellos años. La posibilidad de usarse en forma exclusiva o en mezcla con otros combustibles fósiles y el hecho que se puede elaborar a partir de una amplia gama de cultivos, le otorgan ventajas para su difusión.

1. INTRODUCCIÓN.

En Latinoamérica, sobre todo en países como Colombia, poseen un gran nivel de contaminación ambiental que involucra, en mayor parte, a los vehículos. La presente investigación hace parte de este conjunto de proyectos, en donde además de actualizar y validar los inventarios existentes se pretendió ofrecer una metodología para la evaluación de estrategias encaminadas a la reducción de las emisiones de la flota vehicular de la ciudad. [1]

El objetivo de este estudio es conocer cuáles son los gases que representan una gran amenaza al planeta, los cuales son emitidos por vehículos. Una vez que fuentes sean identificadas, la autoridad ambiental podrá enfocar mejor los esfuerzos y empleará mejor los recursos disponibles. [2]

Debido a factores como: presión, densidad del aire, estructura de los edificios y de las aceras, los resultados del estudio sirven tan solo en los lugares donde se realizan los estudios. Existen métodos eficientes para poder realizar pruebas con la finalidad de obtener datos más reales de la emisión de gases provenientes de vehículos a gasolina. En los estudios en túneles se determina las emisiones provenientes de vehículos gasolina, en este caso la investigación de las emisiones fue sobre mayor cantidad de vehículos que dando incluidas las emisiones de escape y las de evaporaciones. [3]

Otro método muy efectivo es la utilización del analizador de gases, la cual ha sido eficiente a la hora de obtener datos más exactos. Las investigaciones en el analizador de gases se han llevado a cabo con el fin de determinar las emisiones de vehículos equipados con gran variedad de sistemas de control de contaminantes, así mismo, se ha utilizado para verificar que las emisiones no sobrepasen la norma y para establecer estrategias de control.[4]

Se encontró que los resultados de ambos estudios fueron complementarios ya que los dos presentaron ventajas y al compararlos se demostró que los compuestos más abundantes de los dos perfiles determinados fueron los relacionados con la combustión de vehículos y la composición de las gasolinas. [5]. Bajo este criterio y luego de un proceso de preparación técnica y de búsqueda de las decisiones políticas requeridas, se estableció un programa obligatorio de revisión mecánica y control de emisiones vehiculares para todos los automotores, particulares y de servicio público. [6]

2. SISTEMA DE EMISIONES.

Las políticas de calidad el aire y las normas que establecen las concentraciones máximas permisibles de contaminación están dirigidas generalmente a proteger en un sentido amplio y en forma prioritaria la salud humana, con un margen de seguridad adecuado. Las concentraciones en el ambiente de tales contaminantes se relacionan directamente con sus fuentes emisoras. [7]

El transporte es una de las principales causas de emisión de contaminantes ya que genera el 96.7 % de las emisiones de CO, el 77% del NOx y el 89.4% del HC. Por lo tanto, incluir medidas que permitan disminuir los niveles de las fuentes nocivas es fundamental, particularmente si se tiene en cuenta que el crecimiento de vehículos en los últimos años ha sido continuo. [8]

2.1. CONTAMINACION

Las diferentes emisiones que generan los vehículos producen una contaminación especial dependiendo de la composición. El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, ligeramente más denso que el aire. Está compuesto por un átomo de carbono y uno de oxígeno, y es el resultado de la combustión incompleta de materiales de origen orgánico, fosilizado o no.

Los vehículos automotores son responsables de más del 90% de la emisión de monóxido de carbono a la atmosfera. Los principales efectos de inhalación de monóxido de carbono son: alteración de la percepción y de las funciones cerebrales, disminución de los reflejos osteomusculares, mareos, inconsciencia y muerte.

Bióxido de azufre se genera tanto en fuentes naturales como ignición de combustibles fósiles. Penetran al organismo por la vía aérea y se asocian a disminución de la función pulmonar. El aumento de su concentración en el ambiente se ha relacionado con un incremento en la mortalidad, exacerbación de enfermedades cardíacas y pulmonares, y el aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias agudas. [9]

El bióxido de nitrógeno es emitido por fuentes artificiales como los motores de combustión interna, los sistemas de calefacción. Es un gas irritante que se absorbe en la mucosa de las vías respiratorias y en los alveolos.

