



ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.

AUTOR:

Gustavo Gregorio Cedeño Posligua

TUTOR:

Prof. Cristian David Oña Rodríguez, Ing. PhD(c)

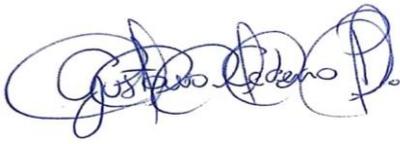
**“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE NOX EN EL FUNCIONAMIENTO DE UN
VEHÍCULO CLASE L3 DE CICLO OTTO, USANDO ELEVADORES DE
OCTANOS COMO ADICIÓN AL COMBUSTIBLE COMERCIALIZADO EN
ECUADOR”**

QUITO – ECUADOR | 2024

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Gustavo Gregorio Cedeño Posligua, 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.



Gustavo Gregorio Cedeño Posligua

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Prof. Cristian David Oña Rodríguez, Ing. PhD(c)**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma electrónicamente por:
**CRISTIAN DAVID OÑA
RODRIGUEZ**

Firma profesor

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis abuelos maternos, Gregorio Posligua y Carmen Chica quienes con su amor y cariño me guiaron y me formaron, alentándome con sus consejos y enseñanzas, por todo el esfuerzo que realizaron cada día.

A mis padres, Gustavo Cedeño y Narcisa Posligua, que son mis ejemplos para seguir, por todo su apoyo y amor incondicional, gracias por estar ahí en cada paso y meta que me propongo.

A mis hermanas y hermanos, que con ellos comparto mis alegrías y logros, que siempre están pendientes y me brindan su apoyo y amor, a mis tíos por estar apoyándome y alentándome para seguir superándome día a día.

A mi hijo Julián Cedeño y mi mujer Cristina Abril que fue pilar fundamental para hoy cumplir este sueño de titularme como Ingeniero Automotriz.

Gustavo Cedeño

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y sabiduría durante toda mi época de estudios universitarios. También quiero agradecer a todos mis profesores que me guiaron y formaron como profesional, brindándome sus conocimientos.

A mi director de tesis, el cual fue un apoyo en el transcurso universitario, brindándome su confianza y orientación en el desarrollo de esta investigación. A mis amigos y compañeros de aula por todos los momentos que compartimos, por ser la compañía y apoyo a lo largo de esta vida universitaria.

A toda mi familia por el apoyo incondicional y fortaleza que me brindan en todo momento para seguir adelante, y por su guía para cumplir mis objetivos y metas.

Gustavo Cedeño

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	7
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
ANEXOS INTRODUCCIÓN.....	35
Anexo 1	37
US EPA, O. (2022, March 15). El impacto del dióxido de nitrógeno en la calidad del aire interior. Actualizado 3 de abril del 2024. Espanol.epa.gov. https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior	37
Anexo 2	37
Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2349: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. https://archive.org/details/ec.nte.2349.200	37
Anexo 3	38
Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2204: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. https://ia902909.us.archive.org/12/items/ec.nte.2204.2002/ec.nte.2204.2002.pdf	38
Anexo 4	38
Bedon Armendariz, S. D., Salazar Moran, G. P., & Guanuche, D. (Tutor). (2022). Análisis de composición química del combustible a base de aditivos. Repositorio.uide.edu.ec. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5682	38
ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	38
Anexo 5	38
NTE INEN 2656 Primera revisión - PDF Free Download. (n.d.). Docplayer.es. Retrieved April 16, 2024, from https://docplayer.es/24886320-Nte-inen-2656-primera-revision.html	38
Anexo 6	38
Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN136(1R) Motocicletas. https://www.normalizacion.gob.ec/	38
Anexo 7	38
Gerardo, L., Vela, S., De Jesús, M., Gallegos, F., Flores, O., José, C., Hernández, R., David, J., Vega, V., Eliseo, M., & Acevedo, C. (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt562.pdf	38

Anexo 8	38
Bedon Armendariz, S. D., Salazar Moran, G. P., & Guanuche, D. (Tutor). (2022). Análisis de composición química del combustible a base de aditivos. Repositorio.uide.edu.ec. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5682	38
Anexo 9	38
Israel, V. S. (2020, 1 junio). Estudio del poder calorífico en combustibles extra y súper utilizando mezclas parciales de aditivos. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4177	38
Anexo 10	38
Encalada Cajisaca, F. R., & Ñauta Uzhca, P. G. (2010, March 1). Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire. Dspace.ups.edu.ec. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6115	38
Anexo 11	38
Zhu, H., Ma, T., Zisimos Toumasatos, Cao, S., Georgios Karavalakis, Johnson, K. C., & Durbin, T. (2024). On-road NOx and NH3 emissions measurements from in-use heavy-duty diesel and natural gas trucks in the South Coast air Basin of California. Atmospheric Environment, 316, 120179–120179. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.12017939	
ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS	39
Anexo 12	40
Equipos utilizados en la investigación	40
Anexo 13	41
En este anexo se explica detalladamente el procedimiento para recopilar datos utilizando el analizador de gases AGS 688 junto con el equipo MTG_300EVO.....	41
Anexo 14	45
En el siguiente anexo se describe minuciosamente el proceso de mezcla de los aditivos.	45
Anexo 15	47
Prueba inicial con gasolina extra sin aditivos en un ciclo de 10 repeticiones.....	47
Anexo 16	51
Prueba con el primer aditivo “A”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.....	51
Anexo 17	55
Prueba con el segundo aditivo “B”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.....	55
Anexo 18	59
Prueba con el tercer aditivo “C”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.....	59
Anexo 19	62
Prueba con el cuarto aditivo “D” (1/2 pastilla), en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.....	62

Anexo 20	66
Prueba inicial con gasolina super sin aditivos en un ciclo de 10 repeticiones.	66
Se introduce la sonda por el tubo de escape.	66
Anexo 21	70
Prueba con el primer aditivo “A”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.	70
Anexo 22	74
Prueba con el segundo aditivo “B”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.	74
Anexo 23	77
Prueba con el tercer aditivo “C”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.	77
Anexo 24	81
Prueba con el cuarto aditivo “D” (1/2 pastilla), en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.	81
Anexo 24	85
Honda CB1 STAR. (n.d.). Motos.honda.com.ec. Retrieved April 16, 2024, from https://motos.honda.com.ec/producto/cb1-star-5	85
Anexo 25	85
Analizador de Gases Brain Bee—Modelo AGS-688. (2023). Globaltech Ecuador. https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/85	85
Anexo 25	85
S. Serrano Vincenti, V. Moscoso, P. Jácome, E. Palacios and M. Villacís, "Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad y cambio climáticos en el distrito metropolitano de quito", Dspace.ups.edu.ec, 2020. [Online]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8828 . p. 2-4.	85
NORMATIVAS APLICADAS	85
Anexo 25	85
Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2349: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. https://archive.org/details/ec.nte.2349.200	85
Anexo 26	85
NTE INEN 2656 Primera revisión - PDF Free Download. (n.d.). Docplayer.es. Retrieved April 16, 2024, from https://docplayer.es/24886320-Nte-inen-2656-primera-revision.html	85
ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
Anexo 27	86
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A" en prueba estática en ralentí.....	86
Anexo 28	86

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "B" en prueba estática en ralentí.....	86
Anexo 29	87
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "C" en prueba estática en ralentí.....	87
Anexo 30	87
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "D" en prueba estática en ralentí.....	87
Anexo 31	88
Análisis comparativo de CO [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	88
Anexo 32	88
Análisis comparativo de CO ₂ [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	88
Anexo 33	89
Análisis comparativo de HC [ppm] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	89
Anexo 34	89
Análisis comparativo de O ₂ [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	89
Anexo 35	90
Análisis comparativo de LAMBDA [-] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.	90
Anexo 36	90
Análisis comparativo de NO _x [ppmVol] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.	90
Anexo 37	91
Temperatura de gasolina extra y sus aditivos en prueba estática en ralentí.....	91
Anexo 38	92
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A" en prueba estática en ralentí.....	92
Anexo 39	92
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "B" en prueba estática en ralentí.....	92
Anexo 40	93
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "C" en prueba estática en ralentí.....	93
Anexo 41	93
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "D" en prueba estática en ralentí.....	93

Anexo 42	94
Análisis comparativo de CO [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	94
Anexo 43	94
Análisis comparativo de CO ₂ [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	94
Anexo 44	95
Análisis comparativo de HC [ppm] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	95
Anexo 45	95
Análisis comparativo de O ₂ [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	95
Anexo 46	96
Análisis comparativo de lambda [-] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.....	96
Anexo 47	96
Análisis comparativo de NO _x [ppmVol] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.	96
Anexo 48	97
Temperatura de gasolina super y sus aditivos en prueba estática en ralentí.	97
Anexo 49	98
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	98
Análisis de varianza ANOVA 1 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 27.....	98
Anexo 50	101
Análisis de varianza ANOVA 2 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 28.....	101
Anexo 51	104
Análisis de varianza ANOVA 3 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 29.....	104
Anexo 52	107
Análisis de varianza ANOVA 4 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 30.....	107
Anexo 53	110
Análisis de varianza ANOVA 5 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 38.....	110
Anexo 54	113
Análisis de varianza ANOVA 6 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 39.....	113
Anexo 55	116

Análisis de varianza ANOVA 7 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 40.....	116
Anexo 56	119
Análisis de varianza ANOVA 8 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 41.....	119

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE NOX EN EL FUNCIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO CLASE L3 DE CICLO OTTO, USANDO ELEVADORES DE OCTANOS COMO ADICIÓN AL COMBUSTIBLE COMERCIALIZADO EN ECUADOR”

Prof. Cristian Oña¹, Gustavo Cedeño²

¹Ingeniería en Mecánica Automotriz, PhD (c) Ciencias de la educación
cronaro@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador
guccedenopo@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

Resumen.

Introducción: En Ecuador, los vehículos equipados con motores de combustión interna L3 desempeñan un papel crucial en el transporte urbano y rural, pero también constituyen una fuente significativa de contaminación atmosférica debido a las emisiones de gases derivadas principalmente del uso de gasolina. Este estudio se enfoca en investigar cómo los aditivos añadidos al combustible local afectan las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), un aspecto poco explorado en la investigación local. **Metodología:** Se utilizó un enfoque cuantitativo mediante análisis de varianza ANOVA y un diseño experimental para evaluar los efectos de los aditivos A, B, C y D combinados con gasolinas locales, siguiendo las directrices de la normativa NTE INEN 2349 y la RTE INEN 136(1R) aplicables a motocicletas. El objetivo fue recopilar datos precisos y validar hipótesis relacionadas con la influencia de los aditivos en las emisiones de NOx de vehículos L3. **Resultados:** Se realizaron pruebas con gasolina extra y super, así como con las combinaciones de aditivos mencionadas. Se observaron variaciones significativas en las emisiones de gases como NOx, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y factor Lambda. El análisis de varianza (ANOVA) confirmó un incremento notable en las emisiones de NOx bajo ciertas condiciones experimentales. **Conclusión:** Los aditivos evaluados mostraron variaciones significativas al combinarse con ambos tipos de gasolina. Aunque algunos aditivos mejoraron las emisiones de ciertos gases, otros mostraron aumentos significativos. Específicamente, el aditivo B incrementó las emisiones de NOx en un 1.92% con gasolina extra, aunque no alcanzó significancia estadística. Sin embargo, con gasolina super, el aditivo B exhibió el mayor aumento con un 53.69%, siendo el más alto entre los aditivos evaluados. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar estos resultados en las estrategias de gestión ambiental en el Ecuador. **Palabras claves:** Óxidos nitrosos NOx, Aditivos de gasolina, Análisis de gas NOx, ANOVA

Abstract.

Introduction: In Ecuador, vehicles equipped with L3 internal combustion engines play a crucial role in urban and rural transportation but also constitute a significant source of atmospheric pollution due to emissions primarily from gasoline use. This study focuses on investigating how additives added to local fuel affect nitrogen oxides (NOx) emissions, an aspect that has received limited attention in local research. **Methodology:** A quantitative approach using analysis of variance (ANOVA) and an experimental design was employed to assess the effects of additives A, B, C, and D combined with local gasoline, following the guidelines of NTE INEN 2349 and RTE INEN 136(1R) applicable to motorcycles. The objective was to collect precise data and validate hypotheses regarding the influence of additives on NOx emissions from L3 vehicles. **Results:** Tests were conducted with both regular and super gasoline, as well as with combinations of the mentioned additives. Significant variations were observed in emissions of gases such as NOx, carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and lambda factor. ANOVA confirmed a notable increase in NOx emissions under certain experimental conditions. **Conclusion:** The evaluated additives exhibited significant variations when combined with both types of gasoline. While some additives improved emissions of certain gases, others showed significant increases. Specifically, additive B increased NOx emissions by 1.92% with regular gasoline, although it did not reach statistical significance. However, with super gasoline, additive B showed the highest increase at 53.69% among the additives evaluated. These findings underscore the importance of considering these results in environmental management strategies in Ecuador.

Keywords: Nitrogen oxides (NOx), Gasoline additives, NOx gas analysis, ANOVA

1. INTRODUCCIÓN

El uso y comercialización de vehículos con motores de combustión interna L3, en Ecuador, es, imprescindibles en la sociedad actual, este es un factor directo en cuanto a la contaminación del aire de nuestro país, el transporte urbano rural es uno de los mayores generadores de emisiones y de mayor consumo de energía, es así que los motores de combustión interna, que en su mayoría emplea gasolina o diésel, por consiguiente emiten al ambiente, gases que alteran la composición natural del aire y que deterioran la calidad del mismo, La interrogantes que se plantea en la investigación es comprender el comportamiento de los NOx, al añadir aditivos al combustible local y analizar el impacto al medioambiente en cuanto a la generación de NOx en los vehículos L3, las investigaciones desarrolladas siempre su enfoque es a los siguientes gases: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Hidrocarburos (HC), pero a los óxidos nitrosos (NOx) no se les da la relevancia necesaria teniendo en cuenta que se han implementado regulaciones más estrictas sobre las emisiones de vehículos en muchas partes del mundo, incluidas normas de emisiones para vehículos L3.

En Ecuador, la plena aplicación de la norma para la medición de los óxidos nitrosos (NOx) no se ha logrado en su totalidad, ya que la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2349, en su sección 5.1.1.10 (Anexo 1), detalla las características del equipo de analizador de gases a utilizar y menciona que para llevar a cabo el análisis de los gases, se especifica que el equipo debe contar con una actualización para medir 5 gases, incluyendo los NOx como el último en la lista, aunque no se toma en cuenta durante el proceso de medición. También se indaga en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2204 (Anexo 2), en el inciso 6 (Requisitos, en la tabla 1) en la cual no toma en cuenta a los NOx en marcha mínima, pero en la tabla 2 y 3 si se detalla los valores máximos de generación de NOx para vehículos con motor gasolina tanto americanos y europeo, esto en la práctica no es aplicable pese a que se tiene tipificada en la norma.

Es así que al examinar las fuentes de investigación., La EPA (AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS) en abril del 2024 afirma que: Los dos óxidos de nitrógeno más prevalentes en el aire son el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el monóxido de nitrógeno (NO). Estos son gases tóxicos, siendo el NO₂ un oxidante altamente reactivo y corrosivo, de igual manera se menciona que el NO₂ actúa principalmente como un irritante que afecta a la mucosa de los ojos, la nariz, la garganta y las vías respiratorias. En la investigación resalta que al ser expuesto en altos niveles de NO₂, puede causar lesiones pulmonares y esto contribuye al desarrollo de bronquitis aguda o crónica afectando una directamente a la salud humana.

La Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) tiene un desarrollado de una investigación la cual está enfocada en el estudio en base a la composición química del combustible de la gasolina extra en comparación con cuatro aditivos elevadores de octanaje (Bardhal, Qualco, Ravenol y Liqui Moly) con el objetivo de analizar la variación existente en un vehículo comercial, a fin de determinar una posible solución a la problemática actual de los combustibles comercializados en Ecuador (Bedon Armendariz et al., 2022).

Esta investigación antes en mención es la base para tomar el mejor aditivo y utilizarlo para analizar la variación de NOx y busca el comportamiento de este gas, mediante un proceso técnico experimenta el cual permite tomar muestra mediante equipos tecnológico homologados como es el caso del Analizador de gases AGS688 de la empresa Brain Bee AGS y someterlos a un análisis estadístico (ANOVA) y ver si estos sufren cambios significativos o no, con la presente investigación de la variación de NOx se pretende buscar los hallazgos del comportamiento de la combustión con la adición de aditivos en el motor ciclo Otto, en vehículos L3, los cuales aún no se han medido con fines de análisis científicos.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El constante desarrollo tecnológico en los vehículos de combustión a base de combustibles fósiles o derivados naturales, es un desafío ya que la generación de gases contaminantes es un foco de estudio actual, es así que la producción de estos motores está en riesgo, pero la aplicación de medidas como es el caso de motores eléctricos, como sustitutos, en nuestro medio y en especial en América latina, va a llevar su tiempo para que se aplique en su totalidad. Esta investigación al estar enfocada en vehículos L3, es necesario recalcar, a que se refiere con vehículo L3 es así que, Según la normativa NTE INEN 2656, en el inciso 4.1 Categoría L, menciona que “Un vehículo en la subcategoría L3 de clase MTO de tipo Motocicleta, es un Vehículo de dos ruedas, diseñado con motor de combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm³ y con velocidad de diseño superior a 45 km/h. peso técnicamente admisible declarado por el fabricante. Vehículos de dos ruedas no pueden clasificarse como vehículos de la categoría L1. Ver NTE INEN-ISO 3833,3.5.”. en Ecuador en cuanto a emisiones están normado por RTE INEN136(1R) Motocicletas, la cual estable los límites máximos solo del CO y HC.

Los vehículos L3, al estar integrados por un motor de combustión interna de ciclo otto de control mecánico de combustible, genera niveles elevados de gases contaminantes y por consiguiente afecciones a la salud humana y a la calidad del aire, en la actualidad los organismos, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Agencia Europea del Medio Ambiente (EURO), la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de la Organización Mundial de la Salud (OMS), tienen como objetivo principal supervisar y regular la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y material particulado (PM). Su enfoque se centra en garantizar la calidad del aire y mitigar la contaminación producida por la producción de las grandes industrias automotrices. (Gerardo et al., 2019)

Por la falta de atención en Ecuador, con respecto a los óxidos Nitrosos esta investigación busca contribuir en mejoras continuas de control de los NO_x, ya que al ser un sujeto de análisis este gas, permite saber su comportamiento al utilizar aditivos al combustible local, para el efecto y contribución del estudio, se tiene una investigación enfocada, donde se generan más NO_x, en esta investigación, la revista de la EPA, Los Óxidos de nitrógeno (NO_x), ¿por qué y cómo se controlan? Publicado EPA (Environmental Protection Agency) expresa que “Los automóviles y otras fuentes móviles contribuyen alrededor de la mitad de los NO_x que son emitidos al ambiente es así que. "Las calderas de las plantas termoeléctricas producen alrededor del 40% de las emisiones de NO_x provenientes de fuentes estacionarias." (Hojas de datos EPA: Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Estrucplan).

En la búsqueda de las investigaciones referentes al análisis del comportamiento de los NO_x, en la actualidad, existe una falta de atención hacia el análisis de las emisiones de NO_x, un problema significativo en la investigación científica. “Las emisiones de NO_x generadas por la combustión generalmente se presentan en forma de óxido nítrico (NO). Según las ecuaciones de Zeldovich, el NO se produce hasta que se alcanza el límite del oxígeno disponible, que es aproximadamente 200,000 ppm, a temperaturas superiores a 1300°C (2370°F). A temperaturas inferiores a 760°C (1400°F), la generación de NO es mucho menor o incluso no ocurre, cuando la mezcla de aire y combustible se encuentra en el lado más pobre de la relación estequiométrica, es decir, cuando hay más aire en comparación con la cantidad ideal para una combustión completa (relación aire-combustible de 14.7:1). Las ecuaciones de Zeldovich describen las reacciones químicas involucradas en la formación de NO durante la combustión, que incluyen la interacción de nitrógeno (N), oxígeno (O), hidroxilo

(OH) y monóxido de nitrógeno (NO).” .” (Hojas de datos EPA: Óxidos de Nitrógeno (NOx), Estructplan).

Tenemos un grupo muy limitado de trabajos de investigación científica, respecto al análisis de los NOx al adicionar un aditivo al combustible comercializado localmente, en el repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), existe un desarrollo de una investigación la cual está enfocada en el estudio en base a la composición química del combustible de la gasolina extra en comparación con cuatro aditivos elevadores de octanaje (Bardhal, Qualco, Ravenol y Liqui Moly) con el objetivo de analizar la variación existente en un vehículo comercial, a fin de determinar una posible solución a la problemática actual de los combustibles comercializados en Ecuador (Bedon Armendariz et al., 2022).

Otra investigación resalta de igual forma en el repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador en la cual realiza un “ESTUDIO DEL PODER CALORÍFICO EN COMBUSTIBLES EXTRA Y SUPER UTILIZANDO MEZCLAS PARCIALES DE ADITIVOS” (Israel, 2020a), en dicha investigación analizo el desempeño de los aditivos, en un motor de ciclo otto con la finalidad de ver si se mejora las propiedades del combustible (calorimetría), buscando la disminución de las emisiones de gases contaminantes al ambiente, en esta investigación analizan si los aditivos cumplen con las especificaciones que son dadas por el fabricante, esta investigación tiene un estudio de mucho valor científico es así que se analiza el poder calorífico con la ayuda de una bomba calorimétrica de la Escuela Politécnica Nacional, permitiendo realizar varios análisis para poder generar una comparativa de los resultados y así poder determinar si el uso de aditivos en gasolina extra y súper es beneficioso o perjudicial.

Por otra parte, en el repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana en Cuenca, se tiene un estudio “INCIDENCIA DEL TIPO DE GASOLINAS, ADITIVOS Y EQUIPO OPTIMIZADORES DE COMBUSTIBLE COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE CUENCA, SOBRE LAS EMISIONES CONTAMINANTES EMITIDAS EN EL AIRE” (Encalada Cajisaca & Ñauta Uzhca, 2010), en la cual examina varios aspectos de los combustibles locales de gasolina extra y súper, así como los aditivos y optimizadores de combustible comercializados en la ciudad, por temas legales lo denominan aditivo 1 y 2 , dentro de esa investigación realizan varias pruebas en cuanto a ensayos de llama, pruebas de laboratorio en la Universidad Central del Ecuador, pruebas de espectrómetro, pruebas de octanaje y análisis de gases contaminante el monóxido de carbono Co y los hidrocarburos HC.

