

Research Article

Fuel Chemical Composition Analysis Based on Additives

Análisis De Composición Química Del Combustible A Base De Aditivos

Ing. Denny Guanuche, Steven Bedon A., Paul Salazar M.

Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, Quito – Ecuador

V CONGRESO
INTERNACIONAL DE
INGENIERÍA DE MECÁNICA

Corresponding Author: Ing.
Denny Guanuche; email:
?????

Published: 24 July 2024

Production and Hosting by
Knowledge E

© Ing. Denny Guanuche
et al. This article is distributed
under the terms of the
Creative Commons
Attribution License, which
permits unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and
source are credited.

Abstract

Introduction: Based on the chemical composition of the extra gasoline fuel compared to four octane booster additives, this study aims to analyze the existing variation in determining a possible solution to the current problem of commercialized fuels. **Methodology:** In the testing phase, with the help of a gas analyzer, tests were carried out on each mixture used in the vehicle. With the results obtained, the Faires Virgil equation was balanced in order to determine the chemical composition of the fuel with each mixture of octane booster. The additive that obtained a closer approximation to the ideal chemical composition was subjected to an elemental analysis in a laboratory test. **Results:** The chemical composition calculations determined that the mixture of Extra and Liqui Moly fuel obtained a result of $C_{14.9} - H_{28.81}$; thus, approximating the ideal chemical composition of $C_{12.8} - H_{26.6}$ established by Faires Virgil. **Conclusion:** It is concluded that the use of an octane booster additive in Extra gasoline is not a feasible option to equal or exceed a higher quality fuel such as Super gasoline in this case, and that the changes produced in the chemical composition are almost imperceptible. However, in a laboratory test, a better appreciation of the variation in chemical composition is obtained.

Keywords: additive, carbon, hydrogen, polluting emissions, fuel.

Resumen

Introducción Estudio en base a la composición química del combustible de la gasolina extra en comparación con cuatro aditivos elevadores de octanaje con el objetivo de analizar la variación existente en un vehículo comercial, con el fin de determinar una posible solución a la problemática actual de los combustibles comercializados. **Metodología** En la fase de pruebas con la ayuda de un analizador de gases, se realizaron pruebas a cada mezcla empleada en el vehículo y con los resultados obtenidos se balanceó la ecuación de Faires Virgil con el propósito de determinar la composición química de combustible con cada mezcla de elevador de octanaje el aditivo que obtuvo una mayor aproximación a la composición química ideal, fue sometido a un análisis elemental en una prueba de laboratorio. **Resultados** Con los cálculos de composición química realizados, se determinó que la mezcla de combustible Extra y Liqui Moly obtuvo un resultado de $C_{14.9} - H_{28.81}$, siendo así una aproximación a la composición química ideal de $C_{12.8} - H_{26.6}$ establecida por Faires Virgil. **Conclusión:** Se concluye que el uso de un aditivo elevador de octanaje en la gasolina Extra, no es una opción factible para igualar o superar un combustible de mayor calidad como lo es en este caso la gasolina Super y además que los cambios producidos en la composición química son casi imperceptibles, sin embargo en una prueba de laboratorio se obtiene una mejor apreciación en la variación de la composición química.

Palabras Clave: Aditivo, Carbono, Hidrógeno, Emisiones contaminantes, Combustible.

 OPEN ACCESS



1. Introducción

Se realizó un estudio de la composición química de combustible presente en el mercado ecuatoriano como lo es la gasolina Extra de 87 octanos, con el objetivo de analizar dicho combustible con al menos cuatro aditivos que se comercializan en el país y así evidenciar si la composición química del combustible se ve afectada al verse en contacto con este tipo de elementos. Se realizó el cálculo de manera teórica y las respectivas pruebas prácticas, para respaldar los resultados con los valores obtenidos e identificar el impacto que tiene el uso de este tipo de aditivos en el combustible local. Esta investigación se llevó a cabo mediante un analizador de gases que nos muestra los resultados de CO (Monóxido de Carbono), CO₂ (Dióxido de carbono), HC (Hidrocarburos) y O₂ (Oxígeno). Con estos valores que nos brinda el analizador de gases se balanceó la ecuación, según Faires Virgil [1], la fórmula para un hidrocarburo de composición desconocida es:



Ecuación 1: Ecuación balanceada

donde Cx-Hy son las incógnitas para determinar tanto del combustible por si solo y con la mezcla de aditivo, mientras que el resto de los valores es decir los parámetros de O₂, CO y CO₂ son representados con las diferentes pruebas de emisiones de gases contaminantes. Con los resultados obtenidos después de balancear la ecuación se analizó el comportamiento del vehículo de pruebas al estar en funcionamiento con las diferentes muestras de combustible. Para comprobar los datos obtenidos de forma teórica se realizó una prueba de Análisis Elemental (Cx-Hy) en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador, con la ayuda de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química. Con esta prueba se determinó la composición química del combustible en porcentajes de Carbono e Hidrógeno, cuando el combustible se encuentra en estado puro y con la mezcla de aditivo. Se utilizó un vehículo de pruebas que fue un Renault Kwid 2023 ya que al ser un modelo actual requiere estándares de combustible altos para su correcto funcionamiento, por esta razón se realizó las pruebas con aditivos para poder identificar la variación en la composición química del combustible y comprobar si el uso de diferentes aditivos afecta al combustible y ayuda a mejorar el desempeño del vehículo. Esto se efectúa con un analizador de gases, mediante el cual se obtuvo los valores necesarios para la fórmula de un hidrocarburo de composición desconocida y además se obtuvo el resultado de la composición química del combustible que afecta al vehículo de pruebas. Para esta investigación se seleccionó diferentes aditivos como:



Liqui Moly, Bardhal, Qualco y Ravenol, se decidió utilizar estos elementos ya que son los más comerciales por su fácil adquisición y su principal función es elevar el octanaje del combustible. Para este análisis, se seleccionó al aditivo que demostró mejores resultados y se lo sometió a un medidor de octanaje para determinar si es que el uso de un aditivo “Octane Booster” en la gasolina extra, puede lograr que este combustible supere o no en calidad a la gasolina súper. Actualmente, un elevado porcentaje de la población se ve afectada por el precio y calidad del combustible por lo que buscan alternativas que ayuden a preservar la vida útil de sus vehículos, por lo cual la opción de mayor acogida por los usuarios es adquirir un combustible de menor precio y calidad con aditivos sin conocer los efectos reales que producen estos elementos.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Motor Ciclo Otto

Un motor de combustión interna con ciclo Otto, es denominado así ya que cumple con cuatro ciclos de trabajo y dos vueltas del cigüeñal, para generar energía dentro de una cámara de combustión diseñada de forma específica

La mezcla de combustible y oxígeno permite que el pistón transmita la energía de la explosión ocurrida dentro del cilindro, hacia el cigüeñal y a su vez transforme el movimiento lineal a un movimiento rotativo que posteriormente será transmitido a las ruedas del vehículo. El ciclo Otto se compone de cuatro fases para completar el trabajo, las cuales son: admisión, compresión, explosión y escape [2]. El ciclo de admisión se caracteriza por el movimiento descendente del pistón desde el PMS (Punto muerto superior) hacia el PMI (Punto Muerto Inferior) y permite así el ingreso de la mezcla gracias a un efecto de succión, el siguiente ciclo se denomina Compresión, ya que el pistón invierte su movimiento de forma descendente a ascendente y permite así que la mezcla se pueda comprimir dentro de la cámara de combustión para así dar paso al ciclo de explosión. En este ciclo, la mezcla de aire – combustible sufre un proceso de detonación provocado por una chispa en la cámara de combustión, lo que permite un efecto descendente del pistón dentro del cilindro por la fuerza ejercida sobre el mismo. Por último, se encuentra el ciclo de escape en donde el pistón asciende nuevamente al PMS y de esta manera libera los gases provocados por la combustión hacia el exterior del sistema.



1.2. Emisiones contaminantes producidas por el motor

Producto de la combustión ocasionada en el interior del motor, se forman una serie de gases nocivos para el medio ambiente, Los convertidores catalíticos, o simplemente catalizadores, convierten químicamente los contaminantes CO, HC y NOx en emisiones menos nocivas como dióxido de carbono, vapor de agua y nitrógeno [3], el sistema integrado dentro de un catalizador, permite el control y la reducción del impacto de los gases que salen hacia la atmósfera. Específicamente esta investigación se enfoca en el análisis de los siguientes gases:

1.2.1. Hidrocarburos no combustionados (HC)

La unidad de medida de este gas, es determinado en partes por millón (ppm) y representa a los hidrocarburos no combustionados. Este gas es producido por la falta de oxígeno en la mezcla, lo que provoca una combustión incompleta dentro del cilindro, otro factor fundamental para la producción de HC, es la excesiva presencia de aceite en la cámara de combustión [4].

1.2.2. Dióxido de carbono (CO₂)

El CO₂ es un indicador del correcto funcionamiento del motor de combustión interna, para saber si el vehículo trabaja en óptimas condiciones, el rango de medición ideal será entre el 12% y 15%, si los valores representados son inferiores al rango ideal, se puede considerar como una combustión deficiente. Este gas es el principal causante del efecto invernadero [4].

1.2.3. Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas que se ve afectado por los mismos factores que alteran y producen HC como: una mezcla con bajos niveles de oxígeno, exceso de combustible en el cilindro y partículas de aceite.

Su rango ideal se encuentra comprendido entre 0% - 1% [4].

1.2.4. Oxígeno (O₂)

Este gas se define como el sobrante del proceso de combustión, en el cuál el factor principal para la producción de este gas, es el bajo nivel de combustible en la mezcla,



lo que provoca que el oxígeno salga por el colector de escape sin ser parte del proceso químico de combustión. Otro factor que influye en la producción de este gas es la falta de hermeticidad en el sistema de escape del vehículo, normalmente los valores de medición son inferiores al 5% [4].