Las concentraciones de los contaminantes en la calle se pueden relacionar con los fenómenos implicados en la dispersión y con la cantidad emitida de contaminantes (emisiones) por medio de la siguiente ecuación general:

$$Ch = Fh \text{ (modelo)} Eh + Ch \text{ base}$$

En esta expresión, Ch corresponde a la concentración promedio de un contaminante cualquiera en el interior del SC para un periodo de tiempo o una hora h [M/L³]; Eh es la cantidad del contaminante emitido por

un vehículo promedio (Veh) que transitan por la calle en la hora h [M/L*veh.]; Ch base corresponde a la concentración de contaminantes presente dentro y fuera del SC en la hora h y que proviene de fuentes diferentes a los vehículos que circulan por el SC [M/L³]. Fh (modelo) es una función que describe el proceso de dispersión del contaminante emitido (Veh/L²). [10]

Si se consideran dos categorías de vehículos, livianos y pesados, para una hora específica, Eh se relaciona con el número de vehículos de cada categoría que circulan durante esa hora y con los factores de emisión de esa categoría de la siguiente manera:

$$Eh * Nh = NLh * FI + NPh * Fp$$

NLh y Nph corresponde al número de vehículos livianos y pesados que pasaron por el SC en la hora h, Nh es el número total de vehículos que pasaron por el SC en la hora h (NLh + NPh); FI y Fp corresponden a los factores de emisión de cada categoría. [11]

Si se habla de combustión, el cual es un factor muy indispensable para la emisión de gases, podemos decir que es un proceso químico de oxidación veloz que va acompañado de desprendimiento de energía en forma de calor y luz. La reacción de oxidación del combustible con el oxígeno origina sustancias gaseosas como: CO₂, H₂O, N₂, O₂. Existe una relación de la mezcla de combustible y aire necesario para la combustión completa de una determinada cantidad de combustible, representada en porcentaje en peso por medio de la siguiente ecuación:

$$A/C = Kg \text{ aire} / Kg \text{ combustible} \text{ [12]}$$

2.2. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

La tecnología ha avanzado y emite más contaminación. Las personas tendríamos que tomar conciencia que al emitir gases ya sea

de cualquier tipo estamos terminando con la vida útil del planeta en el que vivimos y con esto generamos más enfermedades. El objetivo de este estudio es reducir, limitar hasta un cierto punto donde un vehículo pueda emitir gases contaminantes y con la ayuda de una revisión técnica vehicular para lograr dicho planteamiento.

	Km/da	Emisiones (normas Euro)			
		CO	VOC	NOx	PM ₁₀
Vehículos particulares	20,000,000	950	70	40	0.15
Motos	2,000,000	85	45	—	1
Taxi	12,000,000	270	25	20	0.3
Bus	4,000,000	490	40	40	3.5
Camión	1,500,000	490	30	30	2
Total	40,000,000	2500	200	150	6

Tabla 1. Emisiones de gases año 2003

Fuente: OMS.

El PM10 es el contaminante con mayor índice de excedencias de la norma de calidad del aire, seguido por el ozono. Las concentraciones de óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hidrocarburos totales y monóxido de carbono presentan pocas excedencias de la norma.

Las concentraciones de PM10 no han mostrado una tendencia clara de reducción o aumento en los 10 años de operación de la red. Aunque existió una tendencia de reducción al introducir diésel de 1200 ppm de azufre en 2000, lamentablemente la concentración de PM10 volvió a aumentar a partir de 2003, probablemente debido al crecimiento industrial y a la utilización de carbón a cambio de gas natural. [13]

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Guía OMS, actualización 2006 ^a	Tiempo de exposición
PST	µg/m ³	100	—	Anual
		300	—	24 horas
PM ₁₀	µg/m ³	70	20	Anual
		150	50	24 horas
SO ₂	ppm (µg/m ³)	0.031 (80)	(20)	Anual
		0.096 (250)	—	24 horas
		0.287 (750)	(500, media de 10 minutos)	3 horas
NO ₂	ppm (µg/m ³)	0.053 (100)	(40)	Anual
		0.09 (150)	—	24 horas
		0.109 (200)	(200)	1 hora
O ₃	ppm (µg/m ³)	0.041 (80)	(160)	8 horas
		0.061 (120)	(160)	1 hora
CO	ppm (mg/m ³)	8.8 (10)	—	8 horas
		35 (40)	—	1 hora

Tabla 2. Guía OMS de los tipos de contaminante año 2005

Fuente: OMS.