Otra investigación relévate tenemos un artículo científico donde la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos realiza unas “Mediciones de emisiones de NOx y NH₃ en carretera procedentes de camiones pesados diésel y de gas natural en uso en la cuenca atmosférica de la costa sur de California” en esta investigación la EPA introdujo estándares de emisiones de NOx de 0,2 g/bhp-hr para los motores de servicio pesado de carretera de 2010 y más nuevos. (Zhu et al., 2024). Por tal motivo el desarrollo de la indagación científica es crucial que las futuras investigaciones sobre la calidad de los combustibles y sus efectos en las emisiones contaminantes, consideren todos los contaminantes relevantes, incluidos los NOx, para una evaluación exhaustiva de su impacto en la calidad del aire y la salud pública teniendo en cuenta que las investigaciones desarrolladas siempre su enfoque es a los siguientes gases: Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Hidrocarburos, pero, a los óxidos nitrosos no se les da la relevancia necesaria.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la investigación, se empleó un motor mono cilíndrico de ciclo Otto que se encuentra clasificado como vehículo L3 de acuerdo con la normativa NTE INEN 2656. Según el inciso 4.1 de la Categoría L, un vehículo en la subcategoría L3 de la clase MTO, tipo motocicleta, se define como un vehículo de dos ruedas diseñado con un motor de combustión interna cuya cilindrada supera los 50 cm³ y tiene una velocidad de diseño superior a 45 km/h, manteniendo el peso técnicamente admisible declarado por el fabricante.

Para el proceso de medición se utilizó un equipo; Brain Bee el equipo es origen italiano; cumple con la norma de calidad Europea NORMA UNE 8251:2004 de igual manera con la norma alemana (ISO 9001), Para lo cual el analizador de gases aparte de estar homologado para la RVT Ecuador según la afirmación de su distribuidor oficial GLOBALTECH ECUADOR, el cual afirma que: “El equipo Brain Bee Mahle AGS-688 es un equipo puede ser usado para garantizar que el vehículo tiene los valores correctos en los gases de escape. Equipo aprobado para RTV en el Ecuador.”. (GLOBALTECH ECUADOR)

Tabla 1.

Características técnicas de los materiales

MOTOR Vehículo L3	Marca	Honda
	Modelo	CGX 125 WHF
	Versión	1.789 LT
	Potencia:	10 hp o 6,3 kW/7.000/min- 1)
	Motor	Monocilíndrico de 4 tiempos
	Cilindrada	124.8 cc
	Relación de compresión	9.0:1
PROBETAS	2 probetas	200 ml
ANALIZADOR DE GASES	Marca	Brain Bee
	Modelo	AGS688
	Sonda de NOx	Brain Bee
ADITIVO	Ver Anexo 12	Aditivo A
		Aditivo B
		Aditivo C
		Aditivo D

Fuente: Gustavo Cedeño, basado en (Honda | CB1 STAR, 2019), (2020), Globaltech, E. (2020).

Gracias a la aplicación en un vehículo de clasificación L3, con un motor mono cilíndrico, es muy versátil al aplicar las gasolinas vs las gasolinas con aditivo permitiendo así que las lecturas de datos sean lo más objetivas, y no exista un tipo de contaminación al cambio del combustible de una prueba a otra, cabe mencionar que el equipo de analizador de gases AGS688, se encuentra

homologado y calibrado en el año en curso del desarrollo de la investigación, esto permite que los datos obtenidos tengan un respaldo de dicha homologación como tal, este equipo mediante una sonda de NOx permite analizar este gas en los motores de ciclo Otto con combustible gasolina, cabe mencionar que esta investigación se llevó a cabo en Quito, Según Vincenti, Moscoso, Jácome, Palacios y Villacís (2020), la ciudad de Quito se encuentra a una altitud de 2850 metros sobre el nivel del mar. Además, la presión atmosférica en esta área es de 72.795 kPa y la temperatura ambiente promedio es de 300 K (p. 2-4)

Esta investigación se desarrolló en tres etapas.

La primera etapa, iniciamos el proceso de precalentamiento del equipo Brain Bee para llevar a cabo el proceso de mediciones de gases, para lo cual es necesario seguir todas las instrucciones detalladas en el Anexo 13, de igual forma se realiza un calentamiento del motor L3 de ciclo Otto a una temperatura de operación 85 – 95°C, para realizar cada una de las pruebas, esto se lo realizó con el objetivo de que la temperatura no sea un factor, que afecte la toma de los datos, teniendo en cuenta que la generación la teoría nos dice que los NOx, son generados por las altas temperaturas en la cámara de combustión es por ello que la temperatura en nuestra investigación juega un papel importante

Figura 1.

Precalentamiento del Analizador de gases y el Motor del Vehículo



Fuente: Gustavo Cedeño

Para garantizar mediciones precisas durante el calentamiento, el equipo realiza una prueba de estanqueidad en la manguera de la sonda para verificar su sellado hermético. Esto asegura que no haya lecturas incorrectas debido a posibles fallos de hermeticidad en el equipo. La prueba debe seguir las instrucciones del gráfico 2. Si el sistema detecta una falta de hermeticidad, se detiene y no permite avanzar sin presionar la tecla F1 para continua.

Figura 2.

Prueba de estanquidad y Auto calibración del equipo AGS688



Fuente: Gustavo Cedeño

Una vez que se culminó el proceso de hermeticidad el equipo, requiere establecer toda la información que se nos solicita en el gráfico 3, en dichos datos es necesario hacer hincapié en el tipo de combustible que vamos a utilizar en este caso gasolina y lo más fundamenta el número de tubos de escape en el cual colocamos 1 y el número de cilindro con el cual vamos a color de igual forma 1, no descuidar el año de fabricación inicial del vehículo, para trabajar este equipo se requiere instalar el aditamento el cual es el encargado de testear la temperatura y las RPM del motor según se muestra en el gráfico 3, teniendo en cuenta que estos requisitos son necesario para el ingreso al bucle de testeo. Este procedimiento asegura que las lecturas que se van a tomar cumplan con los parámetros iniciales del motor de ciclo Otto y no se vean afectadas de ninguna manera.

Figura 3.

Colocación de la sonda y estabilidad de datos Equipo Ags688



Fuente: Gustavo Cedeño

En la segunda etapa se procede a realizar las mezclas según lo ilustrado en el gráfico 4, en proporciones como lo indica el fabricante de cada uno de los aditivos A, B, C y D, tanto con la gasolina extra de 87 octanos, como la gasolina super de 92 octanos, cabe mencionar que dichas gasolinas comercializadas localmente, se las adquirieron en una misma distribuidora de combustible, en el Anexo 14 se detalla el paso a paso de las mezclas de los aditivos.

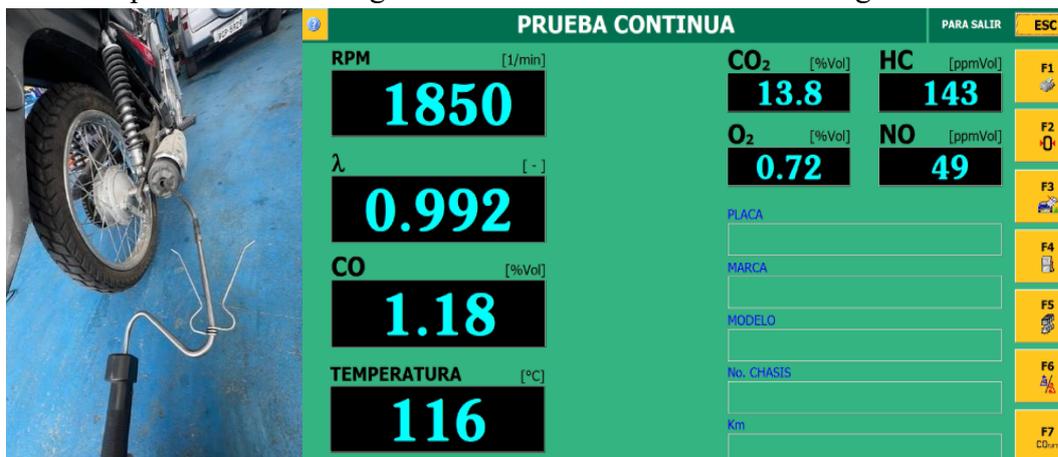
Figura 4.
Mezcla de aditivos en las probetas.



Fuente: Gustavo Cedeño

Para el desarrollo de la tercera etapa de la toma de datos, es necesario aplicar lo tipificado en la normativa NTE INEN 2349, para vehículos L3, la cual especifica el tiempo 30 segundos de aceleración constante para el proceso de medición, como se muestra en el grafico 5, para el desarrollo de esta etapa se llevó a cabo mediante 10 ciclos de pruebas, siendo estos los sujetos de análisis, las cuales se realizó manera continua con la finalidad de evitar que las lecturas tengan variaciones en las condiciones iniciales descritas en la primera etapa, teniendo en cuenta esto, el desarrollo de esta etapa, como bien se lo mencionó se lo llevó a cabo mediante 10 ciclos de pruebas, con intervalos de 1 minuto cada una de ellas, los primeros 10 ciclos fueron solo con gasolina extra, los otros 10 ciclo fueron de la gasolina extra más el aditivo A, gasolina extra más aditivo B gasolina extra más aditivo C y gasolina extra más aditivo D, dando un total de 50 ciclo de pruebas, posterior se repite de la misma forma con la gasolina super, más los aditivos A, B, C y D.

Figura 5.
Prueba capturada a los 30 segundos de introducir el analizador de gases en el tubo de escape



Fuente: Gustavo Cedeño

Para determinar la variación NOx con cada uno de los aditivos a utilizar, se analizar en función de la relación lambda, sin dejar de lado al CO, HC, ya que estos gases forman parte de grupo

de gases contaminantes, los datos obtenidos se van a someter a una herramienta estadística denominada análisis de varianza (ANOVA), Anexo 49-56, con el objetivo de sustentar la parte metodológica de la investigación, es por ello que la investigación parte de dos métodos, el cuantitativo por la herramienta estadística ANOVA y experimental en la toma de datos de forma práctica mediante el analizador de gases Brain Bee.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la prueba de la gasolina extra y la gasolina extra aditivada, se obtuvieron 50 ciclos de pruebas de datos totales, dentro de estos datos se encuentran los NOx siendo este el sujeto de estudio de la investigación, pero para establecer un análisis científico del efecto de los aditivos en el combustible, se toma en cuenta al CO, HC y Factor LAMBDA, con la finalidad de establecer la relación entre ellos y sus cambios, todos estos datos se encuentran a detalle en el Anexo 27-48, de lo cual se estableció los promedios de dichos gases, y el factor Lambda, incluyendo el análisis de varianza (ANOVA), donde se plantea una hipótesis que al utilizar aditivos, estos mejoran la calidad del combustible, por consiguiente mejoran las emisiones del monóxidos de carbono NOx, para el efecto se describe a continuación tabla 2.

Tabla 2

Promedios de prueba uno con gasolina extra, y aditivos A, B, C y D

Tipo de Gas y ANOVA	Gasolina Extra	Gasolina + Aditivo A	Gasolina + Aditivo B	Gasolina + Aditivo C	Gasolina + Aditivo D
NOX (ppmVol)	31,1	37,9	31,7	43	35,3
F		80,339	0,611	387,382	48,109
F. crítico		6,51464178			
CO (%)	1,297	2,655	3,379	2,653	2,578
F		53,178	406,676	242,073	64,560
F. crítico		6,51464178			
HC (ppmVol)	141,7	141,4	154,9	119,7	230
F		0,00354	7,324	11,54	35,827
F. crítico		6,51464178			
Lambda (-)	1,0124	0,945	0,9298	0,9574	0,9546
F		101,491	311,699	34,121	87,896
F. crítico		6,51464178			

Fuente: Gustavo Cedeño

Para la prueba de la gasolina super y la gasolina super aditivada, de igual forma se desarrollaron 50 ciclos de pruebas de datos totales, tal como se encuentran en el Anexo 27-48, de los cuales se obtuvieron los promedios tanto del NOx, CO, HC y el Factor LAMBDA, incluyendo al análisis de varianza (ANOVA), como se especifica en la tabla 3.

Tabla 3.

Promedios de prueba uno con gasolina super, y aditivos A, B, C y D

Tipo de Gas y ANOVA	Gasolina Super	Gasolina + Aditivo A	Gasolina + Aditivo B	Gasolina + Aditivo C	Gasolina + Aditivo D
NOX (ppmVol)	34	44,6	47,8	41,4	45,5
F		139,674	183,115	40,933	159,765
F. crítico		6,51464178			
CO (%)	1,527	1,602	1,002	2,16	2,265
F		0,1755	6,645	14,603	20,059
F. crítico		6,51464178			
HC (ppmVol)	157,5	119,8	98,2	140,9	121,8
F		15,710	45,445	2,863	24,698
F. crítico		6,51464178			
Lambda (-)	1,0136	0,9874	1,0018	0,9618	0,9585
F		5,492	0,954	24,921	28,1433427
F. crítico		6,51464178			

Fuente: Gustavo Cedeño

Con respecto al análisis de la prueba con gasolina extra y la gasolina extra más los aditivos (A, B, C y D) están establecidos en la tabla 2, en la cual unas presentan variaciones de los gases: óxidos nitrosos (Nox), monóxido de carbono (Co), hidrocarburos HC y el factor Lambda, los datos y sus cambios están sustentados con el análisis de varianza (ANOVA), a un 98% de confiabilidad descritos en el Anexo 49-56, es así que en el caso de los NOx; los cuales son el objeto de análisis y estudio; este gas presenta un incremento significativo, el promedio al utilizar solo gasolina extra es de 31,1 (ppmVol), e incrementa a un 37,9 (ppmVol) al utilizar gasolina con el aditivo A, dicho incremento se ve reflejado en el análisis de varianza en el cual se tiene que su factor F de 80,339 siendo su factor crítico 6,5146 por tal motivo se rechaza rotundamente a la hipótesis nula, ya que el factor F, es superior al F crítico, en cambio al utilizar el aditivo B con la gasolina extra su promedio es de 31,7 (ppmVol), al utilizar este aditivo no representa un cambio significativo respecto al promedio de los NOx al utilizar solo gasolina extra esto está sustentado por el análisis de varianza, de tal manera que el factor F es de 0,611 y su F crítico es de 6,5146, por tal motivo se acoge rotundamente a la hipótesis nula, ya que el factor F, es inferior al F crítico, en el caso del aditivo C tenemos un promedio 43 (ppmVol), siendo estas superiores al promedio obtenidos al utilizar solo gasolina extra, esto está respaldado por el análisis de varianza donde tenemos que F es de 387,382 y su f crítico es de 6,5146, por tal motivo se acoge a la hipótesis nula ya que F es superior al F crítico, por último tenemos el aditivo D en el cual tenemos un promedio de 35,3 (ppmVol), este promedio está muy cercano al promedio de 31,1 (ppmVol) de la gasolina extra pero en el análisis de varianza tenemos que su factor F es de 48,109 siendo su F crítico de 6,5146, por consiguiente no está demás mencionar que por tal motivo se rechaza la hipótesis nula, ya que el factor F, es superior al F crítico. En el caso del monóxido de carbono CO y los hidrocarburos HC, teniendo en cuenta que estos gases no son el objetivo de estudio de la investigación, pero no está demás resaltarlos y de esta forma corroborar, con la afirmación de los hallazgos de las investigaciones citadas en esta investigación, en la cual su enfoque fue directamente

a estos gases y los datos encontrados reflejan nuevamente lo que mencionan dichas investigaciones, el CO tiene un promedio de 1,297 % solo con gasolina extra, al utilizar el aditivo A su promedio es de 2,655% al utilizar el aditivo B es 3,379, al utilizar el aditivo C es de 2,653 y al utilizar el aditivo D es de 2,578, por consiguiente este gas sufre cambios con todos los aditivos de forma ascendentes, estos incrementos están respaldados por el análisis de varianza, teniendo en cuenta que en todos los aditivos el F fue superior al F crítico como se muestra en la tabla 2, por consiguiente se rechaza la hipótesis nula. En el caso de los HC, tenemos un fenómeno muy interesante a tratar, el promedio de este gas 141,7 (ppmVol) al utilizar el aditivo A su promedio desciende a 141,4 (ppmVol) este descenso al someterlo al análisis de varianza el F es de 0,00354 y su F crítico es de 6,514, por consiguiente se acoge la hipótesis nula, no existe un cambio significativo, pero al utilizar el aditivo C el promedio es de 119,7 (ppmVol), el cual está por debajo del promedio antes en mención así que el análisis de varianza el factor F es de 11,54 y su F crítico es de 6,5146, por consiguiente al ser superior el F al F crítico se rechaza la hipótesis nula, pero este gas desciende al utilizar este aditivo, lo cual no sucede con el aditivo B y D donde sus promedios son los siguientes, en el aditivo B tenemos 154,9 (ppmVol) y en el aditivo D 230 (ppmVol) estos promedios son superiores respecto al promedio obtenido de este gas al utilizar solo gasolina extra, de igual forma en estos dos gases en el análisis de varianza su F es superior al F crítico como se muestra en la tabla 2, es así que se rechaza la hipótesis nula.

Para finalizar el análisis de la tabla 2 de la gasolina extra, tenemos un factor que ninguna investigación le presta atención, siendo este el Factor Lambda (-), teniendo en cuenta que este parámetro permite medir la relación aire-combustible en los motores de combustión interna, por consiguiente si la mezcla es pobre, el factor Lambda es mayor de 1 y, si la mezcla es rica en combustible, Lambda es menor que 1, aclarado esto se analizará el comportamiento de este factor al utilizar los diferentes aditivos antes mencionados. El promedio de este factor es 1,0124 (-), al utilizar el aditivo A el promedio es de 0,945 (-), el aditivo B 0,929 (-), el aditivo C 0,9574 (-) y el aditivo D 0,954 (-), si se analiza cuidadosamente estos promedios vs el promedio inicial 1,0124 (-), podemos determinar que descendió por consiguiente este factor nos está revelando que la mezcla es rica en combustible con todos estos aditivos ya que están por debajo de 1, al someterlos al análisis de varianza tenemos que todos los factores F son superiores al F crítico, como se aprecia en la parte final de la tabla 2, es así que se rechaza la hipótesis nula por consiguiente el cambio es sustancial de manera descendiente de este factor.

En la prueba de la gasolina super y gasolina super con los aditivos (A, B, C y D), lo cuales se establecen en la tabla 3, podemos analizar que los óxidos nitrosos, NOx, al utilizar solo gasolina super tiene un promedio de 34 (ppmVol) el cual en primera instancia es superior al 31,1 (ppmVol), esto nos da a entender que al utilizar un combustible de mayor octanaje también aumenta los Nox, por consiguiente, se va a analizar que sucede al utilizar los diferentes aditivos respecto a los Nox. Al utilizar el aditivo A tiene un promedio de 44,6 (ppmVol), el aditivo B tiene un promedio más elevado de 47,8 (ppmVol), en el caso del aditivo C se tiene 41,4 (ppmVol), este desciende un poco pero está por arriba del promedio inicial, finalmente en el caso del aditivo D tenemos 45,5 siendo este muy superior al promedio inicial, estos promedios tienen unos datos los cuales están representados en el Anexo 47 y dichos datos se sometieron al análisis de varianza ANOVA de un solo factor al 98%, el factor F obtenido con el aditivo A es de 139,674, en el aditivo B 183,115, en el aditivo C 40,933 y en el aditivo D 159,765, estos son superiores al F crítico el cual es de 6,5146, es así que se rechaza la hipótesis nula, ya que F es mayor al F crítico, lo cual afirmamos que al utilizar los diferentes aditivos los NOx incrementa, con todos los aditivos.

En el caso de los monóxidos de carbono CO, estos presentan un cambio que no está demás analizarlos sin desviar el objetivo de estudio, el promedio obtenido de este gas es de 1,527 (%), es este gas de efecto invernadero al utilizar el aditivo A tenemos un promedio de 1.602 (%) el cual según el

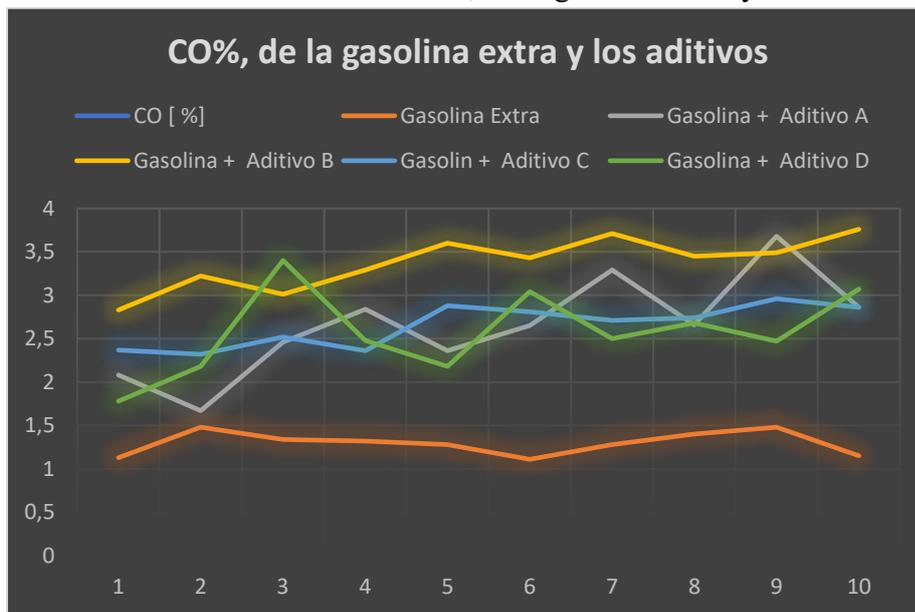
análisis de varianza ANOVA el F 0,1755 y el F crítico es de 6,514, por consiguiente se acoge a la hipótesis nula, lo cual no da a entender que no existe cambio significativo, lo cual no sucede al utilizar el aditivo B el cual tiene un promedio de 1,002 (%), este valor es inferior al valor inicial de 1,527 (%) de la gasolina super, someterle al análisis de varianza se termina que el F es de 6,645 y su F crítico es de 6,514, como F es superior a F crítico rechazamos la hipótesis nula y determinamos que el cambio es significativo pero en sentido descendente es decir que al utilizar este aditivo reduce el CO, este fenómeno no sucede con el aditivo C el cual tiene un promedio de 2,16 (%) y D 2,265(%), donde los promedios son superiores al 1,527%, de igual manera en el análisis de varianza el F es superior tanto en el aditivo C y D al F crítico, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se determina que existe cambio significativo. Para el caso de los hidrocarburos HC, se tiene un promedio 157,5 (ppmVol), cuando se utiliza el aditivo A, B y D, estos promedios descienden a 119,8 (ppmVol), 98,2 (ppmVol) y 121,8 (ppmVol) y el análisis de varianza ANOVA tenemos que el F tanto del aditivo A, B y D son superiores al F crítico, se rechaza la hipótesis nula, y esto queda comprobado que el hidrocarburo desciende al utilizar estos aditivos, en el caso del aditivo C, tenemos que el promedio es de 140,9 (ppmVol) este valor es inferior al promedio inicial de 157,5 (ppmVol), pero, en el análisis de varianza el F es de 2,863, siendo este inferior al F crítico por consiguiente se acoge a la hipótesis nula y se determina que no genera ningún cambio significativo al utilizar este aditivo. En el análisis del Factor Lambda, según el análisis de la tabla 3, podemos describir y analizar que al utilizar el aditivo A y B dicho factor no sufre ningún cambio significativo según el análisis de varianza ANOVA ya que el factor F es inferior al F crítico por consiguiente se acoge a la hipótesis nula, en el caso de los aditivos C y D, sucede todo lo contrario, el promedio del factor Lambda, es de 1,0136 (-), de este promedio al utilizar el aditivo C, desciende a 0,9618 (-), y el aditivo D desciende a 0,9585 (-), de igual forma esto está sustentado por el modelo estadístico ANOVA el cual determina que el factor F de los dos aditivos antes en mención, es superior al F crítico, es así que se rechaza la hipótesis nula, y se determina que existe un descenso significativo de este factor. A continuación, se presenta de forma esquemática el comportamiento de los NOX, CO HC y Lambda, conforme a los datos obtenidos del Anexo 46.