1.2.5. Relación Lambda

El factor Lambda es el indicador de la mezcla estequiométrica entre el combustible y aire que se encuentra en el interior del motor, este valor nos permite identificar si el vehículo se encuentra con un pulso de inyección de combustible excesivo o deficiente y de igual manera si la cantidad de aire que ingresa al cilindro es la adecuada. Para determinar este factor, hay que tomar en cuenta el valor de mezcla ideal que es de 14.7: 1 en donde: 14.7 es el valor de partículas de aire por 1 partícula que representa el valor del combustible [4].

1.3. Aditivos

Se considera como aditivo a cualquier sustancia capaz de alterar las propiedades base de un elemento en específico con el objetivo de mejorar el compuesto inicial. En la industria automotriz, se logra evidenciar un aumento tanto en el uso y producción de aditivos con el fin de mejorar el rendimiento de los vehículos.

Las principales características que diferencian un aditivo de otro, es según su función o propiedades como:

1. Reducir la contaminación interna del sistema de inyección de combustible y prolongar su vida útil.
2. Proteger los elementos del motor que se mantienen en contacto con el aditivo.
3. Potenciar las propiedades del combustible.
4. Disminuir las emisiones de gases contaminantes producidos por la combustión [5].

1.4. Tipos de aditivos de combustible para gasolina



1.4.1. Elevadores de octanaje

Un aditivo elevador de octanaje ayuda a reducir el consumo de combustible, mejorar el rendimiento de este y previene consecuencias provocadas por detonaciones prematuras dentro del cilindro [6].

1.4.2. Aditivos para la limpieza de inyectores

Este tipo de aditivos tiene la característica principal de mantener el sistema de inyección libre de impurezas y en caso de existir suciedad interna, el aditivo cumplirá con las funciones de detergente para liberar cualquier tipo de impurezas que obstruyan el funcionamiento óptimo del sistema [5].

1.5. Octanaje

La expresión química del octano se define como C_8H_{18} en donde se expresan 8 partículas de carbono y 18 de hidrógeno, esta composición química forma parte de la familia de alcanos, los cuales son caracterizados por ser hidrocarburos compuestos únicamente de partículas de carbón e hidrógeno.

El octanaje se refiere a la capacidad que tiene el combustible para soportar altas compresiones sin auto detonarse dentro del cilindro. Los combustibles de alto octanaje tienen mejor desempeño en vehículo con relación de compresión alta, estos combustibles de alto octanaje tienen la capacidad de producir menos cantidad de carbonilla [7].

2. Materiales y métodos

2.1. Metodología

El método empleado en esta investigación, será una metodología experimental en la cual se manipulan diferentes variables con el fin de evaluar los resultados finales. Para este proyecto se realizó el estudio con un analizador de gases que será puesto a prueba primero con el vehículo únicamente con gasolina Extra de 87 octanos que se comercializa de forma general, después se procederá a vaciar el tanque y hacer pruebas con el mismo combustible Extra de 87 octanos, pero esta vez se realizará la prueba de gases con cada aditivo para poder apreciar cualquier tipo de variación en valores de emisión. Una vez adquiridos los cuatro aditivos elevadores de octanaje

que son de las marcas Bardhal, Qualco, Ravenol y Liqui Moly, se procedió a realizar la mezcla de forma proporcional según como lo indica el fabricante de cada aditivo como se observa en el procedimiento de la imagen 1, 2 y 3.

Imagen 1:



Figura 1

Extracción del aditivo. Fuente: Autores.

Para esta práctica, se utilizó la normativa NTE INEN 2203 – “Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí. prueba estática” [8], en la cual se detalla el método de medición de gases en marcha mínima y ralentí para vehículos con encendido por chispa.

En base a la normativa anterior, se realizó la primera medición de gases con la ayuda del analizador BRAIN BEE AGS-688 al vehículo de prueba y así obtener los primeros resultados.

Se procedió a drenar todo el combustible presente en el tanque por medio del filtro del sistema, esto se logró realizar por medio de una adaptación de una manguera



Figura 2

Medición de la mezcla. Fuente: Autores.

flexible y abrazadera colocada y ajustada en la salida del filtro de combustible como se puede apreciar en la Imagen 4.

Una vez que se realizó la adaptación en la salida del filtro de combustible, se procedió a accionar de forma simultánea el switch de encendido entre la posición de accesorios (ACC) y la posición Encendido (ON), como se puede apreciar en la Imagen 5.

Al accionar este mecanismo, se logra activar la bomba de combustible del sistema la cual permitió el paso de la gasolina por medio del filtro hacia el exterior del vehículo el cual fue almacenado en un reservorio, como se puede ver en la Imagen 6. Así de este modo se consiguió un drenaje total del combustible almacenado en el tanque.

Con el reservorio del combustible vacío, se procedió a llenar con un galón de gasolina mezclada anteriormente con el primer aditivo de prueba, como se puede observar en la imagen 7. Una vez trastornado el galón en su totalidad dentro del vehículo, se realizó una prueba de ruta para consumir el combustible que ingresó en el sistema y que el aditivo cumpla con su función, para posteriormente realizar una segunda medición de



Figura 3

Adición del aditivo en el combustible. Fuente: Autores.