En su comparación con la actualización de 2005 de calidad del aire, cabe anotar la gran diferencia entre los valores de nivel máximo permisible para material articulado (PM10), dióxido de nitrógeno (NO2) y dióxido de azufre (SO2). Con la actualización de las guías de calidad del aire en 2005, la OMS ha dejado un gran reto a los países para reducir significativamente la contaminación del aire en sus centros urbanos.

2.3. NORMAS EURO

Las denominadas normas Euro fijan los valores límite de las emisiones contaminantes de los vehículos nuevos. En la fiscalidad de un vehículo, las emisiones de gases contaminantes tienen un papel muy importante porque el tipo impositivo depende también de la clasificación que establecen las diferentes normas Euro. El código indicado en el permiso de circulación ofrece información sobre el nivel de emisiones de contaminantes del vehículo. Las disposiciones legislativas son cada vez más exigentes: el Parlamento Europeo ha decidido fijar otra vez nuevos valores límite para la emisión de contaminantes de los turismos. [14]

Tabla 3. Limitaciones a las emisiones para vehículos con motor de gasolina

válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
Euro I 12/92	2,72	-	-	0,97	-
Euro II 01/97	2,20	-	-	0,5	-
Euro III 01/00	2,30	0,20	0,15	-	-
Euro IV 01/05	1,00	0,10	0,08	-	-
Euro V 09/09	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
Euro VI 08/14	1,00	0,10	0,06	-	0,005*

* con inyección directa

Fuente: El Telégrafo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. COMBUSTIBLE

1.7. Propiedades y consumo del combustible en la ciudad de Quito.

En la ciudad de Quito las propiedades de combustible durante el transcurso del tiempo han ido mejorando en relación a la calidad de los combustibles, esta mejora e incremento de calidad de los combustibles está dado por el implemento de nuevas tecnologías en las refinerías y la importación de gasolinas de alto octanaje.

En esta ciudad en base a ordenanzas de comercialización y calidad del medio ambiente se ha instaurado mayor control en lo referente a la calidad de combustible, dando como resultado combustible de mejor calidad y generando así en el parque automotor la disminución de gases contaminantes, cabe señalar que la ciudad de Quito cuenta con un moderno parque automotor que va en incremento cada año.

1.7.1. Propiedades del combustible.

En el Ecuador se generan nuevos programas para mejorar la calidad del combustible, como: la gasolina Extra elevó su calidad de 81 a 87 octanos y la Súper, de 90 a 92 octanos. Además, se redujo el contenido de azufre, de 2000 a 650 partes por millón (ppm), tanto en la gasolina Extra como en la Súper. En el país alrededor del 75% son usuarios de la actual gasolina Extra y el 25 por ciento restante, de gasolina Súper.² También en la ciudad de Quito la mayoría de ciudadanos utilizan gasolina extra (75%)³.

La presente investigación utiliza gasolina Extra (tabla 1.1) para el funcionamiento de los vehículos utilizados, este combustible tiene una compleja mezcla compuesta de naftas de todos los grupos como: butano, nafta ligera, nafta pesada, nafta debutanizada, nafta tratada y nafta reformada, productos

² http://www.eppetroecuador.ec/idc/groups/public/documents/peh_boletines/000833.pdf

³ Yáñez Iván; Análisis de factibilidad técnica y ambiental para la propulsión eléctrica de autos particulares en la ciudad de Quito; Capítulo 1, pág. 29.