Análisis de gases

En el caso del monóxido de carbono CO, como se lo representa en el gráfico 6 tenemos 5 líneas que representan el comportamiento de este gas, es así que al utilizar solo gasolina extra, la cual está representada por la línea de color naranja, se puede observar que la generación de este gas es relativamente estable, pero al utilizar el aditivo A el cual está representado por la línea gris, el comportamiento de este gas tiene una tendencia de ir subiendo y descendiendo conforme va aumentando la generación de este gas pero no es estable, dejando un lado el orden de descripción de los aditivos podemos ver en el gráfico antes en mención, lo mismo sucede con el caso del aditivo D, el cual tiene ese mismo fenómeno inestable de carácter ascendente, pero el aditivo C, el cual está representado por la línea de color azul, tiene una tendencia de ir subiendo pero de manera estable al igual que el aditivo B el cual está representado por las líneas de color amarillo, cabe mencionar que este último es el que más genera monóxidos de carbono.

Figura 6.

Grafica de datos del Factor Lambda, de la gasolina extra y los aditivos utilizados

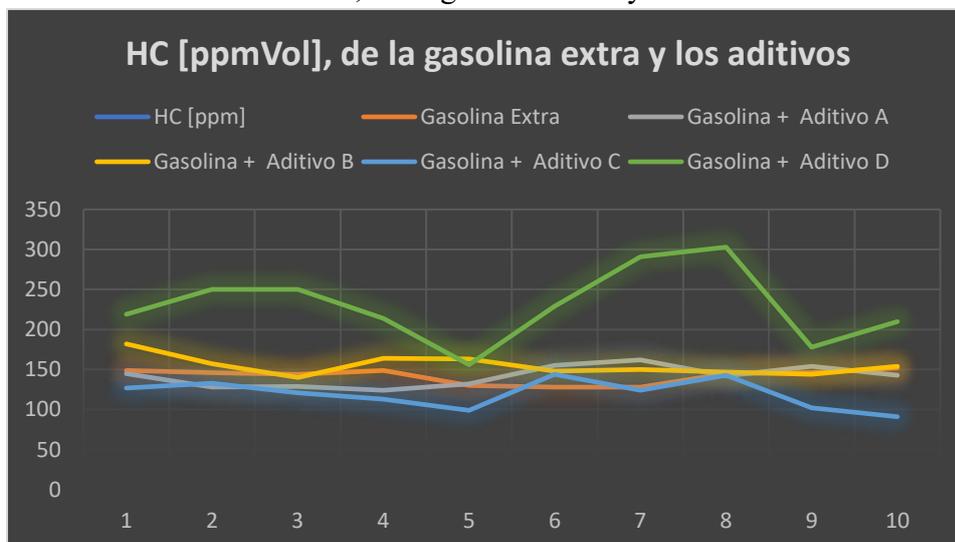


Fuente: Gustavo Cedeño

En el caso de los hidrocarburos HC, al utilizar solo gasolina extra como podemos observar la línea de color naranja es estable y esta alrededor de los 141 ppmvol, al utilizar el aditivo A, el cual está representado por la línea de color gris, esta tiene un ligero aumento el cual no es significativo vs la línea de color naranja, en el caso del aditivo de B y C, los cuales están representados por las líneas de color amarillo y el color azul, estas tienen un tendencia ascendente de forma significativa vs la de color naranja, un fenómeno inusual pasa al utilizar el aditivo de D el cual está representado por la línea de color verde, esta es completamente inestable y tiene una tendencia ascendente significativa versus los otros aditivos, por tal motivo este aditivo contribuye significativamente al tema de contaminación ambiental respecto a este a la generación de este gas.

Figura 7.

Grafica de datos de los HC, de la gasolina extra y los aditivos utilizados

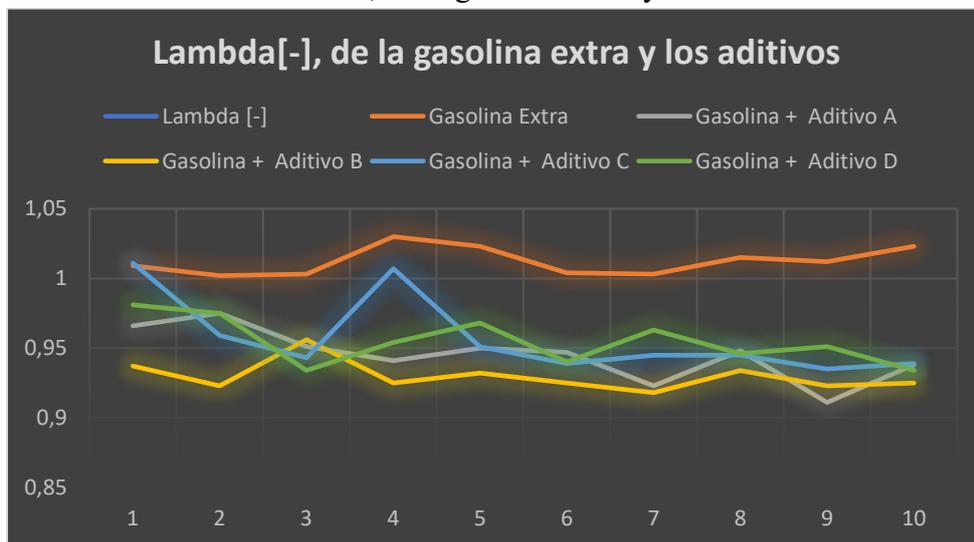


Fuente: Gustavo Cedeño

En el caso del factor Lambda [-], se ha considerado necesario y fundamental tomarlo en cuenta en esta investigación ya que este factor es uno de los más importantes a considerar, los datos proporcionados por un equipo de diagnóstico, son fundamentales para interpretación científica y el análisis del comportamiento de los gases contaminantes, ya que gracias a este factor podemos determinar las condiciones de la mezcla cuando se generan los gases contaminantes, por consiguiente como se puede observar en la siguiente grafica este factor está representado por la línea de color naranja, dicho factor está rodeando un promedio 1,0124 aproximándose a 1, teniendo en cuenta, que este valor corresponde a un valor de mezcla ideal pero como no es el caso tenemos la generación de los gases contaminantes, si se puede apreciar la gráfica al utilizar todos los aditivos, este factor está por debajo de 1, lo cual nos da entender que estamos en una mezcla rica y la generación de los gases contaminantes está determinado por el proceso de combustión más la composición química en la cual se encuentra el combustible al ser añadido los aditivos ya sean A, B, C o D.

Figura 8.

Grafica de datos de Lambda, de la gasolina extra y los aditivos utilizados



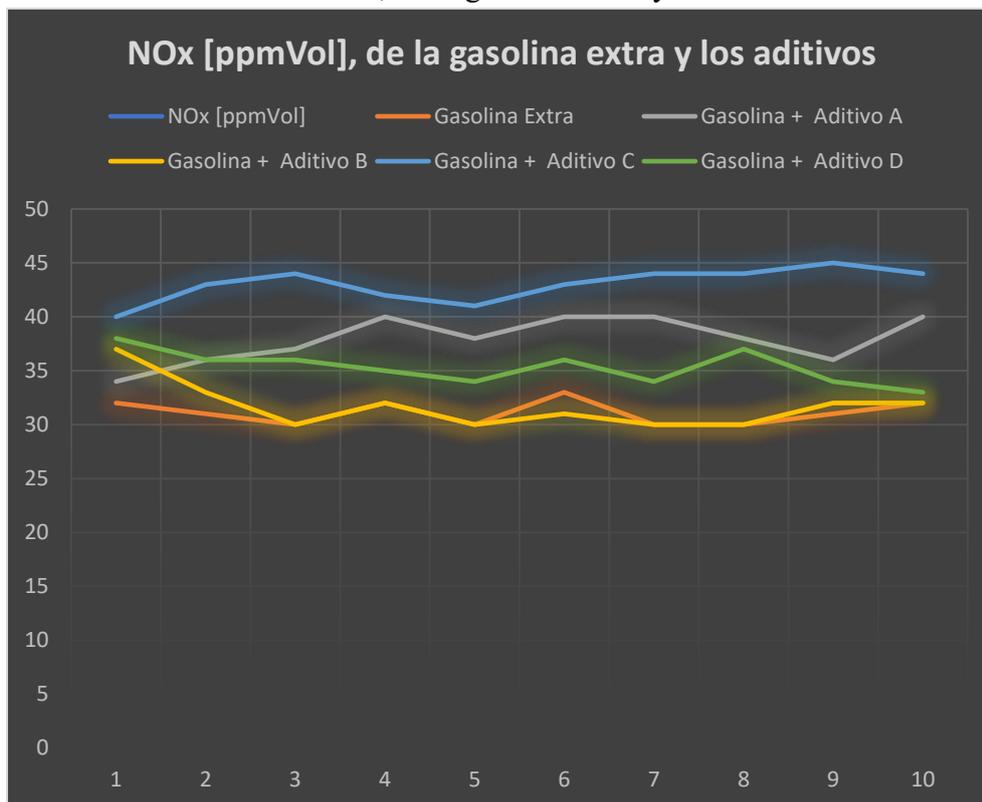
Fuente: Gustavo Cedeño.

Para finalizar esta etapa, se analiza los óxidos nitrosos NOx [ppmVol], teniendo en cuenta que este gas, es el objetivo de estudio de la investigación, ya que dicho gas en nuestro país, Ecuador, no existe un proceso de regulación del mismo, pese que en la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). Reglamento Técnico Ecuatoriano RT INEN136(1R) Motocicletas, en el inciso 4.7.2, determina una prueba dinámica en la cual cita y tipifica los límites máximos permitidos de NOx, lo cual en nuestro país pese a estar tipificado no se lo aplica ya que solo existe una prueba Estática en ralentí, donde se mide al CO y HC. En el siguiente gráfico, los NOx, están representados por la línea de color naranja, con un promedio de 31,1 [ppmVol], el aditivo que no genere cambios respecto a este gas es el aditivo B, el cual está representado por la línea de color amarilla, la cual está a la par con la línea de color naranja, el aditivo D, representado por la línea de color verde, muestra un incremento de este gas, en su totalidad de las pruebas, cabe mencionar que en la prueba 1, 6 y 8 su incremento es mayor, con el aditivo A, representado por la línea de color gris, muestra un incremento mucho más alto los anteriores, la generación de este es casi igual que la prueba uno de la línea naranja, luego incrementa ascendente en especial con unos picos la prueba 4, 6, 7 y 10, y su tendencia es en aumento, por otra parte el aditivo que más generación de NOx ocasiona, es el aditivo C, el cual

está en un promedio de 43 [ppmVol], y su tendencia es relativamente estable ascendente teniendo un pico máximo en la prueba 9, con 45[ppmVol]. Cabe mencionar que la generación de este gas es notable tanto con la gasolina extra como al adicionar los diferentes aditivos, en especial el aditivo C, de tal manera se puede visualizar de forma gráfica, teniendo en cuenta que los cambios generados en este gas al utilizar los aditivos están sustentados por del modelo estadístico, Análisis de Varianza ANOVA.

Figura 9.

Grafica de datos de los NOX, de la gasolina extra y los aditivos utilizados

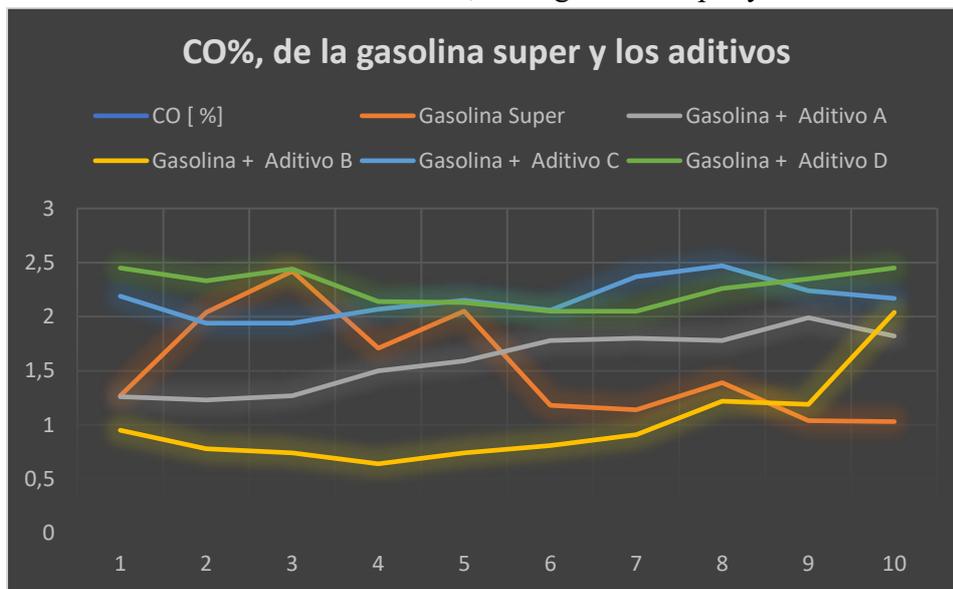


Fuente: Gustavo Cedeño.

En el análisis de gases en especial NOx, respecto a la utilización de gasolina super y sus diferente aditivos utilizados, empezamos con CO (%), solo con gasolina super la cual se representa con la línea de color naranja, la generación de este gas no es estable, es muy variable es decir tiene muchos picos ascendentes y descendentes, su promedio está en 1,5 (%), teniendo un pico máximo 2.42(%) en la prueba 3, cuando se utiliza el aditivo B, el cual está representado por la línea de color amarilla, este gas desciende vs el promedio antes mención el cual se posesiona en 1,002 (%), como se puede apreciar en el grafico 10, teniendo en cuenta que en la última prueba este sobrepaso al 2 (%), en cambio la gráfica del aditivo A, representada por la línea de color gris en la prueba uno sus valores casi son iguale vs la línea de color naranja pero la línea gris tiene una tendencia relativamente estable ascendente, el aditivo C y D representados por la línea de color azul y verde estas son superiores a las anteriores y tienen un comportamiento ascendente el cual es significativa vs las anteriores, esto de igual forma se contribuye con el análisis de varianza ANOVA.

Figura 10.

Grafica de datos del Factor Lambda, de la gasolina super y los aditivos utilizados

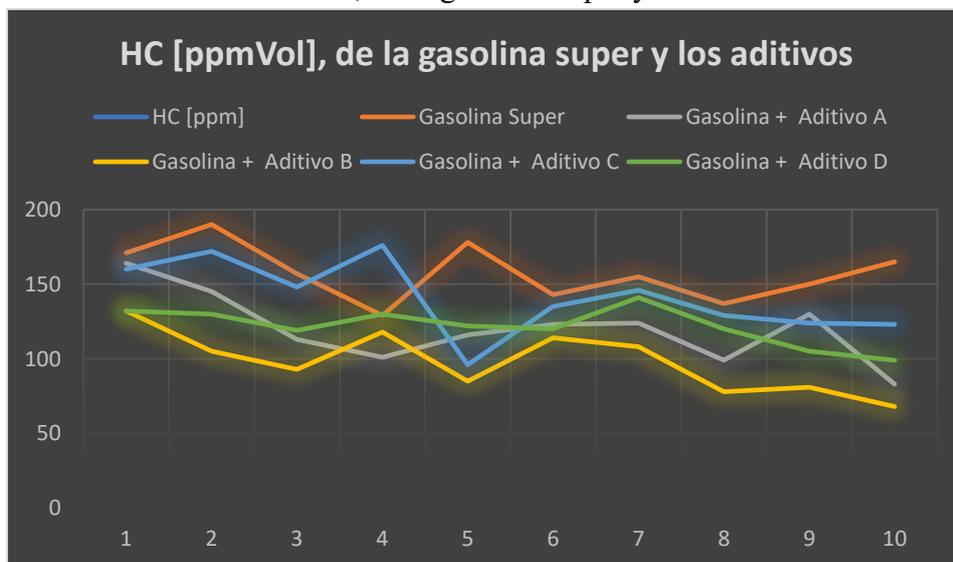


Fuente: Gustavo Cedeño

En el caso de los hidrocarburos HC, cuando se utiliza solo gasolina super como podemos observar la línea de color naranja esta es superior ya que tiene un promedio de 157 [ppmVol], tenemos dos pico ascendente en la prueba 2 y 5, la gráfica nos muestra que la producción de este gas no tiene una tendencia estable, el aditivo C, de la línea de color azul tiene un solo pico ascendente respecto a la línea de color naranja en la prueba 4, y un pico descendente en la prueba 5, pese a eso mediante el análisis de varianza ANOVA, determina que no existe variación significativa, lo cual no sucede con los aditivos A línea gris, B línea amarilla y D línea verde, los cuales están por debajo de la línea de color naranja teniendo en cuenta que el aditivo que reduce mayormente la generación de Hc es el aditivo B.

Figura 11.

Grafica de datos de los HC, de la gasolina super y los aditivos utilizados

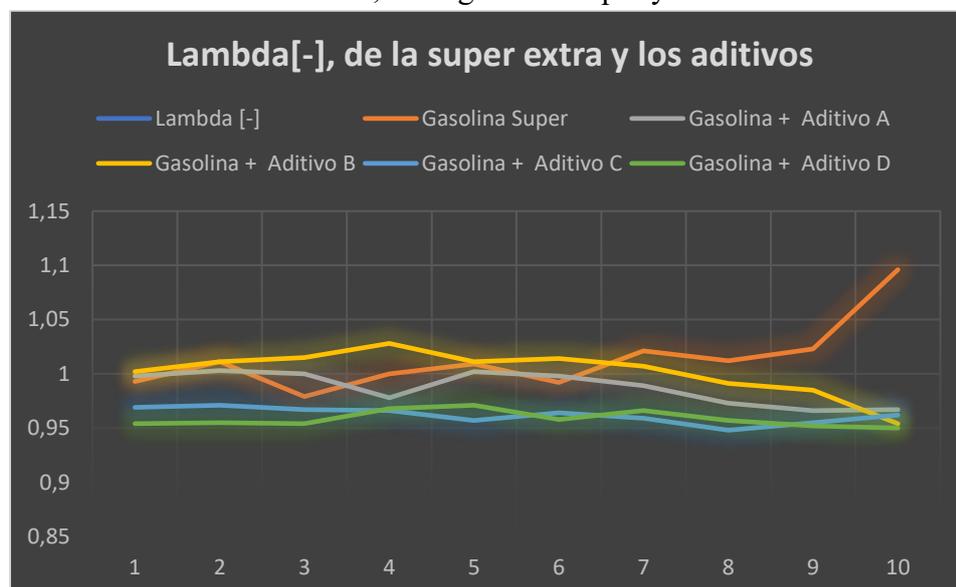


Fuente: Gustavo Cedeño

En cuanto al factor lambda, como bien se mencionó es fundamental analizarlos, es así que al analizar el comportamiento de este factor, podemos ver en el siguiente gráfico el cual esta representad por la línea de color naranja tiene un comportamiento inusual de la prueba 1 a la 8, relativamente estable rodeando a 1, teniendo en cuenta que más cerca de 1 la mezcla es más estequiométrica, pero en la prueba 9 y 10 tiene un ligero incremento como punto máximo 1.096, pero es necesario resaltar este comportamiento, lo que nos da a entender que la mezcla en esos punto es una mezcla pobre, con respecto a los aditivos al aditivo A y B, la línea de color gris y amarilla, el aditivo A, está por debajo de 1 y el aditivo B, mejora el factor aproximándose a 1, pero en el análisis de varianza ANOVA, no es significativo para los dos aditivos, lo cual no sucede C y D, lo cuales están representados por la línea de color azul y verde, cuyos cambios son significativos. de forma descendente respecto a la línea de color naranja y se encuentra por debajo de uno, esto nos da a entender que tenemos una mezcla rica.

Figura 12.

Grafica de datos de Lambda, de la gasolina super y los aditivos utilizados

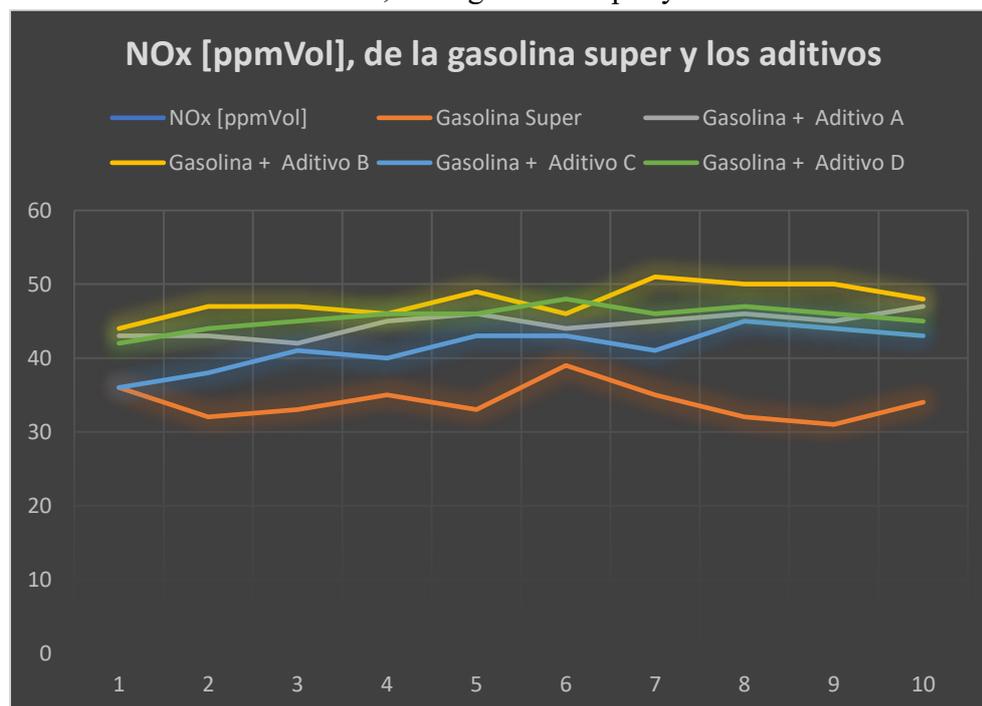


Fuente: Gustavo Cedeño.