Figura 4

Drenaje de combustible con adaptación al filtro. Fuente: Autores.



Figura 5

Accionamiento de la posición de la llave. Fuente: Autores.



Figura 6

Extracción de combustible. Fuente: Autores.

gases según la normativa NTE INEN 2203 y así obtener los valores necesarios para el estudio.



Figura 7

Suministro de la mezcla al vehículo. **Fuente:** Autores.

Este proceso se lo realizó por cinco ocasiones, de las cuales la primera prueba fue realizada con gasolina extra común y las cuatro pruebas restantes se las realizó con la mezcla entre el combustible y cada aditivo seleccionado.

Con los valores otorgados por el analizador de gases de las diferentes pruebas, se procedió a balancear en la ecuación de Faires Virgil, que se basa en el cálculo de un hidrocarburo con composición desconocida



Ecuación 2: Descripción de los elementos de la ecuación

En donde:

Cx = %Carbono en la mezcla

Hy = %Hidrógeno en la mezcla



O_2 = % Oxígeno en la atmósfera

N_2 = % de Nitrógeno en la atmósfera

CO = Monóxido de Carbono

O_2 = % de Oxígeno en la mezcla

CO_2 = Dióxido de Carbono

aH_2O = % de agua en el combustible

Con la fórmula de Faires Virgil, se determinó la composición química de la gasolina Extra sin aditivo y la composición química de los cuatro combustibles utilizados en esta prueba, con los resultados obtenidos se utilizó un método comparativo que se puede definir según [9] como “el procedimiento de comparación sistemática de objetos de estudio que, por lo general, es aplicado para llegar a generalizaciones empíricas y a la comprobación de hipótesis” (p.41), con este método se pudo determinar la mezcla de combustible con aditivo que mejores resultados reflejó en el analizador de gases y en el vehículo de pruebas para posteriormente envasar las muestras de la mezcla seleccionada y de la gasolina extra en un frasco de vidrio ámbar de 120 ml como se puede ver en la Imagen 8.



Figura 8

Envasado y etiquetado de las muestras para análisis. Fuente: Autores.

Las muestras envasadas se enviaron a la facultad de Ingeniería química de la Universidad Central del Ecuador la cual realizó un análisis elemental de las muestras enviadas para conocer el porcentaje de Carbono e Hidrógeno que tiene cada una, para analizar estas muestras se toma en cuenta la normativa SAE LEN -06-010- Laboratorio del departamento de petróleos, energía y contaminación, dpec, facultad de ingeniería química, Universidad Central del Ecuador”.SAE 2016, la cual determina el procedimiento adecuado para el análisis elemental de muestras en la Universidad



Central del Ecuador, es importante destacar que la normativa SAE LEN -06-010- se rige bajo parámetros de calibración y ensayo establecidos en base a la normativa ISO/IEC 17025:2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” [10].INEN 2018, esta normativa permite reduce el margen de error en los valores obtenidos y garantiza resultados con mayor precisión [11].

3. Resultados y discusión

En la gráfica 1 y 2 se aprecia la comparativa de análisis de gases en ralentí y cuando el motor se encuentra en un rango de 2500 revoluciones por minuto con los resultados obtenidos después de cada prueba.

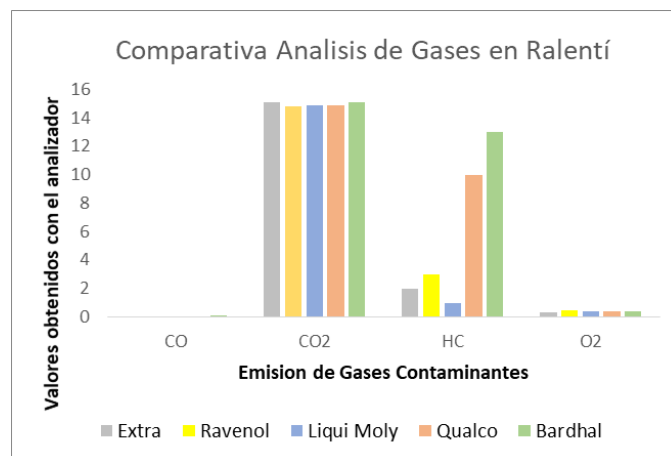


Figura 9

Comparativa análisis de gases en ralentí. **Fuente:** Autores.

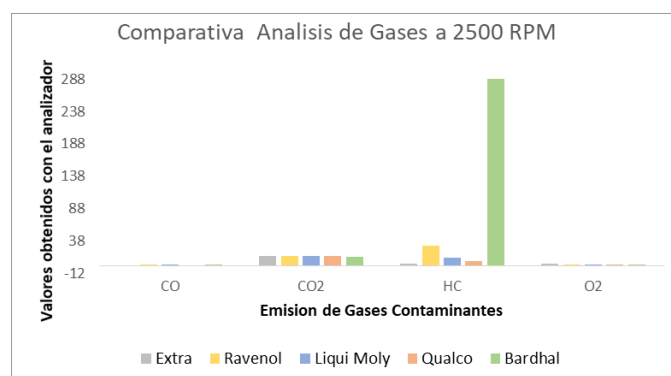


Figura 10

Comparativa análisis de gases a 2500 RPM. **Fuente:** Autores.