El octanaje es la capacidad antidetonante de la gasolina cuando se comprime dentro del cilindro del motor, mientras la relación de compresión de un motor es mayor también es mayor su eficiencia y potencia, pero esto también incrementa el peligro de que se produzca el cascabeleo y se reduzca la potencia y eficiencia del motor. Ahí el octanaje controla el problema, el mayor octanaje de las gasolinas se refleja en un aumento de la eficiencia, sobre todo en motores de inyección. El técnico del Laboratorio de Motores de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE, Alberto Naranjo, explica que el primer paso es escuchar con atención el motor una vez que se implemente la variación del octanaje en la gasolina. Advierte que en caso de que el usuario escuche que su motor comienza a "cascabelear", debe entonces tomar medidas, según Naranjo en caso de registrarse ese problema se debe elegir siempre la gasolina Súper en lugar de la Extra y cambiar sus hábitos de conducción. (El comercio, 2017)

Según representantes de la Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleo, entre el 2012 y el 2013 el consumo de la gasolina extra subió un 6,1% mientras que el consumo de la gasolina Súper bajó 5,1% esto se explica por el aumento del octanaje en la gasolina Extra. Naranjo también indica que se pueden usar aditivos para mejorar el octanaje, sin embargo, advierte que este uso no debe ser habitual sino más bien esporádico, porque los aditivos están compuestos de químicos que pueden generar reacciones negativas en los componentes del motor. El consultor automotriz Édison Yáñez opina que hay aditivos que limpian el motor y los potencializan adecuadamente, pero advierte que desde enero pasado estos productos han tenido problemas en ingresar al país a causa de la restricción de las importaciones, añade que una variación negativa del octanaje de la gasolina también producirá más residuos en el motor por lo que los mantenimientos pueden volverse más seguidos.

Industria petrolera y el estado ecuatoriano

La decisión de las autoridades energéticas del país de reemplazar progresivamente la gasolina extra por un combustible más amigable con el medioambiente dependió de la capacidad que tenía la industria para proveer del biocombustible. El 13 de mayo del 2015, se firmó el Decreto Ejecutivo 675, con el que se oficializó la venta en todo el país de la gasolina Ecopaís, con un costo de USD 1,48 el galón.

El decreto es el epílogo de un plan progresivo de sustitución que el gobierno anunció en el 2010, y que tuvo como piloto un grupo de gasolineras de Guayaquil y de otras ciudades con alto movimiento vehicular en la provincia del Guayas. En la composición de esta gasolina denominada ecológica hay un 5% de bioetanol (alcohol anhidro) que, en el caso de Ecuador, se genera a partir del procesamiento del bagazo (desecho) de la caña de azúcar. El decreto del ejecutivo precisa que el reemplazo se hizo según fue creciendo la oferta del producto orgánico. Por el lado del Gobierno, se estimaba que la sustitución del combustible se traduciría en al menos 9 000 nuevos empleos, una inversión privada de USD 470 millones y, por extensión una disminución en el rubro de la importación de naftas.

Ricardo Rivadeneira, presidente ejecutivo del Ingenio Azucarero Valdez, del grupo empresarial Noboa, consideraba que ese proceso para abastecer al país con suficiente alcohol "ya se estaba haciendo". No obstante, el ejecutivo agregó que demanda de una fuerte inversión, no solo en la ampliación de la superficie destinada al cultivo de caña, sino también en la

1.6.3. Biocombustible

Los cambios climáticos en el mundo son relevantes al igual que la inestabilidad de los precios del petróleo y las consecuentes políticas de seguridad energética que disponen los países petroleros, por esta razón, se identifica a los biocombustibles como una potencial fuente de energía alternativa. En este ámbito, los biocombustibles de primera generación se producen por la tecnología convencional y a partir de cultivos alimenticios (ALEJOS, C.; CALVO, E, 2015 pp. 60-65).

Se tiene presente que los denominados biocombustibles no constituyen la solución definitiva de los problemas energéticos, económicos y ambientales que adolece el mundo. Sin embargo, constituyen una fuente alternativa de energía corto, mediano y largo plazo que se relaciona a la incógnita de la evolución de los combustibles fósiles que son la base del desarrollo de la economía mundial (DARQUEA, D., 2018 pp. 20-23).