Para finalizar el análisis de las gráficas y el comportamientos de cada uno de los gases incluyendo el factor lambda vamos analizar a nuestra objeto de estudio los cuales son los óxidos nitrosos NOx, ya que este gas es el que menos atención recibe por los entes reguladores de Ecuador, pese a que por normativa está tipificado, pero no aplicado, pese a que El Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) “Motocicletas”, entro en vigencia el 6 de marzo del 2017, es aquel documento en el que el Estado Ecuatoriano establece los requisitos, lineamientos que las motocicletas deben cumplir, antes de su comercialización en nuestro, sean las mismas de origen nacional o importadas, aplica a todos, continuando con nuestro análisis, es algo que es necesario resalta, que este gas el cual está representado por la línea de color naranja, se puede apreciar que se encuentra muy por debajo de la gasolina aditivada, en un promedio de 34 [ppmVol], el aditivo que menos incremento tuvo vs la línea de origen, es el aditivo C, la línea de color azul, luego esta seguido por el aditivo A, el cual se representa por la línea de color gris, posterior esta seguido por D, la línea de color verde, y el aditivo que contribuye a generar más NOx, es el aditivo B, representado por la línea de color amarilla.

Figura 13.

Grafica de datos de los NOX, de la gasolina super y los aditivos utilizados



Fuente: Gustavo Cedeño.

Tras el análisis de las gráficas, se evidencia un incremento de los gases de NO_x con todos los tipos de aditivos evaluados en esta investigación. Como conclusión principal, se establece que no es recomendable el uso de aditivos junto con gasolina debido a la cantidad de NO_x presente en la combustión. Sin embargo, como una recomendación específica para reducir los gases contaminantes sujetos a la normativa INEN 2203 (HC, CO, O₂), la combinación de gasolina súper con el aditivo C es efectiva para disminuir estos gases. Esto se logra gracias al mayor poder calorífico de la mezcla aire-combustible en las cámaras de combustión

5. CONCLUSIONES

El enfoque experimental empleado, junto con el análisis de varianza ANOVA, ha permitido evaluar la relevancia de los cambios inducidos por los aditivos elevadores de octanaje. En esta investigación, se implementó un protocolo de medición utilizando un vehículo de clase L3 de ciclo Otto, conforme a las directrices establecidas por la normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349. Para asegurar la precisión de los datos recopilados, se adhirió estrictamente a las especificaciones proporcionadas por los fabricantes de los aditivos durante el proceso de medición, minimizando de esta manera posibles fuentes de error y asegurando la fiabilidad de los resultados obtenidos. Se llevaron a cabo un total de 100 pruebas, distribuidas en 10 mediciones para cada tipo de gasolina (Extra y Super) y 10 mediciones adicionales para cada aditivo utilizado en combinación con dichas gasolinas. Los resultados iniciales se presentan en la Tabla 4, enfatizando los cambios porcentuales significativos observados para la gasolina Extra y los aditivos respectivos.

Tabla 4.

Porcentajes de variación gasolina Extra

Promedios	Óxidos Nitrosos NOx [ppmVol]		Porcentaje %
Gasolina Extra	31,1		
Aditivo A	31,1	37,9	21,86495177
Aditivo B	31,1	31,7	1,92926045
Aditivo C	31,1	43	38,26366559
Aditivo D	31,1	35,3	13,50482315

Fuente: Gustavo Cedeño.

La evaluación de los porcentajes revela que el Aditivo C exhibe el mayor incremento en la generación de óxidos nitrosos (NOx), con un aumento del 38.26%. Le sigue en importancia el Aditivo A, con un aumento del 21.86%, seguido por el Aditivo D, con un incremento del 13.50%. Es relevante destacar que el Aditivo B muestra el menor porcentaje de cambio ascendente, y que este efecto no es estadísticamente significativo según el análisis de varianza ANOVA. Estos resultados apuntan hacia la necesidad de considerar cuidadosamente los efectos de los aditivos en la generación de NOx, subrayando la importancia de investigaciones adicionales para comprender completamente su impacto en la calidad de la calidad del aire y las afecciones negativas en la salud humana.

Continuando con el análisis se presentan en la Tabla 5, enfatizando los cambios porcentuales significativos observados para la gasolina Super y los aditivos respectivos.

Tabla 5.

Porcentajes de variación, gasolina super

Promedios	Óxidos Nitrosos NOx [ppmVol]		Porcentaje %
Gasolina Super	34		
Aditivo A	31,1	44,6	43,40836013
Aditivo B	31,1	47,8	53,6977492
Aditivo C	31,1	41,4	33,11897106
Aditivo D	31,1	45,5	46,3022508

Fuente: Gustavo Cedeño

Los resultados presentados en la tabla indican que, en combinación con la gasolina Super, el aditivo que más influye en la generación de óxidos nitrosos (NOx) es el aditivo B, con un aumento del 53.69%. Le sigue en importancia el aditivo D, con un incremento del 46.30%, y en tercer lugar se encuentra el aditivo A, con un aumento del 43.40%. Por otro lado, el aditivo con el menor impacto en términos de porcentaje de cambio es el aditivo C, con un incremento del 33.11%. Es notable que, con todos los aditivos utilizados, la generación de NOx se incrementa en la gasolina Super, lo que destaca la importancia de investigaciones futuras centradas en este gas y su relación con la calidad del aire y las afecciones respiratorias que conlleva la utilización de los aditivos en los combustible, enfocados en los óxidos nitrosos, ya que estos contaminantes de origen antropogénico, lo cuales, tienen consecuencias perjudiciales para la salud humana y contribuyen significativamente a la contaminación del aire.

Dentro de una conclusión si bien es cierto nuestro enfoque no se encuentra en los gases contaminantes tales como el monóxido de carbono CO, como los hidrocarburos HC , en esta investigación se analizó de igual manera a estos gases con la finalidad de saber si estos gases contaminantes también sufren un cambio y así contribuir con el análisis de la investigaciones citadas en nuestra investigación es así que a continuación se presenta la tala tanto de los promedios en porcentaje de la gasolina extra como la super y así poder establecer un análisis más completo.

Tabla 6.

Porcentajes de variación de CO gasolina Extra y Super

Promedios	Monóxidos de carbono CO		Porcentaje %
Gasolina Extra	1,297		
Aditivo A	1,297	2,655	104,703161
Aditivo B	1,297	3,379	160,524287
Aditivo C	1,297	2,653	104,548959
Aditivo D	1,297	2,578	98,766384
Gasolina Super	1,527		
Aditivo A	1,527	1,602	4,91159136
Aditivo B	1,527	1,002	-34,3811395
Aditivo C	1,527	2,16	41,453831
Aditivo D	1,527	2,265	48,3300589

Fuente: Gustavo Cedeño

Al adicionar estos aditivos a la gasolina Extra, se observa que todos ellos provocan un incremento en el porcentaje de CO, siendo especialmente notable en el caso del aditivo B, con un aumento del 160.52%, mientras que el aditivo D muestra un aumento del 98%. Este resultado sugiere un aumento drástico en la concentración de este gas al utilizar los diferentes aditivos en la gasolina Super. Por lo tanto, se recomienda que investigaciones futuras se centren en analizar el comportamiento de estos gases en relación con los aditivos comercializados en Ecuador, con el fin de comprender mejor su impacto en el medio ambiente y la salud humana. En cambio, al adiciona los aditivos a la gasolina Super, la evaluación de los datos revela que, en el caso del monóxido de carbono (CO), el aditivo B muestra el mayor impacto al reducirse en un -34.38% en la gasolina Extra, indicando un efecto positivo en la disminución de este gas. Por el contrario, el aditivo D es el que más contribuye a la generación de CO, con un aumento del 48.33%, seguido por el aditivo C, con un incremento del 41.45%, y finalmente el aditivo A, con un modesto incremento del 4.91%, el cual no es relevante según el análisis de varianza ANOVA. Otra conclusión es el análisis de los hidrocarburos que se presenta una tabla 7 la cual se establece los porcentajes de los hidrocarburos HC, tanto de la gasolina extra como de la gasolina super.

Tabla 7.

Porcentajes de variación de HC gasolina Extra y Super

Promedios	Hidrocarburos HC [ppmVol]		Porcentaje %
Gasolina Extra	141,7		
Aditivo A	141,7	141,4	-0,21171489
Aditivo B	141,7	154,9	9,31545519
Aditivo C	141,7	119,7	-15,5257586
Aditivo D	141,7	230	62,3147495

Gasolina Super	157,5		
Aditivo A	157,5	119,8	-23,9365079
Aditivo B	157,5	98,2	-37,6507937
Aditivo C	157,5	140,9	-10,5396825
Aditivo D	157,5	121,8	-22,6666667

Fuente: Gustavo Cedeño

Al añadir estos aditivos a la gasolina Extra, se observa una variabilidad significativa en su efecto sobre la contribución o reducción de gases contaminantes. Por ejemplo, el aditivo A muestra un cambio marginal de -0.21%, el cual no es significativo tanto en términos de porcentaje como en el análisis de varianza ANOVA. Sin embargo, el aditivo que sí contribuye significativamente a la reducción de emisiones es el aditivo C, con una disminución del -15.52%. Por otro lado, el aditivo D se destaca por su contribución a la generación de hidrocarburos (HC), con un aumento del 62.31%, seguido por el aditivo B con un aumento del 9.31%.

En lo que respecta al impacto de los hidrocarburos al utilizar diferentes aditivos en la gasolina Super, se observa un resultado relativamente satisfactorio, al menos en cuanto a este gas. Todos los aditivos muestran una reducción en las emisiones, siendo el aditivo B el más eficaz con una disminución del -37.65%, seguido por el aditivo A con una reducción del -23.93%, y luego el aditivo D con una disminución del -22.66%. Es importante destacar que, según el análisis de varianza ANOVA, la variación en las emisiones de hidrocarburos no fue significativa en el caso del aditivo C, el cual mostró una reducción del -10.53%

En el contexto de nuestra investigación, se observa que, al combinar todos los aditivos con ambos tipos de gasolina, se producen cambios significativos en las emisiones. Algunos aditivos muestran mejoras en ciertos gases, mientras que en otros se registra un aumento. Es importante destacar que, al menos según nuestros hallazgos, el aditivo B no generó cambios significativos en la generación de óxidos de nitrógeno (NOx) al combinarse con la gasolina Extra. Sin embargo, esta tendencia no se repite al combinarlo con la gasolina Super.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- US EPA, O. (2022, March 15). El impacto del dióxido de nitrógeno en la calidad del aire interior. Actualizado 3 de abril del 2024. Espanol.epa.gov. <https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior>
- Gerardo, L., Vela, S., De Jesús, M., Gallegos, F., Flores, O., José, C., Hernández, R., David, J., Vega, V., Eliseo, M., & Acevedo, C. (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt562.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2349: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.2349.200>
- NTE INEN 2656 Primera revisión - PDF Free Download. (n.d.). Docplayer.es. Retrieved April 16, 2024, from <https://docplayer.es/24886320-Nte-inen-2656-primera-revision.html>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN136(1R) Motocicletas. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2204: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive.
<https://ia902909.us.archive.org/12/items/ec.nte.2204.2002/ec.nte.2204.2002.pdf>

U.S. Environmental Protection (EPA). (1999) Boletín técnico óxidos de nitrógeno ¿Por qué? Y ¿cómo se controlan? (NOx) Available at: <https://www3.epa.gov/ttnca1/cica/files/fnoxdocs.pdf>

Bedon Armendariz, S. D., Salazar Moran, G. P., & Guanuche, D. (Tutor). (2022). Análisis de composición química del combustible a base de aditivos. Repositorio.uide.edu.ec.
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5682>

Israel, V. S. (2020, 1 junio). Estudio del poder calorífico en combustibles extra y súper utilizando mezclas parciales de aditivos. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4177>

ncalada Cajisaca, F. R., & Ñauta Uzha, P. G. (2010, March 1). Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire. Dspace.ups.edu.ec.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6115>

Zhu, H., Ma, T., Zisimos Toumasatos, Cao, S., Georgios Karavalakis, Johnson, K. C., & Durbin, T. (2024). On-road NOx and NH3 emissions measurements from in-use heavy-duty diesel and natural gas trucks in the South Coast air Basin of California. *Atmospheric Environment*, 316, 120179–120179. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120179>

Honda | CB1 STAR. (n.d.). [Motos.honda.com.ec](https://motos.honda.com.ec). Retrieved April 16, 2024, from <https://motos.honda.com.ec/producto/cb1-star-5>

Analizador de Gases Brain Bee—Modelo AGS-688. (2023). Globaltech Ecuador.
<https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/>

S. Serrano Vincenti, V. Moscoso, P. Jácome, E. Palacios and M. Villacís, "Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad y cambio climáticos en el distrito metropolitano de quito", Dspace.ups.edu.ec, 2020. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8828>. p. 2-4.

ANEXOS INTRODUCCIÓN

Objetivo general

Analizar la variación de NO_x al adicionar Aditivos de elevadores de octanos en el proceso de combustión del motor de ciclo otto mono-cilíndrico.

Objetivos específicos

- Medir valores de NO_x del motor de ciclo otto mono cilíndrico, mediante la normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349.
- Observar la variación de gases NO_x en las pruebas cíclicas al adicionar aditivos de elevadores de octanos, en el proceso de combustión del motor de ciclo otto mono cilíndrico mediante los reportes del analizador de gases aplicando la normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349.
- Interpretar los datos obtenidos en las mediciones cíclicas de NO_x, al adicionar aditivos de elevadores de octanos en el proceso de combustión del motor de ciclo otto mono cilíndrico, aplicando herramientas estadísticas.

Preguntas de investigación

¿Cuál es la variación de los NO_x al adicionar Aditivos de elevadores de octanos en el proceso de combustión del motor de ciclo otto mono-cilíndrico?

¿Qué equipo se va a utilizar para la toma de datos en el análisis de los NO_x respecto a la adición de aditivos de elevadores de octanos?

¿Cómo se va a interpretar los datos del comportamiento de los NO_x, al adicionar elevadores de octanos la combustión del motor otto mono-cilíndrico?

Fundamentación del problema (Importancia y Justificación)

La calidad del combustible tiene un impacto directo en las emisiones producidas por un motor de combustión interna. Los elevadores de octanos se añaden para mejorar la calidad del combustible, incrementando su capacidad de resistir la detonación prematura. Diferentes elevadores de octanos tienen distintas composiciones químicas que pueden influir en el proceso de combustión. Esto puede resultar en variaciones en la formación de NO_x, ya que los NO_x se generan a altas temperaturas durante la combustión.

Los óxidos de nitrógeno son contaminantes que contribuyen a la formación de smog y lluvia ácida, y están regulados por normativas ambientales estrictas.

Reducir las emisiones de NOx es crucial para cumplir con estos estándares y proteger el medio ambiente.

Los elevadores de octanos no solo afectan las emisiones, sino también el rendimiento y la eficiencia del motor. Analizar su impacto en las emisiones de NOx puede ayudar a encontrar un equilibrio óptimo entre rendimiento y reducción de contaminantes.

La investigación sobre los efectos de diferentes aditivos en los combustibles puede proporcionar información valiosa para el desarrollo de combustibles más limpios y eficientes. Esto es especialmente relevante en el contexto de la transición hacia tecnologías de transporte más sostenibles.

Realizar experimentos con diferentes elevadores de octanos permite obtener datos empíricos sobre sus efectos específicos. Comparar los resultados de estos experimentos ayuda a entender mejor cómo cada aditivo afecta las emisiones de NOx y puede guiar futuras decisiones sobre el uso de aditivos en combustibles.

Posibles Hipótesis

El uso de cuatro diferentes tipos de elevadores de octanos en la gasolina de una moto tendrá un efecto significativo en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). Se espera que cada tipo de elevador de octanos influya de manera distinta en la reducción o incremento de las emisiones de NOx, debido a las variaciones en sus composiciones químicas y mecanismos de combustión.

Anexo 1

US EPA, O. (2022, March 15). El impacto del dióxido de nitrógeno en la calidad del aire interior. Actualizado 3 de abril del 2024. [Espanol.epa.gov. https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior](https://espanol.epa.gov/cai/el-impacto-del-dioxido-de-nitrogeno-en-la-calidad-del-aire-interior)

Anexo 2

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2349: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.2349.200>

6. REQUISITOS

6.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralenti (prueba estática).

6.1.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralenti y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralenti (prueba estática).

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **
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).

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos Livianos			2,10	0,25	0,62	FTP - 75	2
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75		2
		1 700 - 3 860	6,2	0,5	1,1	2	
Vehículos Pesados**	> 3 860 = < 6 350		14,4	1,1	5,0	Transiente pesado	3
		> 6 350	37,1	1,9	5,0		4

* prueba realizada a nivel del mar
** en g/bHP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) * a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia (kg)	CO g/km	HC + NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
M1 ⁽¹⁾	≤ 3 500		2,72	0,97	ECE 15 + EUDC	2
M1 ⁽²⁾ , N1		< 1 250	2,72	0,97		2
		> 1 250 < 1 700	5,17	1,4		2
		> 1 700	6,9	1,7		2

* Prueba realizada a nivel del mar
⁽¹⁾ Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas
⁽²⁾ Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas

Anexo 3

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2204: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. <https://ia902909.us.archive.org/12/items/ec.nte.2204.2002/ec.nte.2204.2002.pdf>

Anexo 4

Bedon Armendariz, S. D., Salazar Moran, G. P., & Guanuche, D. (Tutor). (2022). Análisis de composición química del combustible a base de aditivos. Repositorio.uide.edu.ec. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5682>

ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Anexo 5

NTE INEN 2656 Primera revisión - PDF Free Download. (n.d.). Docplayer.es. Retrieved April 16, 2024, from <https://docplayer.es/24886320-Nte-inen-2656-primera-revision.html>

Anexo 6

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN136(1R) Motocicletas. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Anexo 7

Gerardo, L., Vela, S., De Jesús, M., Gallegos, F., Flores, O., José, C., Hernández, R., David, J., Vega, V., Eliseo, M., & Acevedo, C. (2019). REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL SOBRE LÍMITES DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE CARRETERA. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt562.pdf>

Anexo 8

Bedon Armendariz, S. D., Salazar Moran, G. P., & Guanuche, D. (Tutor). (2022). Análisis de composición química del combustible a base de aditivos. Repositorio.uide.edu.ec. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5682>

Anexo 9

Israel, V. S. (2020, 1 junio). Estudio del poder calorífico en combustibles extra y súper utilizando mezclas parciales de aditivos. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4177>

Anexo 10

Encalada Cajisaca, F. R., & Ñauta Uzhca, P. G. (2010, March 1). Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire. Dspace.ups.edu.ec. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6115>

Anexo 11

Zhu, H., Ma, T., Zisimos Toumasatos, Cao, S., Georgios Karavalakis, Johnson, K. C., & Durbin, T. (2024). On-road NO_x and NH₃ emissions measurements from in-use heavy-duty diesel and natural gas trucks in the South Coast air Basin of California. *Atmospheric Environment*, 316, 120179–120179. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120179>

ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología aplicada

Método Cuantitativo: Es aquel que “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, 2014)

- Descripción del problema
- Preparación del proyecto de investigación
- Procesos previos al lanzamiento del estudio
- Realización del trabajo de campo
- Procesos de depuración, codificación y tabulación
- Análisis e informe de resultados

Para esto, se utiliza un método experimental que permite recolectar datos mediante una sonda de NO_x. Una vez recopilados los datos, se someten a un análisis estadístico conocido como ANOVA, que permite determinar si la hipótesis planteada es nula o alternativa.

Análisis de varianza ANOVA

Un análisis de varianza (ANOVA) se utiliza para evaluar una hipótesis específica. En este caso, se comparan los datos de las pruebas de NO_x en 10 ciclos: uno sin aditivos con gasolinas comercializadas en Ecuador, y otros 10 utilizando aditivos. Estos aditivos fueron seleccionados con base en investigaciones previas realizadas por ex estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) en la facultad de mecánica automotriz. Estas investigaciones identificaron los aditivos que tuvieron un impacto significativo, proporcionando un fundamento científico para la selección de los aditivos en este estudio.

El objetivo es probar la hipótesis de que las medias de los datos son iguales, lo cual se basa en la hipótesis nula. Sin embargo, si los datos muestran cambios con

la adición de aditivos y las emisiones de NOx varían, se plantea una hipótesis alternativa que sugiere que al menos un dato es diferente.

Anexo 12

Equipos utilizados en la investigación

MOTOR Vehículo L3	Marca	Honda		
	Modelo	CGX 125 WHF		
	Versión	1.789 LT		
	Potencia:	10 hp o 6,3 kW/7.000/min-1)		
	Motor	Mono-cilíndrico de 4 tiempos		
	Cilindrada	124.8 cc		
	Relación de compresión	9.0:1		
EQUIPO DE DESARROLLO	Modelo	H5		
	Corriente	DC- 12 V		
	Consumo	5 amperios/hora		
	Capacidad Litro /minuto	4 lt/min		
ANALIZADOR DE GASES	Marca	Brain Bee		
	Modelo	AGS688		
	Sonda de Nox	Brain Bee		
ADITIVO	Aditivo "A"		Aditivo "B"	
				
	Aditivo "C"		Aditivo "D"	
				

Fuente: Autor

Anexo 13

En este anexo se explica detalladamente el procedimiento para recopilar datos utilizando el analizador de gases AGS 688 junto con el equipo MTG_300EVO.

Paso 1:

Mantenga presionado el botón de encendido rojo durante 5 segundos para encender el equipo, y también encienda la computadora conectada al equipo para visualizar los datos en un monitor.