En las gráficas 3,4,5 y 6, se observa de forma independiente la variación de resultados obtenidos de cada gas analizado en esta práctica, en la cual se determinó que



el monóxido de carbono (CO) que se observa en la gráfica 3 en ralentí, tuvo efectos nulos con la presencia de aditivos como Ravenol, Liqui Moly y Qualco, además de tener un valor de 0% de CO con la gasolina extra sin aditivo. La única variación en valores de CO, se la observó con el aditivo Bardhal, el cual tuvo un valor de emisiones de CO de 0,01 %vol, estos valores se pueden dar debido a que el vehículo de prueba es un modelo 2023 el cual no presenta desgaste alguno, por lo que provoca que las emisiones contaminantes en general del vehículo sean mínimas. En la misma gráfica se observó la variación de gases a 2500 revoluciones por minuto, en la cual se repite el patrón de emisiones contaminantes de 0%vol con la gasolina Extra sin aditivo y con la presencia de Qualco, sin embargo la gasolina Extra al verse en contacto con el aditivo de Ravenol presenta un valor de 0,65%vol, la mezcla con Liqui Moly tiene un valor de 0,71%vol y por último la mezcla con Bardhal refleja un valor de 1,61%vol. Según la normativa INEN NTE 2204 [12] se establece ciertos rangos permitidos para la circulación vehicular en el país, por lo cual con el aditivo Bardhal que presenta un valor de 1,61%vol, no será posible aprobar la revisión técnica vehicular (RTV). De esta manera se aprecia el efecto que tuvo este aditivo en el vehículo de pruebas debido a que es un modelo 2023 y no debería presentar este alto valor de emisión de CO a 2500 RPM.

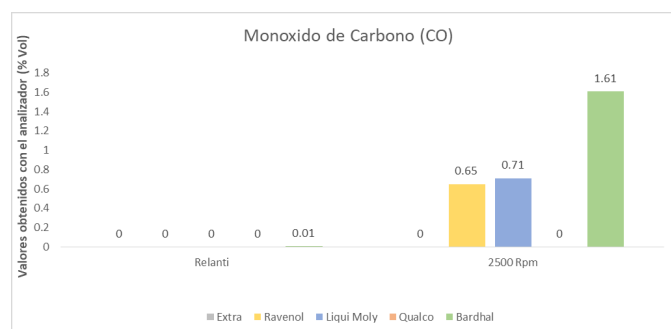


Figura 11

Monóxido de Carbono. Fuente: Autores.

En la gráfica 4, se observa los resultados de Dióxido de Carbono (CO₂), este gas no es regularizado bajo ninguna normativa de circulación, sin embargo, el CO₂ será un valor que nos indica el correcto funcionamiento del motor, su rango ideal de medición es del 12% - 15%. La gráfica 4 indica que los 4 aditivos de prueba e incluso la gasolina Extra en estado puro, cumplen con los rangos óptimos de funcionamiento ya sea en ralentí o en 2500 revoluciones por minuto, por lo cual se deduce que todos los aditivos cumplen su función de optimizar el funcionamiento del motor del vehículo.

La gráfica 5 corresponde a los niveles de Oxígeno en el sistema, cuando el vehículo se encuentra en marcha mínima o ralentí, la variación que tiene la gasolina Extra frente a

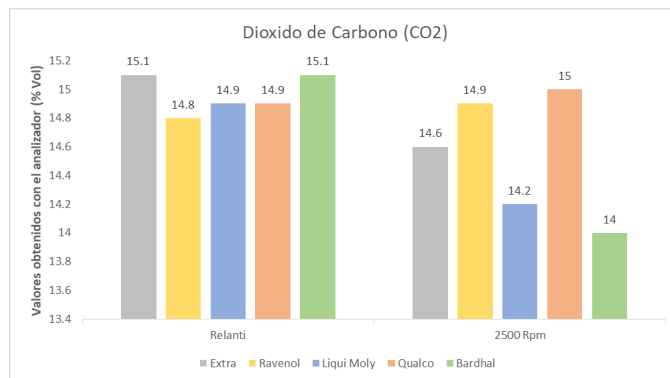


Figura 12

Dióxido de carbono. Fuente: Autores.

las 4 mezclas de combustible es mínima, por otro lado, cuando el vehículo se encuentra a 2500 RPM, se puede observar una variación significativa de la gasolina Extra sin mezcla en comparación con las 4 mezclas utilizadas. Según la normativa INEN NTE 2204 [12], también se establecen rangos de medición para medir la cantidad de Oxígeno (O₂), la gasolina Extra sin ser modificada presenta un valor de 3.02% vol, por lo que con este valor según la normativa, se aprueba la revisión técnica vehicular con una falta Tipo 1, considerada como moderada. Con esta toma de datos, se evidenció que el uso de aditivos tuvo un efecto positivo en el vehículo de prueba debido a que logró reducir de forma considerable el valor de O₂ a 2500 revoluciones por minuto en el vehículo.