El biocombustible Eco-país se caracteriza por ser una gasolina que se mezcla por la gestión de Petroecuador, EP, además, contiene un porcentaje de Etanol nativo de la caña de azúcar, lo cual, mejora su uso a la vez que disminuye su impacto en el medio ambiente. Las emisiones de los gases tóxicos como es el CO₂, son controladas con la presencia del biocombustible y este particular ayuda a los productores de caña de azúcar y de etanol. Adicionalmente, se cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana, INEN 935, la cual, determina la calidad de las gasolinas. El octanaje del biocombustible es semejante al que tiene el combustible tradicional Extra, 85 octanos (EP PETROECUADOR, 2016 p. 55).

1.6.4. Especificaciones técnicas de las gasolinas

La Norma NTE INEN 935:2016-02, establece los requisitos que deben cumplir las gasolinas de 87 y de 92 octanos. Bajo este lineamiento técnico del ente de normalización del Ecuador, se tiene (INEN, 2016 p. 55):

1.6.5. Gases contaminantes

El cambio climático que sufre el planeta Tierra dispone de diversas aristas en su desarrollo, una de ellas, se basa en las emisiones de bajo nivel de carbono y que tiene un efecto negativo en la

11

condición del ser humano. En este sentido, es importante la identificación de las fuentes que generan este tipo de emisiones. Las fuentes de energía que se utilizan en el ámbito de la movilidad representan un valor mayor al 25% del requerido por el mundo, por lo mismo, es vital considerar la enorme demanda del petróleo y que se concentra en el sector del transporte con más del 50% (ASTM, 2019 pp. 50-60).

A nivel de los sistemas de propulsión de los medios de transporte el más utilizado es el Motor de Combustión Interna Alternativo, MCIA. Se conoce que la mayoría de estudios relacionados con los MCIA, son basados en la disminución del consumo de combustibles y en la consecuente reducción de emisiones contaminantes. Entre los gases contaminantes que son emitidos por el MCI se tiene (ASTM, 2019):

- **Hidrocarburos, HC:** Los hidrocarburos son residuos de la falta de combustión integral del combustible. Entre los hidrocarburos de mayor peligro que son emitidos a la atmósfera se tiene los Compuestos Orgánicos Volátiles, COV. Estos compuestos disponen de una gran toxicidad sobre el ser humano.
- **Monóxido de carbono, CO:** El monóxido de carbono es producto de la combustión incompleta de elementos como gas natural, gas propano, gasolina, petróleo, queroseno, madera o carbón. Por lo tanto, se genera dentro del funcionamiento de automóviles, lanchas, motores a gasolina, cocinas, entre otros.
- **Óxidos de nitrógeno, NOx:** Se generan en ambientes de gran temperatura y presión inherentes al funcionamiento de un motor de combustión interna, en este punto, los átomos de nitrógeno y oxígeno del aire reaccionan para estructurar al Monóxido de Nitrógeno (NO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y otros óxidos de nitrógeno, que de manera colectiva se conocen como NOx.
- **Dióxido de azufre, SO₂:** El SO₂ es un gas que se caracteriza por ser incoloro, de olor penetrante y que se produce por la presencia de azufre en el combustible que se utiliza. A su vez, al oxidarse en la atmósfera se producen sulfatos y forman material particulado.

1.6.6. Aditivos

Los aditivos de motor o aditivos que se utilizan con gasolina son compuestos desarrollados para el mejoramiento de la calidad y la eficiencia del combustible, y, por lo tanto, su objetivo es lograr un beneficio del motor y de sus componentes. Históricamente, se han desarrollado modificaciones en la composición de las gasolinas que requieren los motores de combustión interna, lo cual, se refleja en una mejor calidad del aire. Adicionalmente, se conoce que los compuestos oxigenados como son los alcoholes pueden ser sujetos del mismo uso (CAMPS Michelena, M., 2008 p. 55).