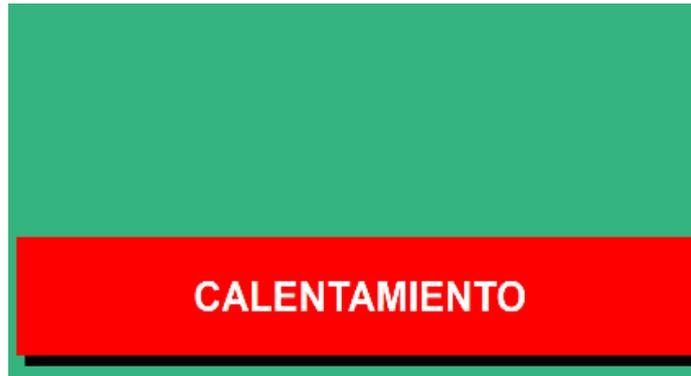
Paso 2:

Al hacer clic, se despliega una lista de opciones, de las cuales nos interesa el analizador de gases.



Paso 3:

Al acceder al analizador de gases, se muestra una pantalla que indica que el equipo está en proceso de calentamiento antes de iniciar la toma de medidas, por lo que es necesario esperar entre 15 y 20 minutos.



Paso 4:

Después de que el equipo haya alcanzado la temperatura de funcionamiento, aparecerá una indicación que menciona: ANTES DE EMPEZAR LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD, CERRAR LA ENTRADA DE GAS.



Paso 5:

La tarea consiste en colocar la sonda en su alojamiento para verificar que no haya fugas; eso es lo que implica la prueba de estanqueidad.



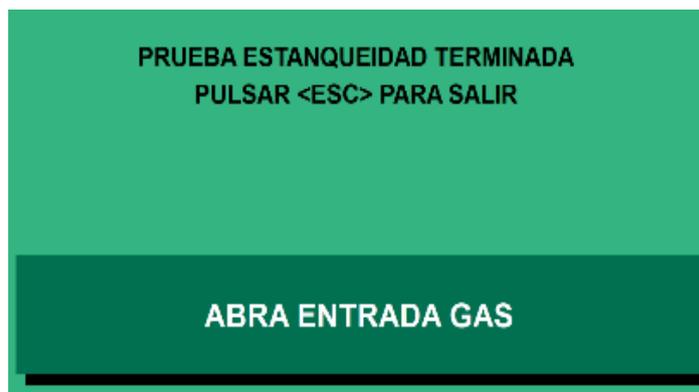
Paso 6:

Una vez que la sonda esté colocada, se presiona F1 y aparece en la pantalla que la prueba de estanqueidad está en curso. Durante este periodo de tiempo, no se debe mover la sonda, ya que, si el sistema registra que no está hermético, no se podrá continuar con las otras pruebas.



Paso 7:

Cuando la prueba de estanqueidad finaliza sin problemas, la pantalla muestra "Prueba de estanqueidad terminada". En caso de no aprobar, se deberá repetir desde el paso 4.



Paso 8:

Después de abrir la sonda, se presiona el botón ESC y aparece la siguiente pantalla, donde se debe presionar ahora el botón F2.



Paso 9:

Esta función muestra los datos del vehículo que deben completarse, creando un registro para futuras pruebas.

The screenshot shows a green interface titled "TEST OFICIAL - DATOS DE VEHICULO". On the right side, there is a "PARA SALIR" button and an "ESC" button. The main area contains a list of fields for vehicle information, each with a corresponding function key (F1-F8) on the right:

- PLACA: [Redacted]
- MARCA: [Empty]
- MODELO: [Empty]
- No. CHASIS: [Empty]
- ODÓMETRO: [Empty]
- PRIMER COMBUSTIBLE: [Empty]
- SEGUNDO COMBUSTIBLE: [Empty]
- No. TUBOS DE ESCAPE: 1
- No. TIEMPOS: 4
- No. CILINDROS: 4
- AÑO DE CONSTRUCCIÓN: [Redacted]

Paso 10:

Se completan todos los datos requeridos por el sistema.

The screenshot shows the same green interface as in Step 9, but now all fields are filled with data:

- PLACA: JI-0661Q
- MARCA: HONDA
- MODELO: CGX 125 WHF
- No. CHASIS: LWBJA3395F1003305
- ODÓMETRO: 118711
- PRIMER COMBUSTIBLE: GASOLINA
- SEGUNDO COMBUSTIBLE: NO PRESENTE
- No. TUBOS DE ESCAPE: 1
- No. TIEMPOS: 4
- No. CILINDROS: 1
- AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2015

Paso 11:

Cuando aparece la pantalla AUTO CERO, el proceso de auto cero se encarga de calibrar automáticamente el analizador de gases para garantizar mediciones precisas y confiables.

The screenshot shows a green interface titled "TEST OFICIAL". On the right side, there is a "PARA SALIR" button and an "ESC" button. The main area is mostly empty, with a red bar at the bottom containing the text "AUTOCERO". On the right side, there are function keys F1 through F8, with F1 having a cursor icon.

Paso 12:

Una vez completado este paso, el equipo está listo para iniciar las mediciones. Es necesario que la moto haya alcanzado su temperatura ideal de operación, se coloca la sonda de temperatura y se instala el dispositivo piezoeléctrico para medir las revoluciones.

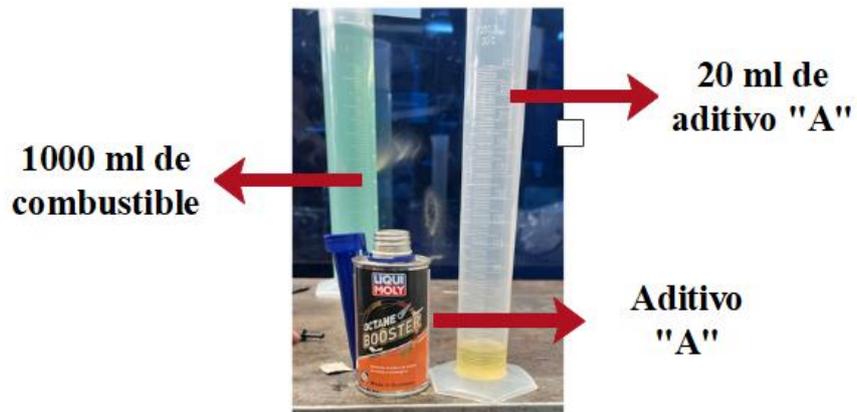


Anexo 14

En el siguiente anexo se describe minuciosamente el proceso de mezcla de los aditivos.

Paso 1:

Se dispone de dos tubos de ensayo de plástico; en uno se coloca una cantidad de 20 ml del aditivo "A" y en el otro se tiene 1000 ml de combustible.



Paso 2:

Se realiza la mezcla de ambos líquidos.



Paso 3:

Se conecta el tubo de ensayo que contiene la mezcla hasta entrada de alimentación del carburador mediante una manguera.



Paso 4:

Aquí se pueden observar todas las partes y la disposición de las conexiones antes de tomar las medidas.



Una vez realizadas las conexiones, se procede con las pruebas.

Anexo 15

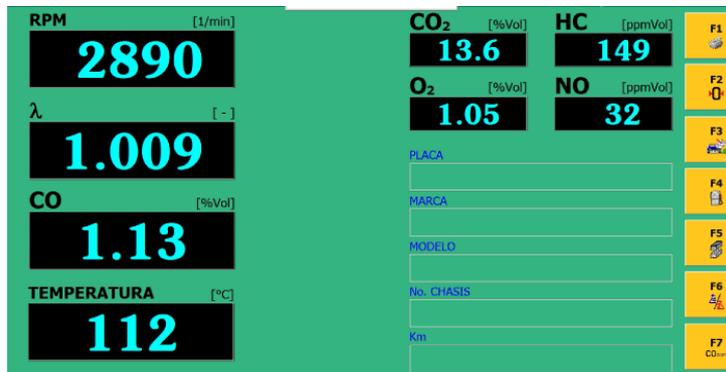
Prueba inicial con gasolina extra sin aditivos en un ciclo de 10 repeticiones. Se introduce la sonda por el tubo de escape.



A continuación, se presentan los resultados de cada prueba capturado a los 30 segundos de introducir el analizador de gases en el tubo de escape.

GASOLINA EXTRA

Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 16

Prueba con el primer aditivo “A”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 17

Prueba con el segundo aditivo "B", en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 18

Prueba con el tercer aditivo “C”, en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 19

Prueba con el cuarto aditivo "D" (1/2 pastilla), en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible EXTRA.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 20

Prueba inicial con gasolina super sin aditivos en un ciclo de 10 repeticiones. Se introduce la sonda por el tubo de escape.



A continuación, se presentan los resultados de cada prueba capturado a los 30 segundos de introducir el analizador de gases en el tubo de escape.

GASOLINA SUPER

Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



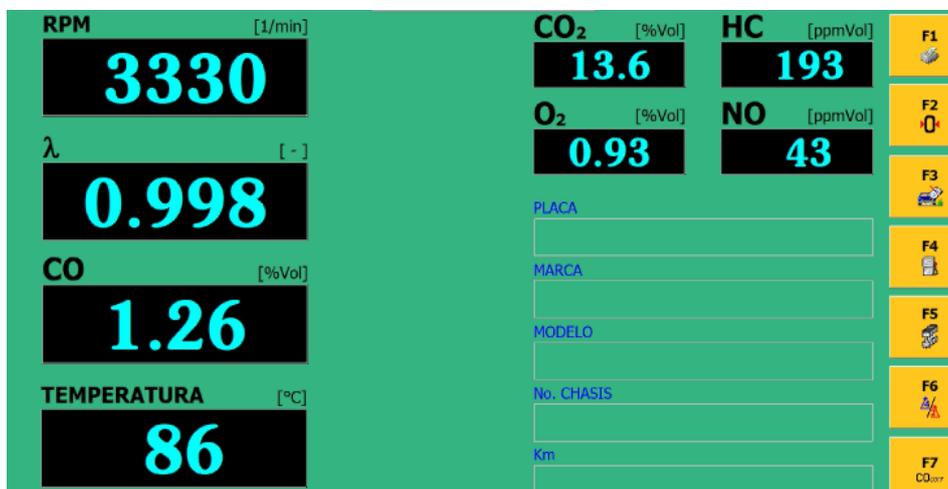
Anexo 21

Prueba con el primer aditivo "A", en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



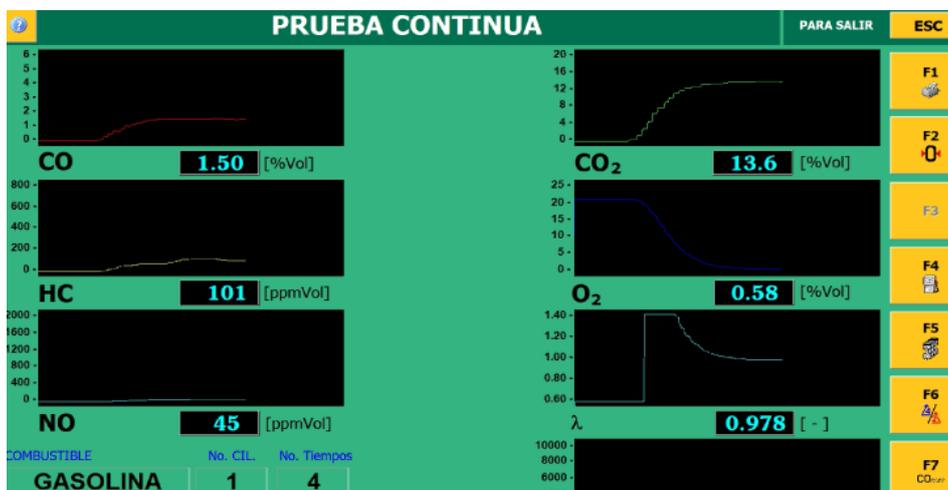
Prueba 2



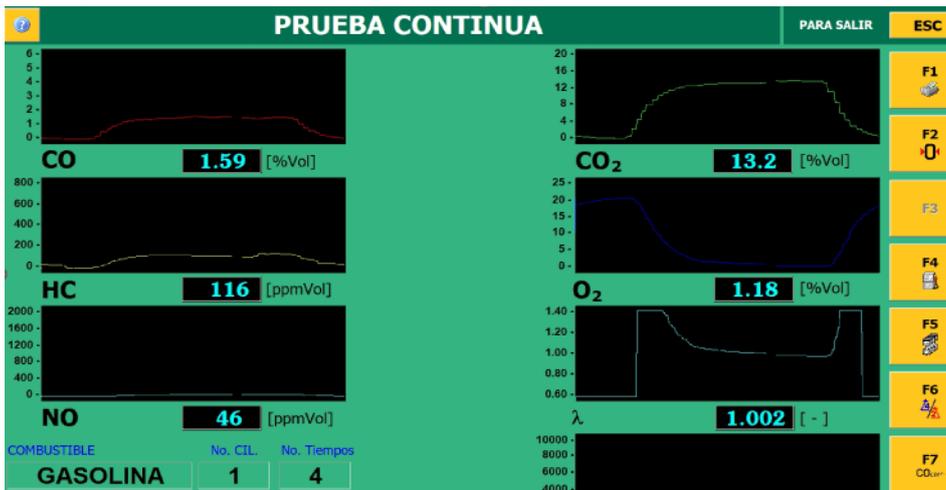
Prueba 3



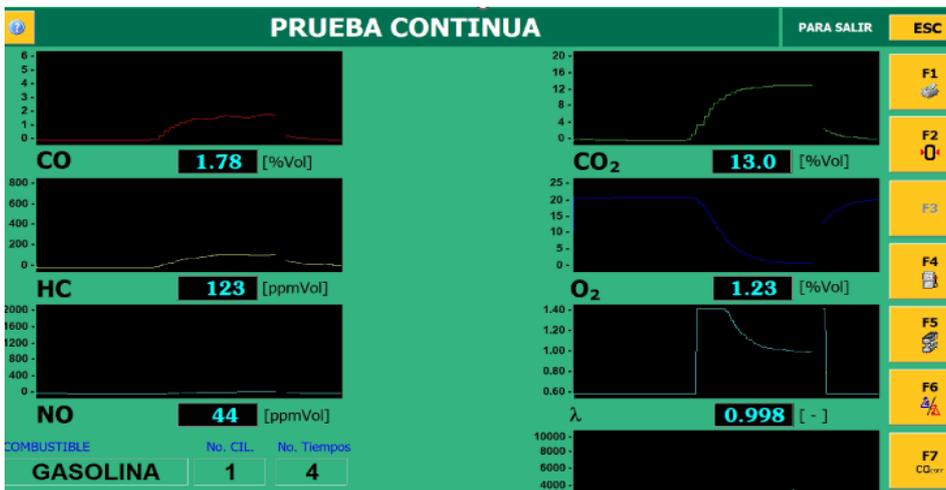
Prueba 4



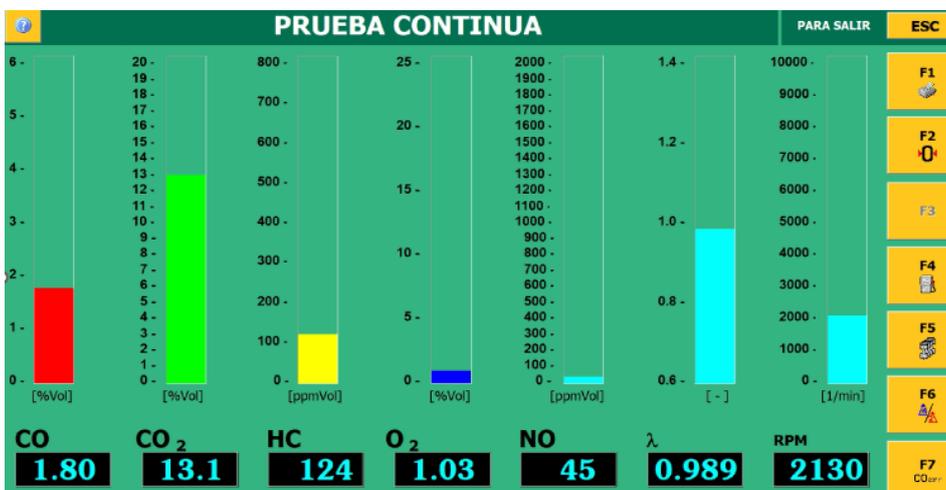
Prueba 5



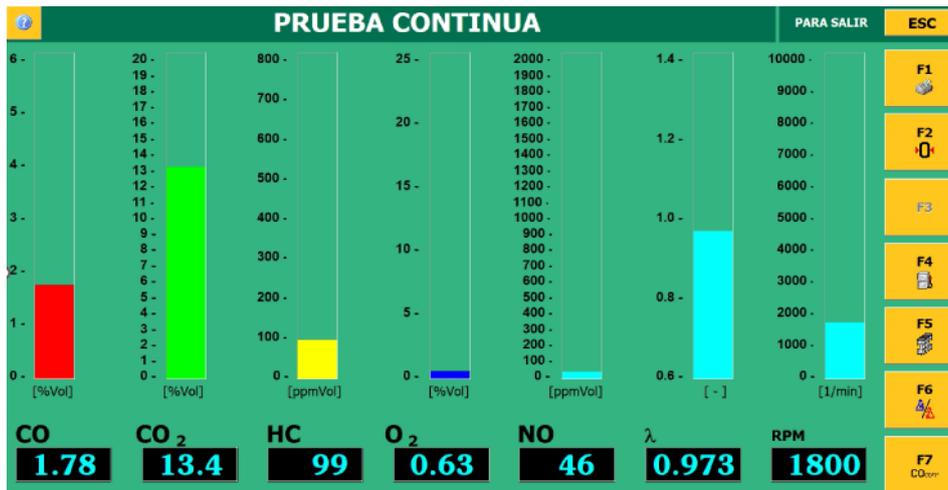
Prueba 6



Prueba 7



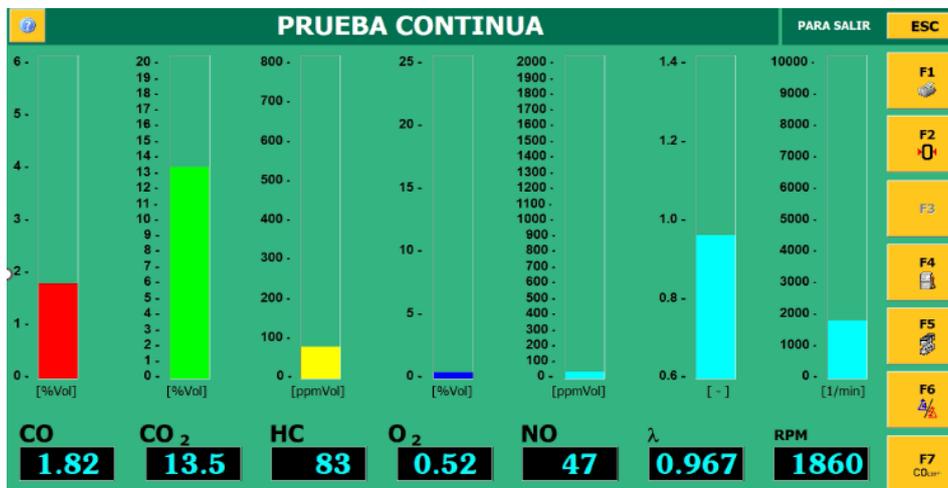
Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 22

Prueba con el segundo aditivo "B", en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.

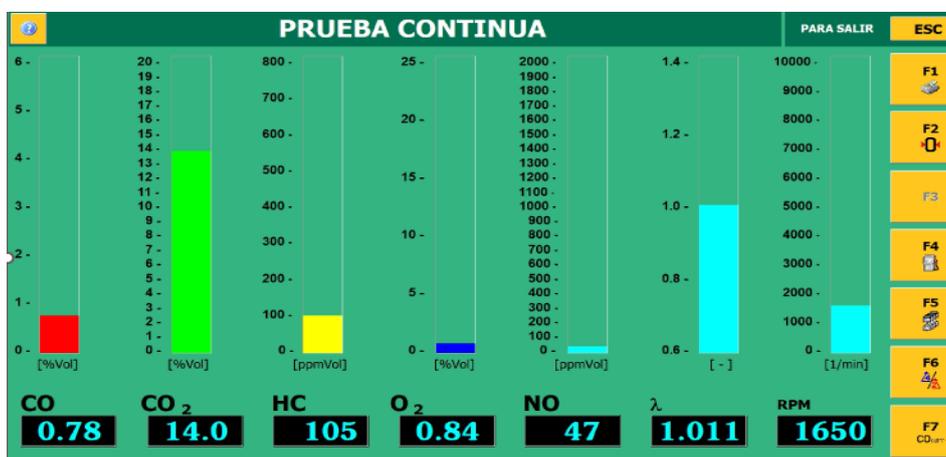
La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