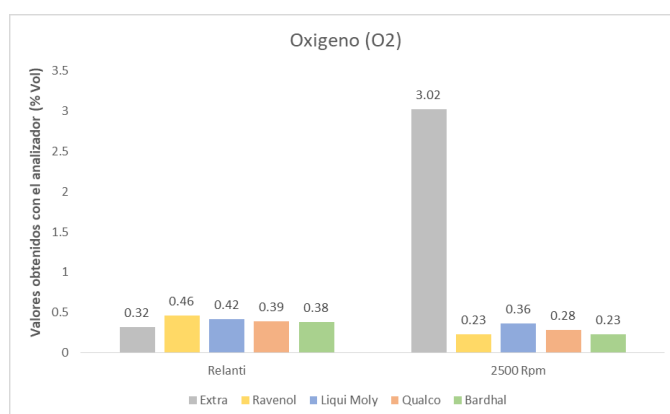


Figura 13

Oxigeno. Fuente: Autores.

El gráfico 6 se basa en la producción de hidrocarburos no combustionados que son liberados por el sistema de escape, como se explicó anteriormente, el vehículo de prueba es un modelo 2023, por lo que sus niveles de HC van a ser ligeramente notorios. Sin embargo, se pudo evidenciar que durante la toma de datos a 2500 RPM, el aditivo Bardhal tuvo resultados negativos ya que se obtuvo un valor de 288 ppm,



según la normativa para la circulación vehicular, con este valor no se aprueba la revisión técnica, ya que su rango máximo permitido es de 200 ppm. Se plantea una hipótesis por la cual este valor excedió los límites permitidos, este valor se pudo haber obtenido debido a que probablemente el aditivo contiene elementos con propiedades de aceite, los cuales provocaron que al ser mezclados con el combustible tengan esta reacción de aumentar los hidrocarburos no combustionados.

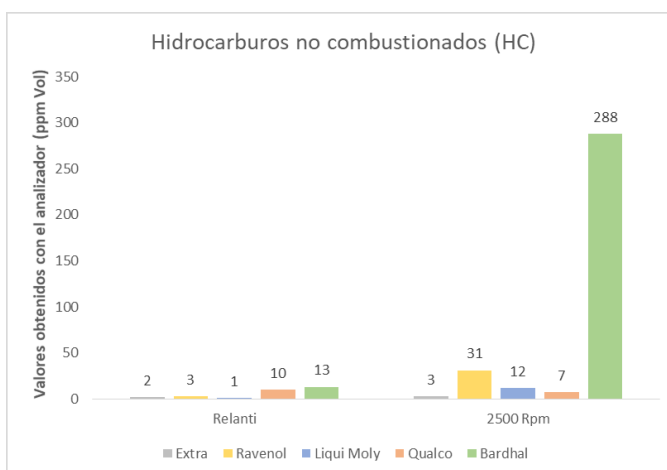


Figura 14

Hidrocarburos no combustionados. Fuente: Autores.

Una vez se recopiló todos los datos de las pruebas con el analizador de gases, se procedió a balancear la fórmula según Faires Virgil y se obtuvo los siguientes resultados de composición química de cada muestra como se observa en la imagen 10. La base en la cual este estudio se respaldó para determinar la composición química ideal del combustible, fue la fórmula para un hidrocarburo de composición desconocida establecida por Virgil en el libro “Termodinámica” sexta edición (p.360), esta fórmula se la puede apreciar en la imagen 9.

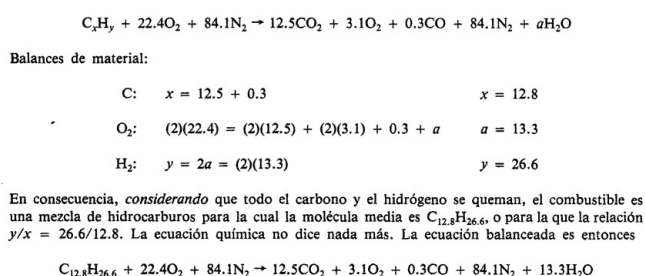


Figura 15

Ecuacion ideal según Faires Virgil. Fuente: Faires, V. (1983). Termodinámica. Editorial hispano-americana. S. A (p.360).



En la imagen 9, Faires Virgil establece que la composición química ideal de un combustible es $C_{12,8} - H_{26,6}$, la cual está conformada por 12,8 partículas de carbono y 26,6 partículas de hidrógeno.

En la imagen 10 se establecen los resultados finales después de balancear la ecuación de Faires Virgil con cada mezcla seleccionada.

Gasolina Extra 87		
Composicion Química		
C	15,1	H 28,30

Gasolina Extra 87 octanos + Qualco		
Composicion Química		
C	14,9	H 28,96

Gasolina Extra 87 octanos + Ravenol		
Composicion Química		
C	14,8	H 29,11

Gasolina Extra 87 octanos + Bardhal		
Composicion Química		
C	15,61	H 29,39

Gasolina Extra 87 octanos + Liqui Moly		
Composicion Química		
C	14,9	H 28,81

Figura 16

Composición química de las mezclas. Fuente: Autores.