En el caso concreto del aditivo Liqui Moly, es un aditivo cuyo ámbito de aplicación se orienta a los beneficios en un motor lleno de suciedades (el aditivo elimina los depósitos de suciedades), radiador con fugas de líquidos (sella las fisuras), temperaturas bajas (mantiene estable la temperatura), mala calidad del combustible que utiliza el motor (mejora la calidad del combustible), motores que no han sido utilizados en intervalos prolongados de tiempo (protege contra la corrosión del motor) y pérdida de aceite en el proceso de funcionamiento del automotor (regenera las propiedades de los sellos de caucho y de plástico) (LIQUI MOLY, 2020 p. 40).

Con el paso del tiempo, se ha logrado modificaciones en composición de las gasolinas que se utilizan en los motores de combustión interna. Estos cambios se traducen en la existencia de normativas que regulan el contenido de químicos como el azufre, benceno, aromáticos, plomo, butanos, además de gestionar la eliminación del plomo tetraetilo usado anteriormente como antidetonante (APARICIO F., 2020 p. 55)

Se tiene claro que los aditivos para gasolina disponen de algunas características, por ejemplo, los aditivos "Top Oil" son productos de naturaleza sintética que afectan de manera positiva en el desempeño de automóviles, se mejora la calidad de la gasolina que ingresa a la combustión del motor, existen un incremento en el índice de octanaje y se incrementa la potencia. En un estudio efectuado en la ciudad de Guayaquil sobre el análisis de las propiedades de la gasolina Súper y Eco-país al ser mezclada con un aditivo, establece que, a nivel de pruebas de laboratorio, se

ETANOL

Utilizado como biocombustible y como aditivo mejorador de octanaje para la gasolina, es un alcohol etílico cuya composición de $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ o $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, tiende a mejorar la mezcla de aire en el motor, lo cual permite reducir emisiones al generar una combustión más completa. Asimismo, su octanaje es mucho más elevado que el del diésel, siendo que su temperatura de auto ignición es de 363 °C.

Es un combustible que se lo utiliza mucho en mezclas de bajo porcentaje, inferiores al 25% con gasolinas, el estudio permite determinar que el combustible con mezclas de etanol y diésel no pueden tener un buen fin.

Las diferentes emisiones que generan los vehículos producen una contaminación especial dependiendo de la composición. El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, ligeramente más denso que el aire. Está compuesto por un átomo de carbono y uno de oxígeno, y es el resultado de la combustión incompleta de materiales de origen orgánico, fosilizado o no.

Los vehículos automotores son responsables de más del 90% de la emisión de monóxido de carbono a la atmósfera. Los principales efectos de inhalación de monóxido de carbono son: alteración de la percepción y de las funciones cerebrales, disminución de los reflejos osteomusculares, mareos, inconsciencia y muerte.

Dióxido de azufre se genera tanto en fuentes naturales como ignición de combustibles fósiles. Penetran al organismo por la vía aérea y se asocian a disminución de la función pulmonar. El aumento de su concentración en el ambiente se ha relacionado con un incremento en la mortalidad, exacerbación de enfermedades cardíacas y pulmonares, y el aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias agudas. [9]

El dióxido de nitrógeno es emitido por fuentes artificiales como los motores de combustión interna, los sistemas de calefacción. Es un gas irritante que se absorbe en la mucosa de las vías respiratorias y en los alveolos.

Las concentraciones de los contaminantes en la calle se pueden relacionar con los fenómenos implicados en la dispersión y con la cantidad emitida de contaminantes (emisiones) por medio de la siguiente ecuación general:

$$Ch = Fh \text{ (modelo)} Eh + Ch \text{ base}$$

En esta expresión, Ch corresponde a la concentración promedio de un contaminante cualquiera en el interior del SC para un periodo de tiempo o una hora h [M/L³]; Eh es la cantidad del contaminante emitido por

un vehículo promedio (Veh) que transitan por la calle en la hora h [M/L³*veh.]; Ch base corresponde a la concentración de contaminantes presente dentro y fuera del SC en la hora h y que proviene de fuentes diferentes a los vehículos que circulan por el SC [M/L³]. Fh (modelo) es una función que describe el proceso de dispersión del contaminante emitido (Veh/L²). [10]