Prueba 2



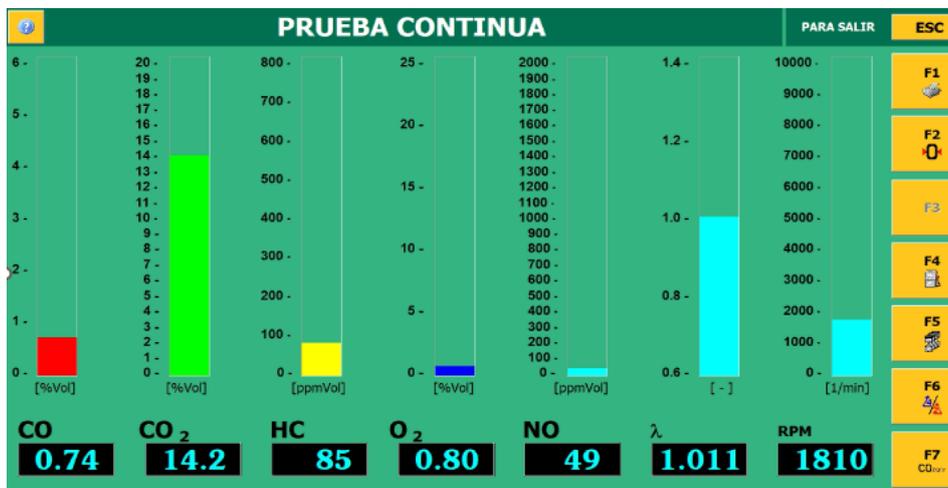
Prueba 3



Prueba 4



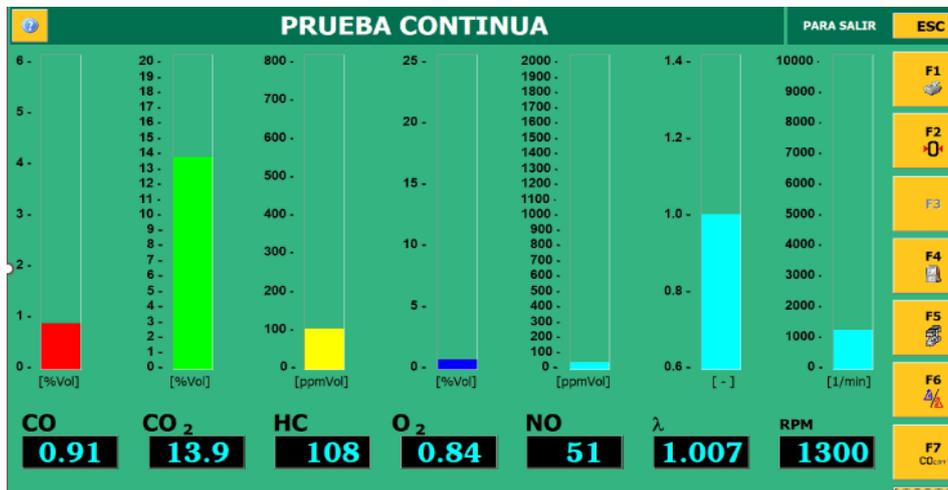
Prueba 5



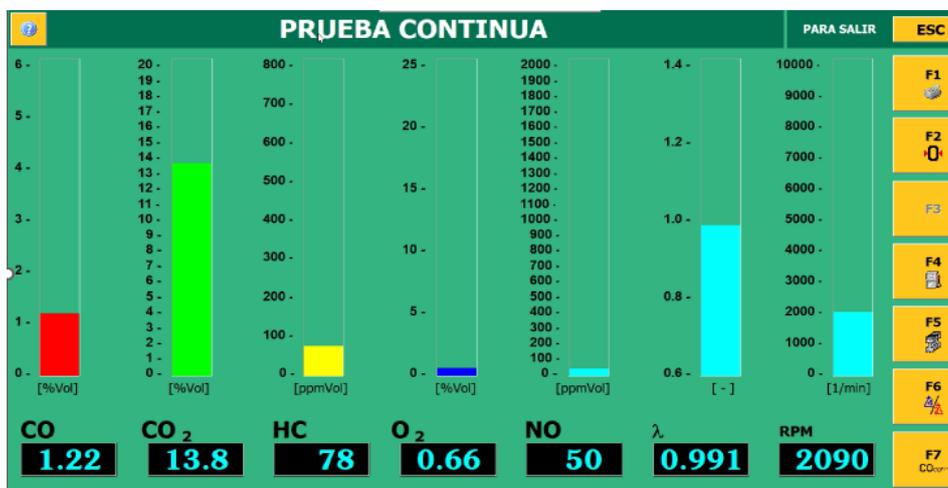
Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



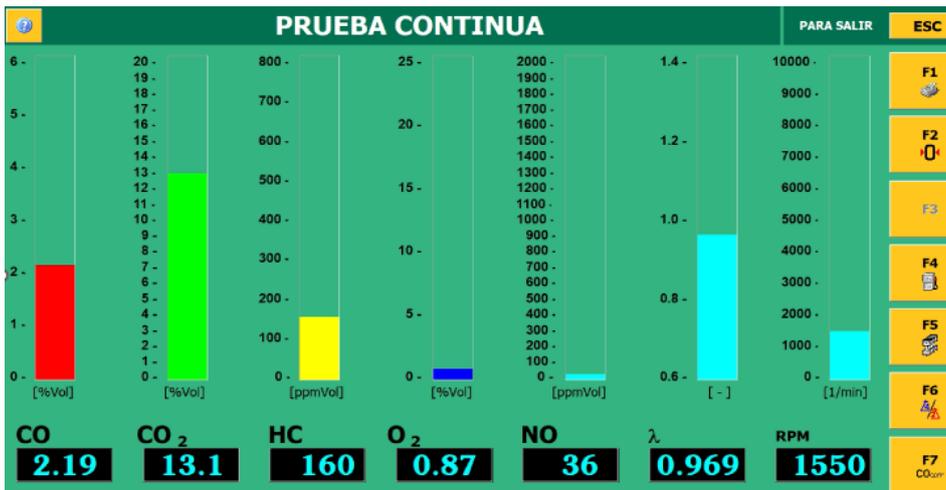
Anexo 23

Prueba con el tercer aditivo "C", en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.

La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



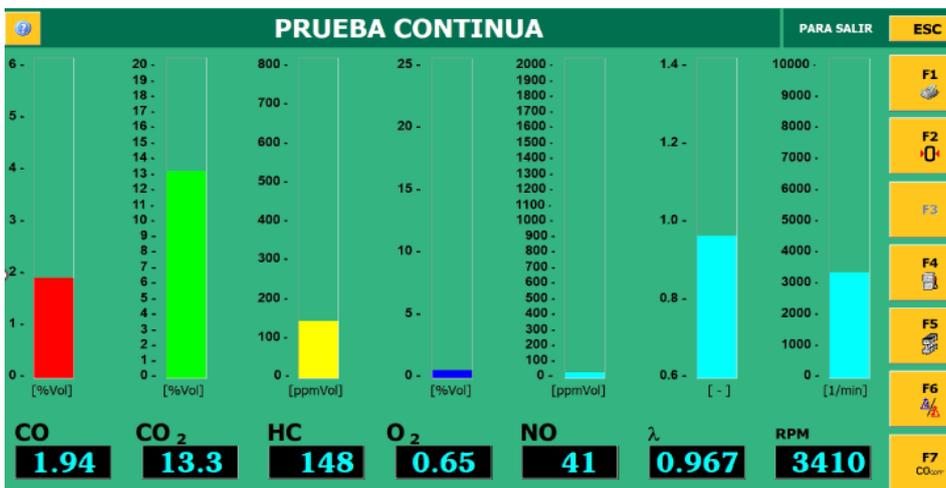
Prueba 1



Prueba 2



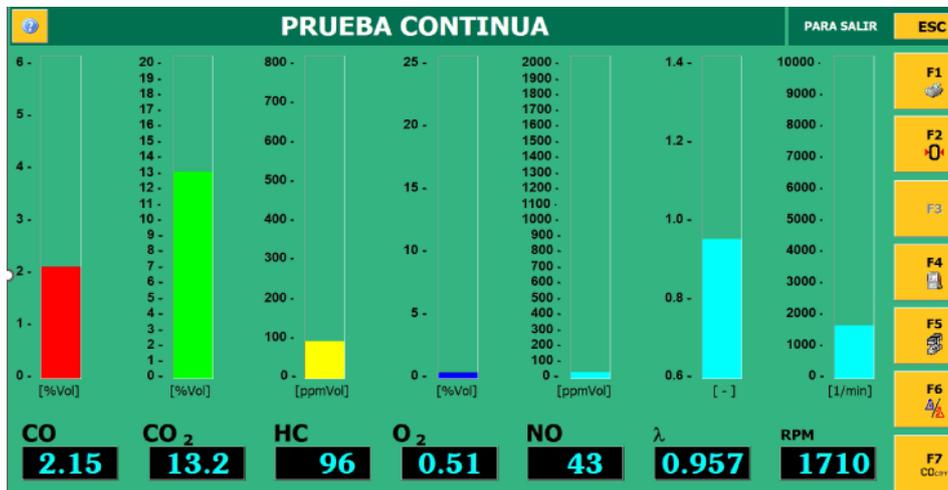
Prueba 3



Prueba 4



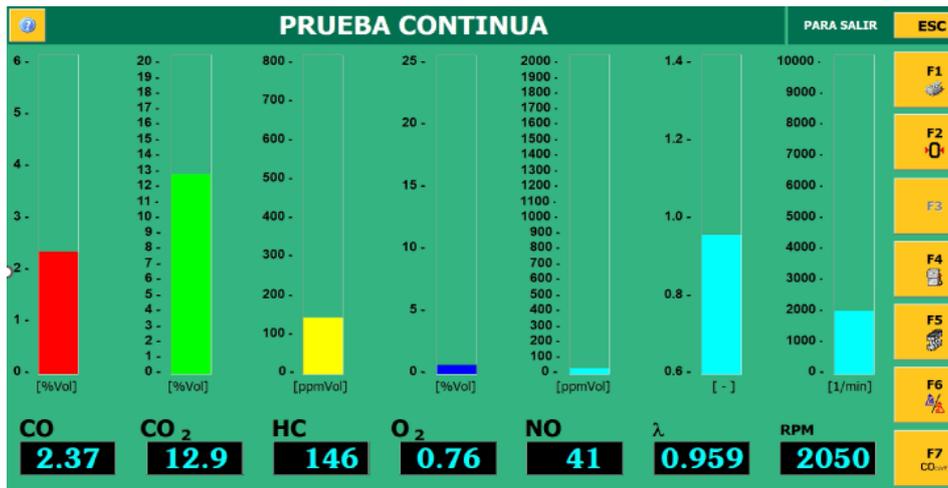
Prueba 5



Prueba 6



Prueba 7



Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 24

Prueba con el cuarto aditivo “D” (1/2 pastilla), en una mezcla de 20 ml de aditivo en 1000 ml de combustible SUPER.

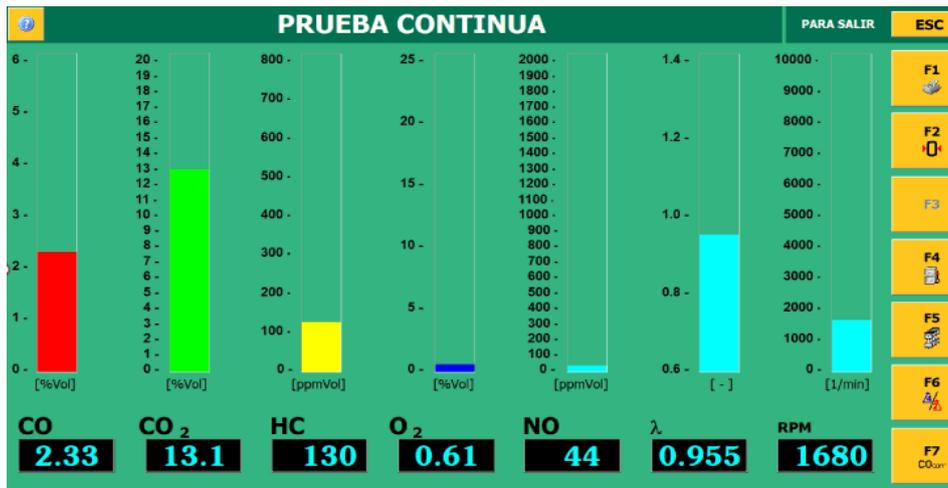
La captura se efectúa 30 segundos después de insertar el analizador de gases en el tubo de escape.



Prueba 1



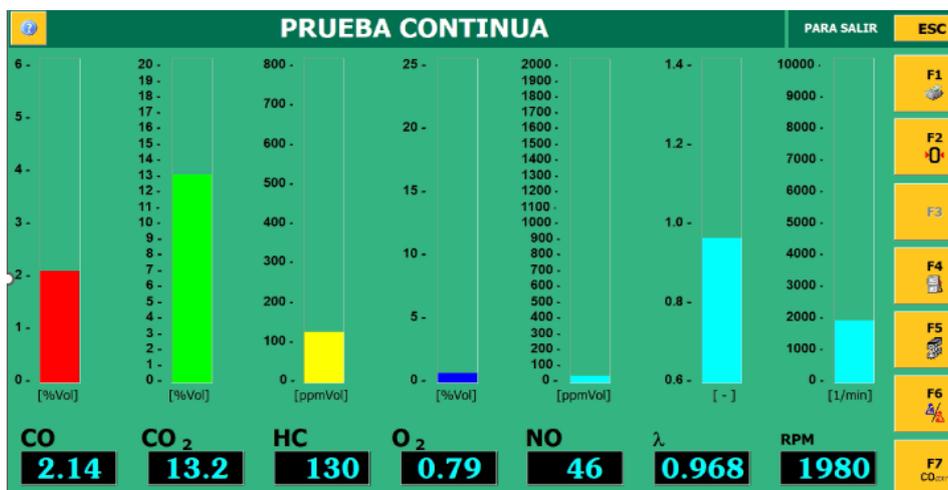
Prueba 2



Prueba 3



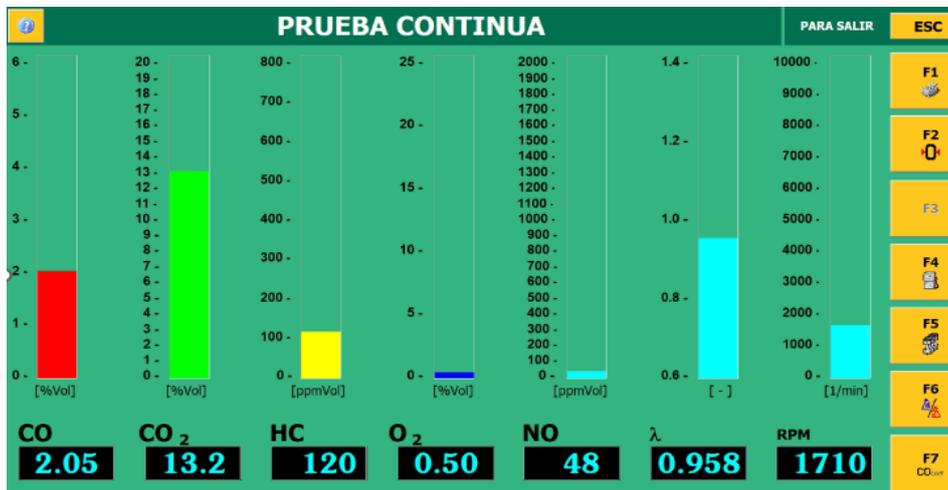
Prueba 4



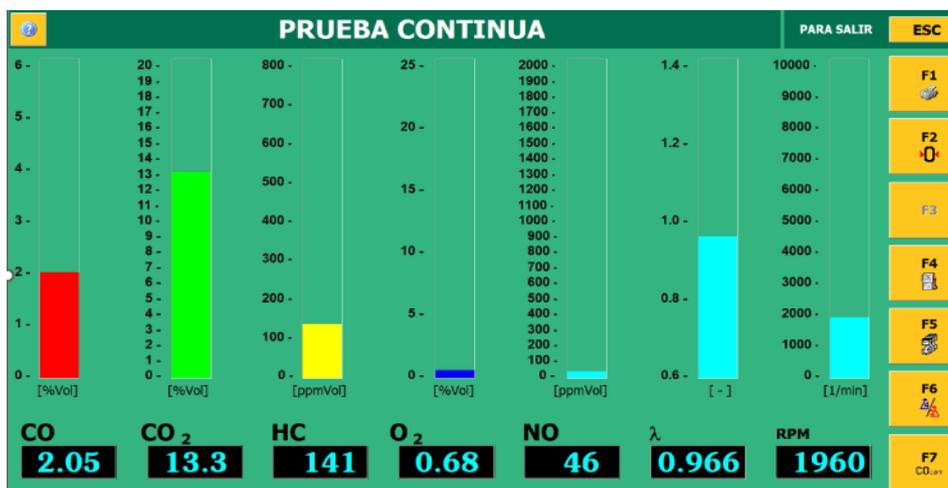
Prueba 5



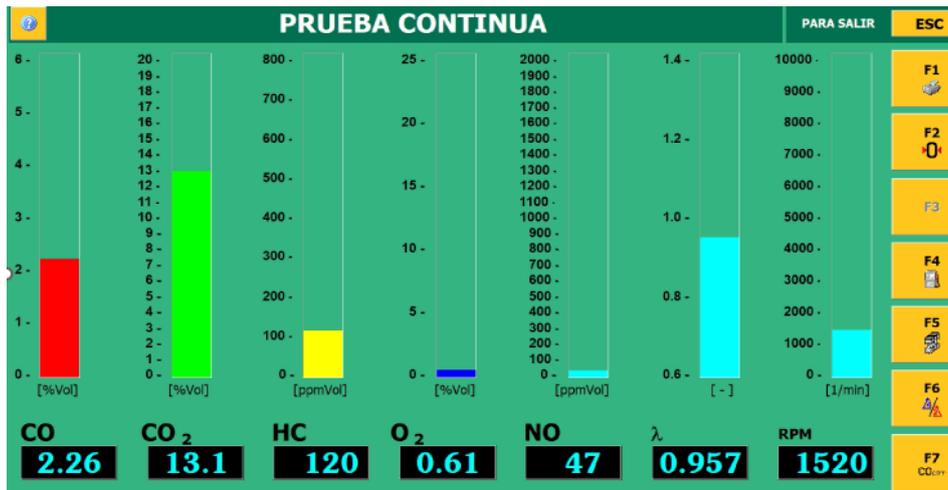
Prueba 6



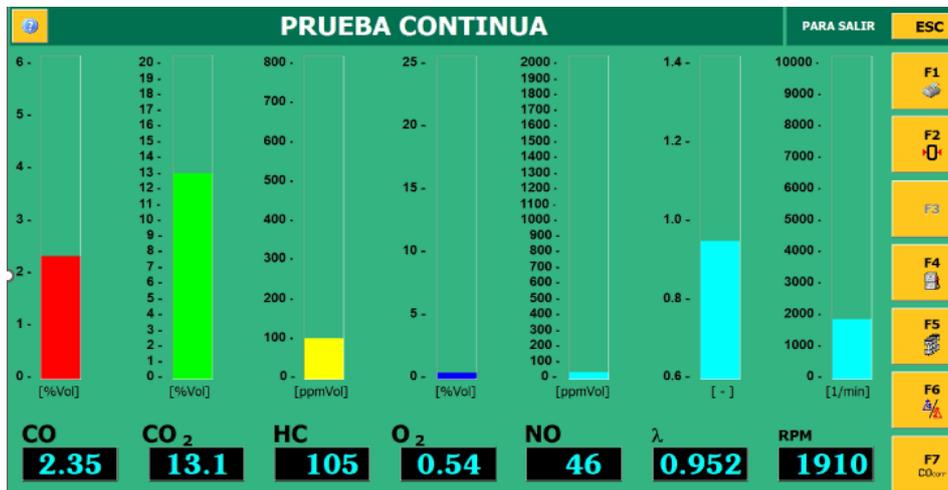
Prueba 7



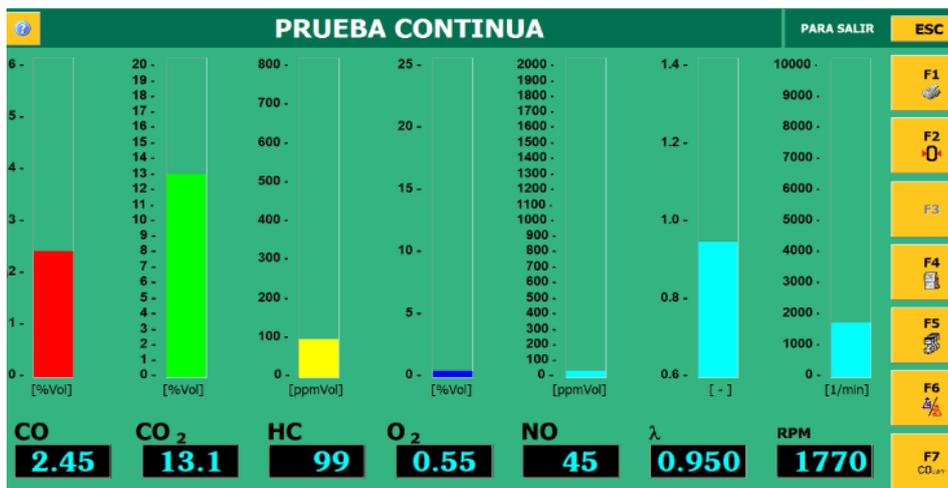
Prueba 8



Prueba 9



Prueba 10



Anexo 24

Honda | CB1 STAR. (n.d.). Motos.honda.com.ec. Retrieved April 16, 2024, from <https://motos.honda.com.ec/producto/cb1-star-5>

Anexo 25

Analizador de Gases Brain Bee—Modelo AGS-688. (2023). Globaltech Ecuador. <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/>

Anexo 25

S. Serrano Vincenti, V. Moscoso, P. Jácome, E. Palacios and M. Villacís, "Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad y cambio climáticos en el distrito metropolitano de quito", Dspace.ups.edu.ec, 2020. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8828>. p. 2-4.

NORMATIVAS APLICADAS

Anexo 25

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). NTE INEN 2349: Revisión técnica vehicular. Procedimientos. In Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.2349.200>

Anexo 26

NTE INEN 2656 Primera revisión - PDF Free Download. (n.d.). Docplayer.es. Retrieved April 16, 2024, from <https://docplayer.es/24886320-Nte-inen-2656-primera-revision.html>

ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos primarios:

Aquí se presentan los datos que se utilizarán para generar gráficas y realizar el análisis de varianza ANOVA de cada aditivo, incluido el factor lambda.