Una vez analizadas las composiciones químicas y determinar qué aditivo obtuvo mejores prestaciones, se envió las muestras correspondientes a la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador para un análisis elemental y los resultados se observan en las imágenes 11 y 12.

En la Imagen número 11, se muestran los resultados obtenidos por la prueba de análisis elemental en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador, la cual da a conocer que la composición química del combustible Extra tiene un valor de $C_{70,263} - H_{22,416}$, por lo que se determina que en una prueba de laboratorio donde controlan ciertas variables como una presión de 543,2 a 544 mmhg y una temperatura de 17,7 a 19,6 °C, se pueden obtener valores distintos a una prueba de cálculos donde las variables no se pueden controlar. Se evidencia un cambio significativo de resultados en la cual la diferencia de las muestras analizadas, presenta una variación de la composición química del combustible que pudo ser apreciada por medio del análisis elemental.

En la Imagen número 12, se muestran los resultados obtenidos por la prueba de análisis elemental realizada en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador, la cual da a conocer que la composición química del combustible Extra con mezcla de aditivo Liqui Moly, tiene un valor de $C_{83,240} - H_{28,615}$, por lo que se determina que el aditivo utilizado si alteró la composición química del combustible. Cabe recalcar que estos resultados se pueden evidenciar de mejor manera con una prueba controlada de laboratorio en donde las variables son iguales para ambas pruebas.



Cliete: GUSTAVO PAUL SALAZAR MORÁN
Contacto: Sr. Gustavo Salazar
Dirección: Guarderas N47-418
Teléfono: 0981092619 / 2457739 **Correo-e:** paulsm98@gmail.com
Tipo de muestra: GASOLINA EXTRA
Descripción de la muestra: Extra sin aditivo
Condición de la Muestra: Muestra en envase de vidrio ámbar, sin refrigeración
Fecha de ingreso de muestra: 2022-08-22
Código de la muestra: 22-186.1
Fecha de realización de ensayos: 2022-08-30
Lugar donde se realizaron los ensayos: Laboratorio DPEC - Área de Investigación

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
ANÁLISIS ELEMENTAL*				
Carbono*	% P/p	DUMAS (combustión)	70,263	-
Hidrógeno*			22,416	-
Nitrógeno*			0,068	-
Azufre*			0,139	-

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
Nota: Los resultados que constan en el presente informe sólo están relacionados con la muestra entregada por el cliente al DPEC.
Nota: Los resultados se aplican a la muestra, tal y como se recibió

Condiciones Ambientales. - Presión: 543,2 a 544,0 mm Hg. Temperatura: 17,7 a 19,6 °C

Figura 17

Análisis elemental gasolina extra. Fuente: Laboratorio DPEC - Área de investigación (2022). *Informe de resultados. Departamento de petróleos, energía y contaminación. (p.1).*

Cliete: GUSTAVO PAUL SALAZAR MORÁN
Contacto: Sr. Gustavo Salazar
Dirección: Guarderas N47-418
Teléfono: 0981092619 / 2457739 **Correo-e:** paulsm98@gmail.com
Tipo de muestra: GASOLINA EXTRA CON ADITIVO
Descripción de la muestra: Extra con aditivo
Condición de la Muestra: Muestra en envase de vidrio ámbar, sin refrigeración
Fecha de ingreso de muestra: 2022-08-22
Código de la muestra: 22-186.2
Fecha de realización de ensayos: 2022-08-30
Lugar donde se realizaron los ensayos: Laboratorio DPEC - Área de Investigación

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
ANÁLISIS ELEMENTAL*				
Carbono*	% P/p	DUMAS (combustión)	83,240	-
Hidrógeno*			28,615	-
Nitrógeno*			0,385	-
Azufre*			0,000	-

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
Nota: Los resultados que constan en el presente informe solo están relacionados con la muestra entregada por el cliente al DPEC.
Nota: Los resultados se aplican a la muestra, tal y como se recibió

Condiciones Ambientales. - Presión: 543,2 a 544,0 mm Hg. Temperatura: 17,7 a 19,6 °C

Figura 18

Análisis elemental gasolina extra con aditivo Liqui Moly. Fuente: Laboratorio DPEC - Área de investigación (2022). *Informe de resultados. Departamento de petróleos, energía y contaminación. (p.2).*

4. Conclusiones

Mediante este trabajo de estudio se pudo concluir los efectos que tienen los aditivos seleccionados en un vehículo Renault Kwid modelo 2023, vehículo el cual fue seleccionado ya que al ser un modelo actual, sus desgastes internos en el motor son mínimos, por lo cual se asemeja a un ciclo de trabajo ideal y por tal motivo se decidió que sea expuesto a una mezcla con un combustible de calidad regular con mezcla de aditivos elevadores de octanaje.

Una vez presentados los resultados se determina que el uso de algunos aditivos ayudan a mejorar la composición química del combustible y controlar las emisiones de gases contaminantes producidos por la combustión, sin embargo se debe tener en cuenta que no todo aditivo elevador de octanaje va a ayudar al sistema motor como fue el caso de Bardhal, el cual después de analizar los resultados obtenidos en las pruebas



prácticas y teóricas, no tuvo el desempeño esperado en comparación al aditivo de Liqui Moly.