Si se consideran dos categorías de vehículos, livianos y pesados, para una hora específica, Eh se relaciona con el número de vehículos de cada categoría que circulan durante esa hora y con los factores de emisión de esa categoría de la siguiente manera:

$$Eh * Nh = NLh * FI + NPh * Fp$$

NLh y NPh corresponde al número de vehículos livianos y pesados que pasaron por el SC en la hora h, Nh es el número total de vehículos que pasaron por el SC en la hora h (NLh + NPh); FI y Fp corresponden a los factores de emisión de cada categoría. [11]

Si se habla de combustión, el cual es un factor muy indispensable para la emisión de gases, podemos decir que es un proceso químico de oxidación veloz que va acompañado de desprendimiento de energía en forma de calor y luz. La reacción de oxidación del combustible con el oxígeno origina sustancias gaseosas como: CO₂, H₂O, N₂, O₂. Existe una relación de la mezcla de combustible y aire necesario para la combustión completa de una determinada cantidad de combustible, representada en porcentaje en peso por medio de la siguiente ecuación:

$$A/C = Kg \text{ aire} / Kg \text{ combustible} \text{ [12]}$$

2.2. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

La tecnología ha avanzado y emite más contaminación. Las personas tendríamos que tomar conciencia que al emitir gases ya sea

El octanaje es la capacidad antidetonante de la gasolina cuando se comprime dentro del cilindro del motor, mientras la relación de compresión de un motor es mayor también es mayor su eficiencia y potencia, pero esto también incrementa el peligro de que se produzca el cascabeleo y se reduzca la potencia y eficiencia del motor. Ahí el octanaje controla el problema, el mayor octanaje de las gasolinas se refleja en un aumento de la eficiencia, sobre todo en motores de inyección. El técnico del Laboratorio de Motores de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE, Alberto Naranjo, explica que el primer paso es escuchar con atención el motor una vez que se implemente la variación del octanaje en la gasolina. Advierte que en caso de que el usuario escuche que su motor comienza a "cascabelear", debe entonces tomar medidas, según Naranjo en caso de registrarse ese problema se debe elegir siempre la gasolina Súper en lugar de la Extra y cambiar sus hábitos de conducción. (El comercio, 2017)

Según representantes de la Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleo, entre el 2012 y el 2013 el consumo de la gasolina extra subió un 6,1% mientras que el consumo de la gasolina Súper bajó 5,1% esto se explica por el aumento del octanaje en la gasolina Extra. Naranjo también indica que se pueden usar aditivos para mejorar el octanaje, sin embargo, advierte que este uso no debe ser habitual sino más bien esporádico, porque los aditivos están compuestos de químicos que pueden generar reacciones negativas en los componentes del motor. El consultor automotriz Edison Yáñez opina que hay aditivos que limpian el motor y los potencializan adecuadamente, pero advierte que desde enero pasado estos productos han tenido problemas en ingresar al país a causa de la restricción de las importaciones, añade que una variación negativa del octanaje de la gasolina también producirá más residuos en el motor por lo que los mantenimientos pueden volverse más seguidos.

Su producción, explica Rivadeneira, es consecuencia del procesamiento de la caña, y en su caso no implica reducir la producción para destinarla a la elaboración de alcohol. Las proyecciones del Gobierno son que alrededor de unas 30 000 hectáreas de sembríos de caña se destinen a la producción de bioetanol hasta este año. Para este año se esperaba que la Ecopais acapare al menos el 45% del consumo, en marzo del 2014, Petroecuador firmó un contrato de compraventa de 40 millones de litros de bioetanol Soderal, unidad que pertenece al Grupo Inver San Carlos que también lo integra el Ingenio Azucarero San Carlos comprometió la entrega de 9,5 millones de litros. El gerente administrativo, Augusto Ayala señala que actualmente cubren el 31% de la producción nacional de caña de azúcar, para asegurar un adecuado abastecimiento del bioetanol, el Ministerio de Agricultura y Ganadería puso en marcha el Programa Nacional de Agro energía, que financia los costos de producción del primer año de siembra. El uso de la gasolina Ecopais, además de representar un ahorro para el estado en importación de gasolinas de alto octano, constituirá una mejora en la eficiencia de los motores, según indican expertos. Estos expresan que, para utilizar este nuevo tipo de gasolina, los usuarios finales no tendrán que realizar ningún tipo de ajuste en los motores o en los vehículos. Dentro de su informe de rendición de cuentas, Petroecuador dio a conocer que hasta octubre del año pasado la oferta de gasolina Ecopais (con el 5% de componente de etanol), era de 3 000 barriles diarios. Sin embargo, desde el último trimestre, la oferta subió a 10 000 barriles y actualmente llega a los 12 000 diarios.