Anexo 27

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Extra	1,13	1,48	1,34	1,32	1,28	1,11	1,28	1,40	1,48	1,15
Gasolina + Aditivo A	2,08	1,67	2,46	2,84	2,36	2,65	3,29	2,66	3,68	2,86
CO2 [%]										
Gasolina Extra	13,6	13,4	13,4	13,1	11,6	12,6	11,7	13,3	13,4	13,4
Gasolina + Aditivo A	13,3	13,4	13,1	12,8	13,2	12,7	12,6	12,8	12,3	12,9
HC [ppm]										
Gasolina Extra	149	146	144	149	130	128	128	145	146	1,52
Gasolina + Aditivo A	145	128	129	124	132	155	162	142	154	143
O2 [%]										
Gasolina Extra	1,05	1,14	1,11	1,63	1,37	1,57	1,48	1,35	1,14	1,37
Gasolina + Aditivo A	0,70	0,64	0,59	0,61	0,50	0,68	0,52	0,69	0,47	0,56
Lambda [-]										
Gasolina Extra	1,009	1,002	1,003	1,030	1,023	1,004	1,003	1,015	1,012	1,023
Gasolina + Aditivo A	0,966	0,975	0,951	0,941	0,95	0,947	0,923	0,948	0,911	0,938
NOx [ppmVol]										
Gasolina Extra	32	31	30	32	30	33	30	30	31	32
Gasolina + Aditivo A	34	36	37	40	38	40	40	38	36	40
Temperatura Gasolina extra	112	111	113	115	116	116	116	111	118	112
Temperatura extra mas aditivo A	98	105	110	115	117	119	122	123	125	128

Anexo 28

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "B" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Extra	1,13	1,48	1,34	1,32	1,28	1,11	1,28	1,40	1,48	1,15
Gasolina + Aditivo B	2,83	3,22	3,01	3,29	3,6	3,43	3,71	3,45	3,49	3,76
CO2 [%]										
Gasolina Extra	13,6	13,4	13,4	13,1	11,6	12,6	11,7	13,3	13,4	13,4
Gasolina + Aditivo B	13,0	12,7	12,5	12,6	12,2	12,5	12,4	12,4	12,4	12,1
HC [ppm]										
Gasolina Extra	149	146	144	149	130	128	128	145	146	1,52
Gasolina + Aditivo B	182	157	140	164	163	148	150	147	144	154
O2 [%]										
Gasolina Extra	1,05	1,14	1,11	1,63	1,37	1,57	1,48	1,35	1,14	1,37
Gasolina + Aditivo B	0,54	0,46	1,11	0,55	0,95	0,64	0,64	0,87	0,64	0,89
Lambda [-]										
Gasolina Extra	1,009	1,002	1,003	1,030	1,023	1,004	1,003	1,015	1,012	1,023
Gasolina + Aditivo B	0,937	0,923	0,956	0,925	0,932	0,925	0,918	0,934	0,923	0,925
NOx [ppmVol]										
Gasolina Extra	32	31	30	32	30	33	30	30	31	32
Gasolina + Aditivo B	37	33	30	32	30	31	30	30	32	32
Temperatura Gasolina extra	112	111	113	115	116	116	116	111	118	112
Temperatura extra mas aditivo B	115	110	109	110	117	115	118	120	119	119

Anexo 29

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "C" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Extra	1,13	1,48	1,34	1,32	1,28	1,11	1,28	1,40	1,48	1,15
Gasolina + Aditivo C	2,37	2,32	2,52	2,36	2,88	2,81	2,71	2,74	2,96	2,86
CO2 [%]										
Gasolina Extra	13,6	13,4	13,4	13,1	11,6	12,6	11,7	13,3	13,4	13,4
Gasolina + Aditivo C	12,2	13,1	13,2	12,4	12,6	12,8	12,8	12,9	12,9	12,8
HC [ppm]										
Gasolina Extra	149	146	144	149	130	128	128	145	146	1,52
Gasolina + Aditivo C	127	133	121	113	99	144	124	143	102	91
O2 [%]										
Gasolina Extra	1,05	1,14	1,11	1,63	1,37	1,57	1,48	1,35	1,14	1,37
Gasolina + Aditivo C	1,89	0,69	0,43	1,80	0,86	0,57	0,63	0,66	0,53	0,56
Lambda [-]										
Gasolina Extra	1,009	1,002	1,003	1,030	1,023	1,004	1,003	1,015	1,012	1,023
Gasolina + Aditivo C	1,011	0,959	0,943	1,007	0,951	0,939	0,945	0,945	0,935	0,939
NOx [ppmVol]										
Gasolina Extra	32	31	30	32	30	33	30	30	31	32
Gasolina + Aditivo C	40	43	44	42	41	43	44	44	45	44
Temperatura Gasolina extra	112	111	113	115	116	116	116	111	118	112
Temperatura extra mas aditivo C	109	116	121	125	129	133	134	135	138	138

Anexo 30

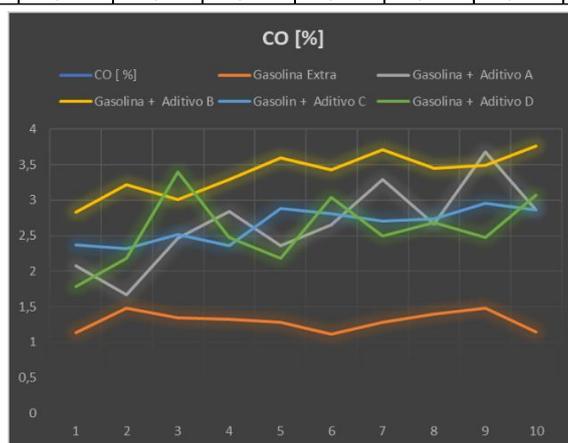
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "D" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Extra	1,13	1,48	1,34	1,32	1,28	1,11	1,28	1,40	1,48	1,15
Gasolina + Aditivo D	1,78	2,18	3,4	2,48	2,18	3,04	2,50	2,68	2,47	3,07
CO2 [%]										
Gasolina Extra	13,6	13,4	13,4	13,1	11,6	12,6	11,7	13,3	13,4	13,4
Gasolina + Aditivo D	13	12,8	12,1	12,9	13,1	12,4	12,5	12,5	12,9	12,6
HC [ppm]										
Gasolina Extra	149	146	144	149	130	128	128	145	146	1,52
Gasolina + Aditivo D	219	250	250	214	156	229	291	303	178	210
O2 [%]										
Gasolina Extra	1,05	1,14	1,11	1,63	1,37	1,57	1,48	1,35	1,14	1,37
Gasolina + Aditivo D	0,94	1,09	0,96	0,76	0,84	0,83	1,08	0,82	0,66	0,67
Lambda [-]										
Gasolina Extra	1,009	1,002	1,003	1,030	1,023	1,004	1,003	1,015	1,012	1,023
Gasolina + Aditivo D	0,981	0,975	0,934	0,954	0,968	0,940	0,963	0,946	0,951	0,934
NOx [ppmVol]										
Gasolina Extra	32	31	30	32	30	33	30	30	31	32
Gasolina + Aditivo D	38	36	36	35	34	36	34	37	34	33
Temperatura Gasolina extra	112	111	113	115	116	116	116	111	118	112
Temperatura extra mas aditivo D	125	127	129	128	130	132	130	132	134	136

Anexo 31

Análisis comparativo de CO [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

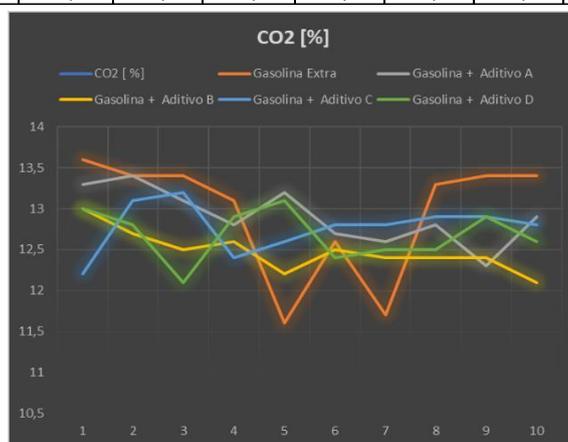
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Extra	1,13	1,48	1,34	1,32	1,28	1,11	1,28	1,40	1,48	1,15
Gasolina + Aditivo A	2,08	1,67	2,46	2,84	2,36	2,65	3,29	2,66	3,68	2,86
Gasolina + Aditivo B	2,83	3,22	3,01	3,29	3,6	3,43	3,71	3,45	3,49	3,76
Gasolin + Aditivo C	2,37	2,32	2,52	2,36	2,88	2,81	2,71	2,74	2,96	2,86
Gasolina + Aditivo D	1,78	2,18	3,4	2,48	2,18	3,04	2,50	2,68	2,47	3,07



Anexo 32

Análisis comparativo de CO2 [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

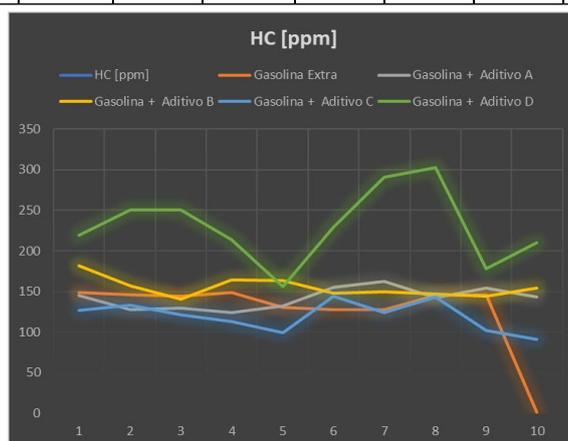
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO2 [%]										
Gasolina Extra	13,6	13,4	13,4	13,1	11,6	12,6	11,7	13,3	13,4	13,4
Gasolina + Aditivo A	13,3	13,4	13,1	12,8	13,2	12,7	12,6	12,8	12,3	12,9
Gasolina + Aditivo B	13,0	12,7	12,5	12,6	12,2	12,5	12,4	12,4	12,4	12,1
Gasolina + Aditivo C	12,2	13,1	13,2	12,4	12,6	12,8	12,8	12,9	12,9	12,8
Gasolina + Aditivo D	13	12,8	12,1	12,9	13,1	12,4	12,5	12,5	12,9	12,6



Anexo 33

Análisis comparativo de HC [ppm] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

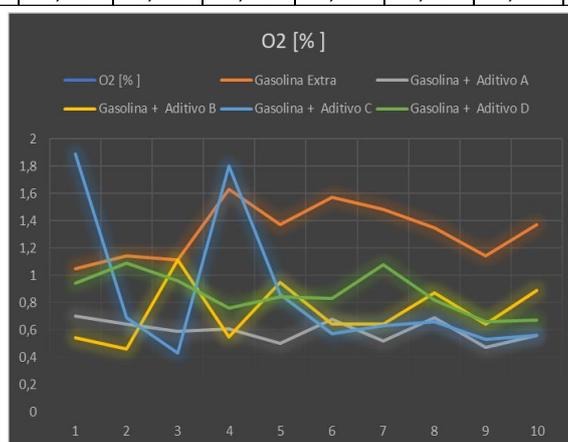
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HC [ppm]										
Gasolina Extra	149	146	144	149	130	128	128	145	146	1,52
Gasolina + Aditivo A	145	128	129	124	132	155	162	142	154	143
Gasolina + Aditivo B	182	157	140	164	163	148	150	147	144	154
Gasolina + Aditivo C	127	133	121	113	99	144	124	143	102	91
Gasolina + Aditivo D	219	250	250	214	156	229	291	303	178	210



Anexo 34

Análisis comparativo de O2 [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

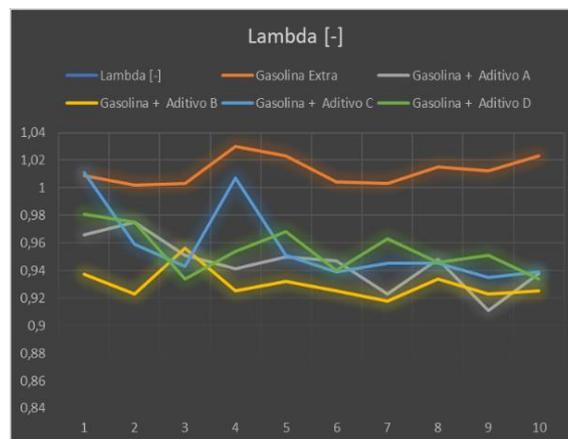
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O2 [%]										
Gasolina Extra	1,05	1,14	1,11	1,63	1,37	1,57	1,48	1,35	1,14	1,37
Gasolina + Aditivo A	0,70	0,64	0,59	0,61	0,50	0,68	0,52	0,69	0,47	0,56
Gasolina + Aditivo B	0,54	0,46	1,11	0,55	0,95	0,64	0,64	0,87	0,64	0,89
Gasolina + Aditivo C	1,89	0,69	0,43	1,80	0,86	0,57	0,63	0,66	0,53	0,56
Gasolina + Aditivo D	0,94	1,09	0,96	0,76	0,84	0,83	1,08	0,82	0,66	0,67



Anexo 35

Análisis comparativo de LAMBDA [-] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

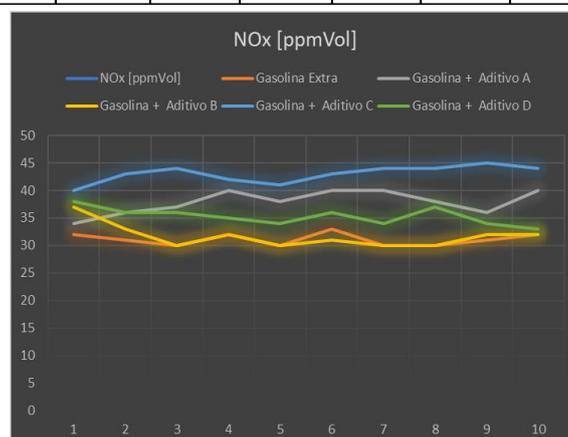
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lambda [-]										
Gasolina Extra	1,009	1,002	1,003	1,030	1,023	1,004	1,003	1,015	1,012	1,023
Gasolina + Aditivo A	0,966	0,975	0,951	0,941	0,95	0,947	0,923	0,948	0,911	0,938
Gasolina + Aditivo B	0,937	0,923	0,956	0,925	0,932	0,925	0,918	0,934	0,923	0,925
Gasolina + Aditivo C	1,011	0,959	0,943	1,007	0,951	0,939	0,945	0,945	0,935	0,939
Gasolina + Aditivo D	0,981	0,975	0,934	0,954	0,968	0,940	0,963	0,946	0,951	0,934



Anexo 36

Análisis comparativo de NOx [ppmVol] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina EXTRA con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

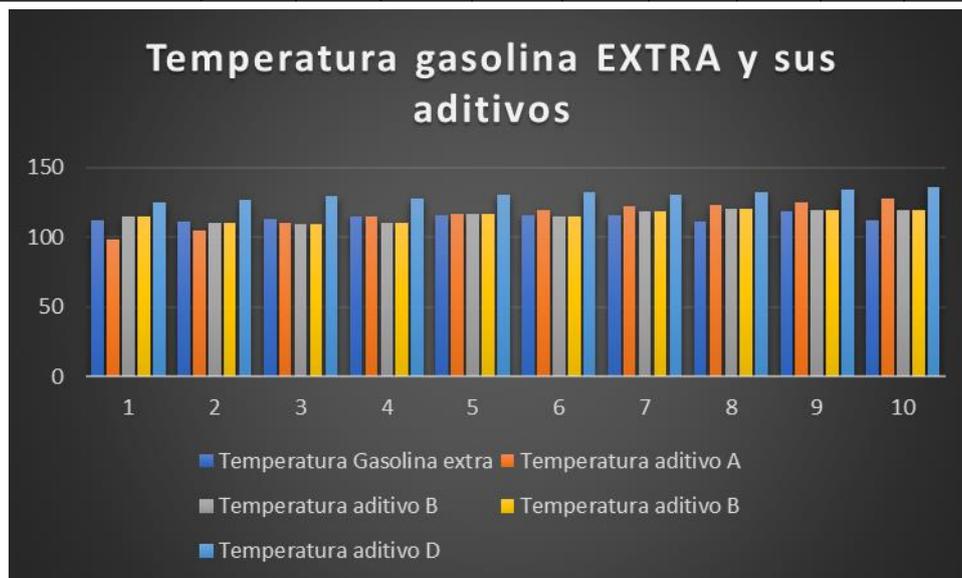
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOx [ppmVol]										
Gasolina Extra	32	31	30	32	30	33	30	30	31	32
Gasolina + Aditivo A	34	36	37	40	38	40	40	38	36	40
Gasolina + Aditivo B	37	33	30	32	30	31	30	30	32	32
Gasolina + Aditivo C	40	43	44	42	41	43	44	44	45	44
Gasolina + Aditivo D	38	36	36	35	34	36	34	37	34	33



Anexo 37

Temperatura de gasolina extra y sus aditivos en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura Gasolina extra	112	111	113	115	116	116	116	111	118	112
Temperatura aditivo A	98	105	110	115	117	119	122	123	125	128
Temperatura aditivo B	115	110	109	110	117	115	118	120	119	119
Temperatura aditivo B	115	110	109	110	117	115	118	120	119	119
Temperatura aditivo D	125	127	129	128	130	132	130	132	134	136



GASOLINA SUPER

Anexo 38

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Super	1,27	2,04	2,42	1,71	2,05	1,18	1,14	1,39	1,04	1,03
Gasolina + Aditivo A	1,26	1,23	1,27	1,50	1,59	1,78	1,80	1,78	1,99	1,82
CO2 [%]										
Gasolina Super	13,7	12,6	12,9	13,2	12,9	13,8	13,2	13,1	13,5	13,1
Gasolina + Aditivo A	13,6	13,6	13,6	13,6	13,2	13,0	13,1	13,4	13,3	13,5
HC [ppm]										
Gasolina Super	171	190	157	129	178	143	155	137	150	165
Gasolina + Aditivo A	164	145	113	101	116	123	124	99	130	83
O2 [%]										
Gasolina Super	1,82	1,83	1,25	1,22	1,70	1,72	1,50	1,43	1,39	1,41
Gasolina + Aditivo A	0,93	1,01	0,96	0,58	1,18	1,23	1,03	0,63	0,65	0,52
Lambda [-]										
Gasolina Super	0,993	1,011	0,979	1,000	1,009	0,992	1,021	1,012	1,023	1,096
Gasolina + Aditivo A	0,998	1,003	1,000	0,978	1,002	0,998	0,989	0,973	0,966	0,967
NOx [ppmVol]										
Gasolina Super	36	32	33	35	33	39	35	32	31	34
Gasolina + Aditivo A	43	43	42	45	46	44	45	46	45	47
Temperatura Gasolina Super	103	112	112	115	117	116	115	119	121	125
Temperatura extra mas aditivo A	86	89	99	120	125	118	120	126	119	130

Anexo 39

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "B" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Super	1,27	2,04	2,42	1,71	2,05	1,18	1,14	1,39	1,04	1,03
Gasolina + Aditivo B	0,95	0,78	0,74	0,64	0,74	0,81	0,91	1,22	1,19	2,04
CO2 [%]										
Gasolina Super	13,7	12,6	12,9	13,2	12,9	13,8	13,2	13,1	13,5	13,1
Gasolina + Aditivo B	13,9	14	14	13,9	14,2	13,8	13,9	13,8	14,0	13,4
HC [ppm]										
Gasolina Super	171	190	157	129	178	143	155	137	150	165
Gasolina + Aditivo B	132	105	93	118	85	114	108	78	81	68
O2 [%]										
Gasolina Super	1,82	1,83	1,25	1,22	1,70	1,72	1,50	1,43	1,39	1,41
Gasolina + Aditivo B	0,76	0,84	0,88	1,12	0,80	0,92	0,84	0,66	0,50	0,34
Lambda [-]										
Gasolina Super	0,993	1,011	0,979	1,000	1,009	0,992	1,021	1,012	1,023	1,096
Gasolina + Aditivo B	1,002	1,011	1,015	1,028	1,011	1,014	1,007	0,991	0,985	0,954
NOx [ppmVol]										
Gasolina Super	36	32	33	35	33	39	35	32	31	34
Gasolina + Aditivo B	44	47	47	46	49	46	51	50	50	48
Temperatura Gasolina Super	103	112	112	115	117	116	115	119	121	125
Temperatura extra mas aditivo B	100	120	119	118	122	120	126	124	123	122

Anexo 40

Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "C" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Super	1,27	2,04	2,42	1,71	2,05	1,18	1,14	1,39	1,04	1,03
Gasolina + Aditivo C	2,19	1,94	1,94	2,07	2,15	2,06	2,37	2,47	2,24	2,17
CO2 [%]										
Gasolina Super	13,7	12,6	12,9	13,2	12,9	13,8	13,2	13,1	13,5	13,1
Gasolina + Aditivo C	13,1	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2	12,9	13,1	13,3	13,2
HC [ppm]										
Gasolina Super	171	190	157	129	178	143	155	137	150	165
Gasolina + Aditivo C	160	172	148	176	96	135	146	129	124	123
O2 [%]										
Gasolina Super	1,82	1,83	1,25	1,22	1,70	1,72	1,50	1,43	1,39	1,41
Gasolina + Aditivo C	0,87	0,75	0,65	0,73	0,51	0,64	0,76	0,54	0,53	0,67
Lambda [-]										
Gasolina Super	0,993	1,011	0,979	1,000	1,009	0,992	1,021	1,012	1,023	1,096
Gasolina + Aditivo C	0,969	0,971	0,967	0,966	0,957	0,964	0,959	0,948	0,955	0,962
NOx [ppmVol]										
Gasolina Super	36	32	33	35	33	39	35	32	31	34
Gasolina + Aditivo C	36	38	41	40	43	43	41	45	44	43
Temperatura Gasolina Super	103	112	112	115	117	116	115	119	121	125
Temperatura extra mas aditivo c	102	110	117	116	118	118	116	120	120	119

Anexo 41

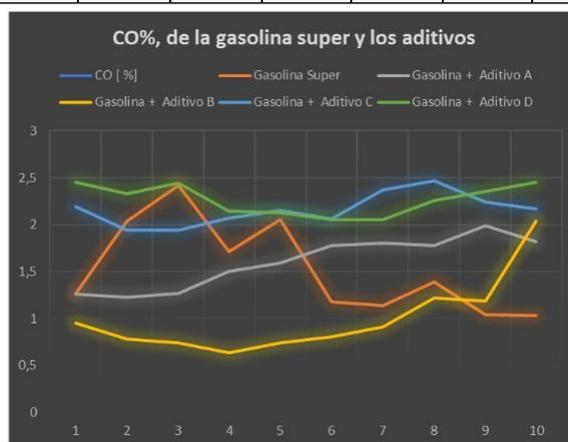
Tabla que describe los datos de cada gas medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "D" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Super	1,27	2,04	2,42	1,71	2,05	1,18	1,14	1,39	1,04	1,03
Gasolina + Aditivo D	2,45	2,33	2,44	2,14	2,13	2,05	2,05	2,26	2,35	2,45
CO2 [%]										
Gasolina Super	13,7	12,6	12,9	13,2	12,9	13,8	13,2	13,1	13,5	13,1
Gasolina + Aditivo D	13,0	13,1	13,0	13,2	13,2	13,2	13,3	13,1	13,1	13,1
HC [ppm]										
Gasolina Super	171	190	157	129	178	143	155	137	150	165
Gasolina + Aditivo D	132	130	119	130	122	120	141	120	105	99
O2 [%]										
Gasolina Super	1,82	1,83	1,25	1,22	1,70	1,72	1,50	1,43	1,39	1,41
Gasolina + Aditivo D	0,67	0,61	0,66	0,79	0,83	0,50	0,68	0,61	0,54	0,55
Lambda [-]										
Gasolina Super	0,993	1,011	0,979	1,000	1,009	0,992	1,021	1,012	1,023	1,096
Gasolina + Aditivo D	0,954	0,955	0,954	0,968	0,971	0,958	0,966	0,957	0,952	0,95
NOx [ppmVol]										
Gasolina Super	36	32	33	35	33	39	35	32	31	34
Gasolina + Aditivo D	42	44	45	46	46	48	46	47	46	45
Temperatura Gasolina Super	103	112	112	115	117	116	115	119	121	125
Temperatura extra mas aditivo D	112	115	115	118	119	120	117	121	120	116