Una vez establecida la base de estudio, es posible concluir qué aditivo tuvo mejores prestaciones en la prueba práctica con el analizador de gases y con los resultados del análisis teórico, utilizando la ecuación de Faires Virgil y basando el estudio en la composición química ideal $C_{12,8} - H_{26,6}$, siendo el aditivo Liqui Moly el que cumplió con las condiciones de desempeño y resultados teóricos, el cual obtuvo una composición química de $C_{14,9} - H_{28,81}$. Estos valores obtenidos de forma teórica con la ecuación, no presentan una variación significativa en la composición química de combustible, si se compara el valor obtenido de Liqui Moly con la gasolina Extra sin aditivo que tiene un valor de $C_{15,1} - H_{28,30}$, se aprecia que la diferencia de resultados es mínima pero aún así destacó de todos los valores obtenidos en las pruebas, por lo que esta mezcla fue seleccionada en conjunto con una muestra de gasolina extra sin aditivo, para realizar una prueba de laboratorio de análisis elemental y medición de octanaje para evaluar si el aditivo cumple con su función. En el análisis elemental se obtuvieron los resultados con los valores de Extra sin aditivo $C_{70,263} - H_{22,416}$ y los valores de la mezcla entre gasolina Extra y aditivo Liqui Moly fue de $C_{83,240} - H_{28,615}$. Después de comparar los resultados del análisis elemental, se justifica que con una prueba de laboratorio en la cual se controla ciertos parámetros o variables que influyen directamente en los resultados como son la presión y temperatura de trabajo a las que están sometidas las muestras, en tal caso, si es posible evidenciar una diferencia de resultados en sus respectivas composiciones de Carbono e Hidrógeno.

Con respecto a la medición de octanaje se verificó que la gasolina Extra al momento de ser expuesta a la varilla de medición, alcanzó un resultado de 89 octanos, mientras que la muestra de mezcla con aditivo Liqui Moly, alcanza un resultado de 90 octanos, por lo cual se concluye que el aditivo si realiza su función de aumentar el octanaje del combustible a pesar de que la diferencia de mediciones no sea significativa.

References

- [1] Faires V, Max Simmang C. Termodinámica. Ciudad de México: Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana S.A.; 1983.
- [2] Plaza D. El ciclo Otto: motores de dos y cuatro tiempos. (31 de Marzo de 2022). Obtenido de motor.es: <https://www.motor.es/que-es/ciclo-otto>
- [3] Martins KC, Soto Pau F, Silva JA, Santos AM, Santos RF. Estudio del empleo de un convertidor catalítico para las emisiones gaseosas en un motor de ignición por chispa usando etanol como combustible. Habana: Revista de Ingeniería Mecánica.



2005.

- [4] Augeri F. CISE electrónica. Obtenido de Análisis de gases de escape en motores de combustión interna. (10 de Enero de 2011). www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/302-analisis-de-los-gases-de-escape-de-los-motores-de-combustion-interna
- [5] Claxon. Mitos y realidades sobre el uso de aditivos en el combustible del coche. (18 de Octubre de 2017). Obtenido de [claxon.org](https://claxon.org/uso-aditivos-combustible-del-coche/): <https://claxon.org/uso-aditivos-combustible-del-coche/>
- [6] Liqui Moly. Elevador de octanaje. (Marzo de 2013). Obtenido de LiquiMoly Store: [https://liquimolystore.com/products/elevador-de-octanaje#:~:text=Eleva%20el%20octanaje%20\(RON\)%20del,motor%20causados%20por%20combustiones%20detonantes](https://liquimolystore.com/products/elevador-de-octanaje#:~:text=Eleva%20el%20octanaje%20(RON)%20del,motor%20causados%20por%20combustiones%20detonantes)
- [7] Paz MA. Manual de automóviles. Madrid; 2006.
- [8] INEN. normalización.gob.ec. (23 de Marzo de 2000). Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2203:2000: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2203.pdf>
- [9] Nohlen D. Método comparativo. Ciudad de México: Instituto de investigaciones jurídicas. 2016.
- [10] SAE. Alcance de acreditación. (29 de abril de 2016). Obtenido de [acreditación.gob.ec](https://www.acreditacion.gob.ec): <https://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/2018/12/SAE-LEN-16-005.pdf>
- [11] INEN. NTE INEN-ISO/IEC 17025. (25 de Abril de 2018). Obtenido de [normalización.gob.ec](https://www.normalizacion.gob.ec): https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_iec_17025.pdf
- [12] INEN. GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LIMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MOVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA. (10 de Enero de 2017). Obtenido de [normalizacion.gob](https://www.normalizacion.gob.ec): https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf
- [13] canalMOTOR. Lo que debes saber sobre los gases del tubo de escape. (29 de Noviembre de 2019). Obtenido de motor.mapfre.es: <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/lo-que-debes-saber-sobre-los-gases-del-tubo-de-escape/>