El experto automotriz, Alexis Ortiz, explica que los autos no deben tener ninguna adecuación, siempre que el etanol en la gasolina no supere el 15% y en el caso de la Ecopais, actualmente tiene el 5%. Asegura además que no importa que se mezcle la Súper o la Extra con la Ecopais, el motor no tendrá ningún tipo de daño. Lo que sí puede ocurrir, asevera Ortiz, es que baje la durabilidad de filtro del motor en un 30% en el primer cambio de la gasolina, porque el etanol limpia con mayor eficacia las impurezas del motor y ello provocará que se desgaste más el filtro al principio.

Discusiones finales

- Se observó que la gasolina Súper ofrece un mejor rendimiento en cuanto a recorrido, representando un menor costo a largo plazo.
- Se compararon las características en cuanto a la percepción del conductor, percibiendo el mismo, bajo desarrollo del motor, así como, pérdidas de potencia en el arranque, con el uso del combustible Ecopais.
- Las emisiones de gases resultantes nos demuestran que el combustible súper genera un % menor de gases contaminantes que el combustible Ecopais.
- La gasolina Ecopais al tener un 5 % de etanol el cual representa un oxigenante para el combustible, por lo que la mezcla de aire combustible va a tener una mayor cantidad de oxígeno, esto se ve representado en el porcentaje de emisiones de contaminantes como el CO, según los datos obtenidos de las pruebas se encuentra en un porcentaje menor en relación con el combustible Super.
- Los vehículos de alta gama necesitan un combustible de mejor calidad y al momento de cambiar por un combustible de un octanaje menor, el vehículo tendrá problemas y empezará a cascabelear, lo que no sucede con los vehículos de gama media que pueden cambiar sin problema, aunque la potencia se verá afectada como la vida útil de ciertos componentes del motor.

Rule Summary

The Environmental Protection Agency (EPA) finalized federal greenhouse gas (GHG) emissions standards for passenger cars and light trucks for Model Years (MY) 2023 through 2026. The final standards leverage advances in clean car technology to unlock \$190 billion in net benefits to Americans, including reducing climate pollution, improving public health, and saving drivers money at the pump. These standards are the strongest vehicle emissions standards ever established for the light-duty vehicle sector, and are based on sound science and grounded in a rigorous assessment of current and future technologies. The updated standards will result in avoiding more than 3 billion tons of GHG emissions through 2050.

These standards set the light-duty vehicle greenhouse gas (GHG) program on track to provide a strong launch point for the Agency's next phase of standards for MY 2027 and beyond. EPA is planning to initiate a separate rulemaking to establish multi-pollutant emission standards under the Clean Air Act for MY 2027 and later that will speed the transition of the light-duty vehicle fleet toward a zero-emissions future consistent with former President Biden's Executive Order, "Strengthening American Leadership in Clean Cars and Trucks."

Rule Summary

- [EPA Announces Action to Implement POTUS's Termination of Biden-Harris Electric Vehicle Mandate](#)
- [Fact Sheet: Light-Duty and Medium-Duty Vehicles Powering the Great American Comeback \(pdf\)](#) (117.54 KB, March 2025)

Para información en español, haga clic [aquí](#).

On March 20, 2024, EPA announced a final rule, Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles, that sets new, more protective standards to further reduce harmful air pollutant emissions from light-duty and

medium-duty vehicles starting with model year 2027. The final rule builds upon EPA's final standards for federal greenhouse gas emissions standards for passenger cars and light trucks for model years 2023 through 2026 and leverages advances in clean car technology to unlock benefits to Americans ranging from improving public health through reducing smog- and soot-forming pollution from vehicles, to reducing climate pollution, to saving drivers money through reduced fuel and maintenance costs. These standards will phase in over model years 2027 through 2032.