Anexo 42

Análisis comparativo de CO [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO [%]										
Gasolina Super	1,27	2,04	2,42	1,71	2,05	1,18	1,14	1,39	1,04	1,03
Gasolina + Aditivo A	1,26	1,23	1,27	1,50	1,59	1,78	1,80	1,78	1,99	1,82
Gasolina + Aditivo B	0,95	0,78	0,74	0,64	0,74	0,81	0,91	1,22	1,19	2,04
Gasolina + Aditivo C	2,19	1,94	1,94	2,07	2,15	2,06	2,37	2,47	2,24	2,17
Gasolina + Aditivo D	2,45	2,33	2,44	2,14	2,13	2,05	2,05	2,26	2,35	2,45



Anexo 43

Análisis comparativo de CO₂ [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

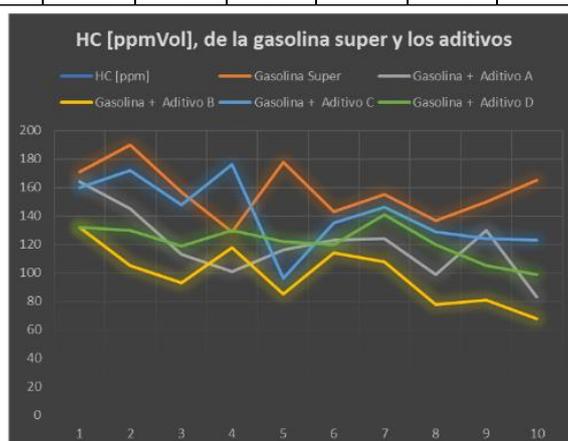
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO ₂ [%]										
Gasolina Super	13,7	12,6	12,9	13,2	12,9	13,8	13,2	13,1	13,5	13,1
Gasolina + Aditivo A	13,6	13,6	13,6	13,6	13,2	13,0	13,1	13,4	13,3	13,5
Gasolina + Aditivo B	13,9	14	14	13,9	14,2	13,8	13,9	13,8	14,0	13,4
Gasolina + Aditivo C	13,1	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2	12,9	13,1	13,3	13,2
Gasolina + Aditivo D	13,0	13,1	13,0	13,2	13,2	13,2	13,3	13,1	13,1	13,1



Anexo 44

Análisis comparativo de HC [ppm] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

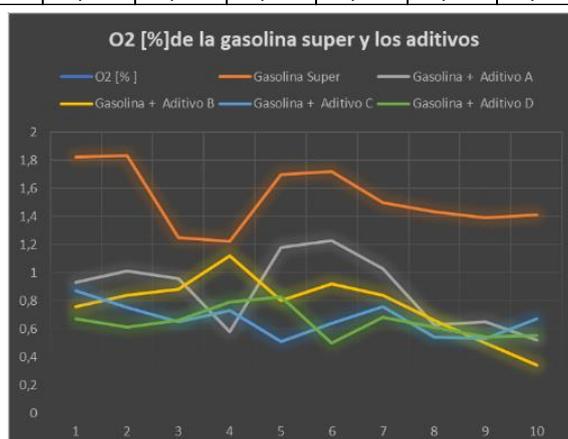
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HC [ppm]										
Gasolina Super	171	190	157	129	178	143	155	137	150	165
Gasolina + Aditivo A	164	145	113	101	116	123	124	99	130	83
Gasolina + Aditivo B	132	105	93	118	85	114	108	78	81	68
Gasolina + Aditivo C	160	172	148	176	96	135	146	129	124	123
Gasolina + Aditivo D	132	130	119	130	122	120	141	120	105	99



Anexo 45

Análisis comparativo de O2 [%] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

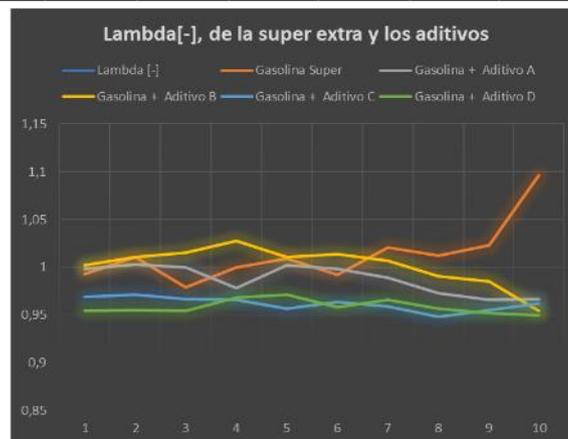
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O2 [%]										
Gasolina Super	1,82	1,83	1,25	1,22	1,70	1,72	1,50	1,43	1,39	1,41
Gasolina + Aditivo A	0,93	1,01	0,96	0,58	1,18	1,23	1,03	0,63	0,65	0,52
Gasolina + Aditivo B	0,76	0,84	0,88	1,12	0,80	0,92	0,84	0,66	0,50	0,34
Gasolina + Aditivo C	0,87	0,75	0,65	0,73	0,51	0,64	0,76	0,54	0,53	0,67
Gasolina + Aditivo D	0,67	0,61	0,66	0,79	0,83	0,50	0,68	0,61	0,54	0,55



Anexo 46

Análisis comparativo de lambda [-] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

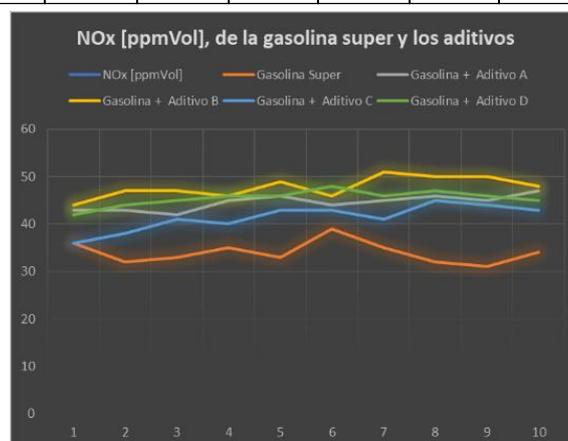
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lambda [-]										
Gasolina Super	0,993	1,011	0,979	1,000	1,009	0,992	1,021	1,01	1,02	1,1
Gasolina + Aditivo A	0,998	1,003	1,000	0,978	1,002	0,998	0,989	0,97	0,97	0,97
Gasolina + Aditivo B	1,002	1,011	1,015	1,028	1,011	1,014	1,007	0,99	0,99	0,95
Gasolina + Aditivo C	0,969	0,971	0,967	0,966	0,957	0,964	0,959	0,95	0,96	0,96
Gasolina + Aditivo D	0,954	0,955	0,954	0,968	0,971	0,958	0,966	0,96	0,95	0,95



Anexo 47

Análisis comparativo de NOx [ppmVol] medido por el analizador de gases al utilizar gasolina SUPER con el aditivo "A, B, C, D" en prueba estática en ralentí.

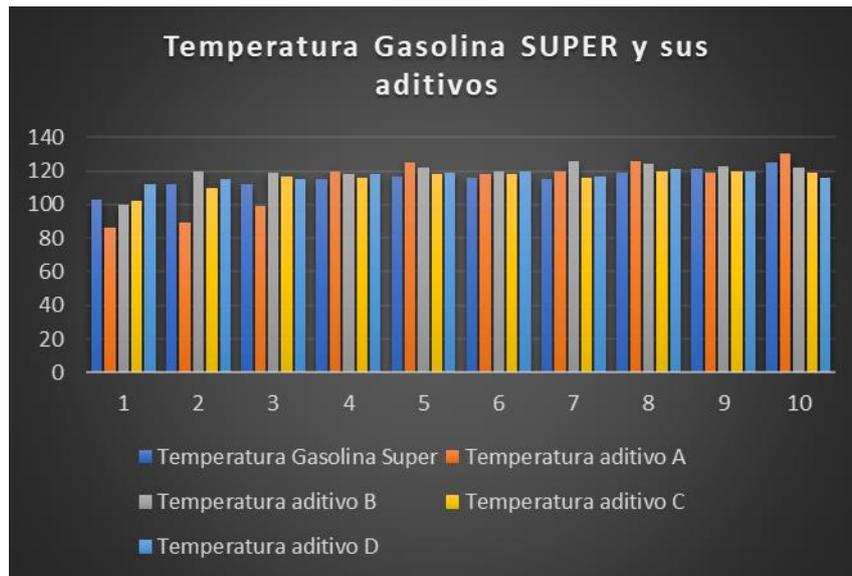
CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOx [ppmVol]										
Gasolina Super	36	32	33	35	33	39	35	32	31	34
Gasolina + Aditivo A	43	43	42	45	46	44	45	46	45	47
Gasolina + Aditivo B	44	47	47	46	49	46	51	50	50	48
Gasolina + Aditivo C	36	38	41	40	43	43	41	45	44	43
Gasolina + Aditivo D	42	44	45	46	46	48	46	47	46	45



Anexo 48

Temperatura de gasolina super y sus aditivos en prueba estática en ralentí.

CICLOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura Gasolina Super	103	112	112	115	117	116	115	119	121	125
Temperatura aditivo A	86	89	99	120	125	118	120	126	119	130
Temperatura aditivo B	100	120	119	118	122	120	126	124	123	122
Temperatura aditivo C	102	110	117	116	118	118	116	120	120	119
Temperatura aditivo D	112	115	115	118	119	120	117	121	120	116



Anexo 49

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis de varianza ANOVA 1 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 27

ANOVA 1, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	12,97	1,297	0,01833444
Fila 2	10	26,55	2,655	0,32845

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9,22082	1	9,22082	53,1789712	8,9285E-07	6,51464178
Dentro de los grupos	3,12106	18	0,17339222			
Total	12,34188	19				

ANOVA 1, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	129,5	12,95	0,54277778
Fila 2	10	129,1	12,91	0,11655556

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,008	1	0,008	0,02426694	0,87794134	6,51464178
Dentro de los grupos	5,934	18	0,32966667			
Total	5,942	19				

ANOVA 1, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1266,52	126,652	2006,4466
Fila 2	10	1414	141,4	167,6

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1087,51752	1	1087,51752	1,00045466	0,33045793	6,51464178
Dentro de los grupos	19566,4194	18	1087,0233			
Total	20653,9369	19				

ANOVA 1, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	13,21	1,321	0,0413211
Fila 2	10	5,96	0,596	0,0067822

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,628125	1	2,628125	109,26997	4,4957E-09	6,51464178
Dentro de los grupos	0,43293	18	0,02405167			
Total	3,061055	19				

ANOVA 1, Lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,124	1,0124	0,0001009 3
Fila 2	10	9,45	0,945	0,0003466 7

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0227138	1	0,0227138	101,49151	7,9684E-09	6,51464178
Dentro de los grupos	0,0040284	18	0,0002238			
Total	0,0267422	19				

ANOVA 1, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	311	31,1	1,211111111
Fila 2	10	379	37,9	4,544444444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	231,2	1	231,2	80,3397683	4,6807E-08	6,51464178
Dentro de los grupos	51,8	18	2,87777778			
Total	283	19				

Anexo 50

Análisis de varianza ANOVA 2 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 28.

ANOVA 2, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	10	12,97	1,297	0,0183344 4
Fila 2	10	33,79	3,379	0,0882544 4

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	21,67362	1	21,67362	406,67691	8,3493E-14	6,51464178
Dentro de los grupos	0,9593	18	0,05329444			
Total	22,63292	19				

ANOVA 2, monóxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	10	129,5	12,95	0,54277778
Fila 2	10	124,8	12,48	0,064

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,1045	1	1,1045	3,64054203	0,07247014	6,51464178
Dentro de los grupos	5,461	18	0,30338889			
Total	6,5655	19				

ANOVA 2, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	129,5	12,95	0,54277778
Fila 2	10	124,8	12,48	0,064

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,1045	1	1,1045	3,64054203	0,07247014	6,51464178
Dentro de los grupos	5,461	18	0,30338889			
Total	6,5655	19				

ANOVA 2, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1266,52	126,652	2006,4466
Fila 2	10	1549	154,9	151,433333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3989,74752	1	3989,74752	3,69784015	0,07045018	6,51464178
Dentro de los grupos	19420,9194	18	1078,93996			
Total	23410,6669	19				

ANOVA 2, oxigeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	13,21	1,321	0,04132111
Fila 2	10	7,29	0,729	0,04485444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,75232	1	1,75232	40,6686093	5,2538E-06	6,51464178
Dentro de los grupos	0,77558	18	0,04308778			
Total	2,5279	19				

ANOVA 2, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,124	1,0124	0,00010093
Fila 2	10	9,298	0,9298	0,00011796

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0341138	1	0,0341138	311,699695	8,1961E-13	6,51464178
Dentro de los grupos	0,00197	18	0,00010944			
Total	0,0360838	19				

ANOVA 2, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	311	31,1	1,211111111
Fila 2	10	317	31,7	4,677777778

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,8	1	1,8	0,61132075	0,44445474	6,51464178
Dentro de los grupos	53	18	2,944444444			
Total	54,8	19				

Anexo 51

Análisis de varianza ANOVA 3 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 29.

ANOVA 3, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	12,97	1,297	0,01833444
Fila 2	10	26,53	2,653	0,05762333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9,19368	1	9,19368	242,073433	6,9797E-12	6,51464178
Dentro de los grupos	0,68362	18	0,03797889			
Total	9,8773	19				

ANOVA 3, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	129,5	12,95	0,54277778
Fila 2	10	127,7	12,77	0,09122222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,162	1	0,162	0,51104101	0,48385802	6,51464178
Dentro de los grupos	5,706	18	0,317			
Total	5,868	19				

ANOVA 3, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1266,52	126,652	2006,4466
Fila 2	10	1197	119,7	332,677778

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	241,65152	1	241,65152	0,20661708	0,6548659	6,51464178
Dentro de los grupos	21052,1194	18	1169,56219			
Total	21293,7709	19				

ANOVA 3, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	13,21	1,321	0,04132111
Fila 2	10	8,62	0,862	0,28157333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,053405	1	1,053405	6,52476385	0,01991726	6,51464178
Dentro de los grupos	2,90605	18	0,16144722			
Total	3,959455	19				

ANOVA 3, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,124	1,0124	0,00010093
Fila 2	10	9,574	0,9574	0,0007856

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,015125	1	0,015125	34,1216724	1,5621E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	0,0079788	18	0,00044327			
Total	0,0231038	19				

ANOVA 3, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	10	311	31,1	1,211111111
Fila 2	10	430	43	2,444444444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	708,05	1	708,05	387,382979	1,27E-13	6,51464178
Dentro de los grupos	32,9	18	1,82777778			
Total	740,95	19				

Anexo 52

Análisis de varianza ANOVA 4 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 30.

ANOVA 4, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
				0,0183344
Fila 1	10	12,97	1,297	4
Fila 2	10	25,78	2,578	0,23584

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				64,560424		
Entre grupos	8,204805	1	8,204805	4	2,3031E-07	6,51464178
Dentro de los grupos	2,28757	18	0,12708722			
Total	10,492375	19				

ANOVA 4, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	129,5	12,95	0,54277778
Fila 2	10	126,8	12,68	0,09733333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,3645	1	0,3645	1,13886478	0,29999712	6,51464178
Dentro de los grupos	5,761	18	0,32005556			
Total	6,1255	19				

ANOVA 4, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1266,52	126,652	2006,4466 2089,7777
Fila 2	10	2300	230	8

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	53404,0455	1	53404,0455	26,074765 8	7,3795E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	36866,0194	18	2048,11219			
Total	90270,0649	19				

ANOVA 4, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	13,21	1,321	0,04132111
Fila 2	10	8,65	0,865	0,02293889

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,03968	1	1,03968	32,3585434	2,1464E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	0,57834	18	0,03213			
Total	1,61802	19				

ANOVA 4, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,124	1,0124	0,00010093
Fila 2	10	9,546	0,9546	0,00027916

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0167042	1	0,0167042	87,8962816	2,3873E-08	6,51464178
Dentro de los grupos	0,0034208	18	0,00019004			
Total	0,020125	19				

ANOVA 4, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	311	31,1	1,211111111
Fila 2	10	353	35,3	2,45555556

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	88,2	1	88,2	48,1090909	1,7562E-06	6,51464178
Dentro de los grupos	33	18	1,83333333			
Total	121,2	19				

Anexo 53

Análisis de varianza ANOVA 5 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 38.

ANOVA 5, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,24520111
Fila 2	10	16,02	1,602	0,07519556

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,028125	1	0,028125	0,17556362	0,6801714	6,51464178
Dentro de los grupos	2,88357	18	0,16019833			
Total	2,911695	19				

ANOVA 5, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	132	13,2	0,14
Fila 2	10	133,9	13,39	0,05211111

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,1805	1	0,1805	1,87912088	0,18728626	6,51464178
Dentro de los grupos	1,729	18	0,09605556			
Total	1,9095	19				

ANOVA 5, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1575	157,5	357,833333
Fila 2	10	1198	119,8	546,844444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7106,45	1	7106,45	15,7104555	0,00091068	6,51464178
Dentro de los grupos	8142,1	18	452,338889			
Total	15248,55	19				

ANOVA 5, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,05093444
Fila 2	10	8,72	0,872	0,06612889

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,145125	1	2,145125	36,6489649	1,0095E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	1,05357	18	0,05853167			
Total	3,198695	19				

ANOVA 5, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,136	1,0136	0,00102627
Fila 2	10	9,874	0,9874	0,0002236

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0034322	1	0,0034322	5,49210582	0,03078402	6,51464178
Dentro de los grupos	0,0112488	18	0,00062493			
Total	0,014681	19				

ANOVA 5, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	340	34	5,55555556
Fila 2	10	446	44,6	2,48888889

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	561,8	1	561,8	139,674033	6,4484E-10	6,51464178
Dentro de los grupos	72,4	18	4,02222222			
Total	634,2	19				

Anexo 54

Análisis de varianza ANOVA 6 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 39.

ANOVA 6, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,24520111
Fila 2	10	10,02	1,002	0,16955111

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,378125	1	1,378125	6,64553401	0,01895936	6,51464178
Dentro de los grupos	3,73277	18	0,20737611			
Total	5,110895	19				

ANOVA 6, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	132	13,2	0,14
Fila 2	10	138,9	13,89	0,04322222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,3805	1	2,3805	25,9848393	7,521E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	1,649	18	0,09161111			
Total	4,0295	19				

ANOVA 6, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1575	157,5	357,833333
Fila 2	10	982	98,2	415,955556

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	17582,45	1	17582,45	45,4450826	2,5607E-06	6,51464178
Dentro de los grupos	6964,1	18	386,894444			
Total	24546,55	19				

ANOVA 6, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,05093444
Fila 2	10	7,66	0,766	0,04862667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,895605	1	2,895605	58,1673902	4,8067E-07	6,51464178
Dentro de los grupos	0,89605	18	0,04978056			
Total	3,791655	19				

ANOVA 6, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,136	1,0136	0,00102627
Fila 2	10	10,018	1,0018	0,00043218

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0006962	1	0,0006962	0,95471583	0,34147201	6,51464178
Dentro de los grupos	0,013126	18	0,00072922			
Total	0,0138222	19				

ANOVA 6, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	340	34	5,55555556
Fila 2	10	478	47,8	4,84444444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	952,2	1	952,2	183,115385	7,128E-11	6,51464178
Dentro de los grupos	93,6	18	5,2			
Total	1045,8	19				

Anexo 55

Análisis de varianza ANOVA 7 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 40.

ANOVA 7, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,24520111
Fila 2	10	21,6	2,16	0,02917778

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,003445	1	2,003445	14,6034923	0,00125017	6,51464178
Dentro de los grupos	2,46941	18	0,13718944			
Total	4,472855	19				

ANOVA 7, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	132	13,2	0,14
Fila 2	10	131,8	13,18	0,01511111

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,002	1	0,002	0,02578797	0,87420773	6,51464178
Dentro de los grupos	1,396	18	0,07755556			
Total	1,398	19				

ANOVA 7, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1575	157,5	357,833333
Fila 2	10	1409	140,9	604,322222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1377,8	1	1377,8	2,86398596	0,1078203	6,51464178
Dentro de los grupos	8659,4	18	481,077778			
Total	10037,2	19				

ANOVA 7, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,05093444
Fila 2	10	6,65	0,665	0,01347222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,71522	1	3,71522	115,36756	2,9405E-09	6,51464178
Dentro de los grupos	0,57966	18	0,03220333			
Total	4,29488	19				

ANOVA 7, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,136	1,0136	0,00102627
Fila 2	10	9,618	0,9618	5,04E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0134162	1	0,0134162	24,9217337	9,4429E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	0,00969	18	0,00053833			
Total	0,0231062	19				

ANOVA 7, óxidos de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	340	34	5,55555556
Fila 2	10	414	41,4	7,82222222

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	273,8	1	273,8	40,9335548	5,0407E-06	6,51464178
Dentro de los grupos	120,4	18	6,68888889			
Total	394,2	19				

Anexo 56

Análisis de varianza ANOVA 8 de cada gas, incluido el factor lambda de la prueba estática en ralentí, según lo detallado en la tabla del anexo 41.

ANOVA 8, monóxido de carbono

ANOVA CO

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,24520111
Fila 2	10	22,65	2,265	0,02631667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,72322	1	2,72322	20,059239	0,00029029	6,51464178
Dentro de los grupos	2,44366	18	0,13575889			
Total	5,16688	19				

ANOVA 8, dióxido de carbono

ANOVA CO2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	132	13,2	0,14
Fila 2	10	131,3	13,13	0,009

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0245	1	0,0245	0,32885906	0,57342749	6,51464178
Dentro de los grupos	1,341	18	0,0745			
Total	1,3655	19				

ANOVA 8, hidrocarburos

ANOVA HC

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	1575	157,5	357,833333
Fila 2	10	1218	121,8	158,177778

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6372,45	1	6372,45	24,6988868	9,9117E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	4644,1	18	258,005556			
Total	11016,55	19				

ANOVA 8, oxígeno

ANOVA O2

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	15,27	1,527	0,05093444
Fila 2	10	6,44	0,644	0,01120444

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,898445	1	3,898445	125,475208	1,5163E-09	6,51464178
Dentro de los grupos	0,55925	18	0,03106944			
Total	4,457695	19				

ANOVA 8, lambda

ANOVA LAMBDA

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	10	10,136	1,0136	0,00102627
Fila 2	10	9,585	0,9585	5,25E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,01518005	1	0,01518005	28,1433427	4,8206E-05	6,51464178
Dentro de los grupos	0,0097089	18	0,00053938			
Total	0,02488895	19				

ANOVA 8, óxido de nitrógeno

ANOVA NOx

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
				5,5555555
Fila 1	10	340	34	6
				2,7222222
Fila 2	10	455	45,5	2

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				159,76510		
Entre grupos	661,25	1	661,25	1	2,1771E-10	6,51464178
Dentro de los grupos	74,5	18	4,13888889			
Total	735,75	19				