



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL USO DE
UN ADITIVO ELEVADOR DE OCTANAJE EN EL
BIOCOMBUSTIBLE ECOPAÍS Y COMBUSTIBLE TRADICIONAL
EXTRA APLICADO A UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA”.**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: JHON JAIRO VEGA PUCULPALA

EDGAR HUMBERTO CARRASCO SATAN

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL USO DE
UN ADITIVO ELEVADOR DE OCTANAJE EN EL
BIOCOMBUSTIBLE ECOPAÍS Y COMBUSTIBLE TRADICIONAL
EXTRA APLICADO A UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA”.**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: JHON JAIRO VEGA PUCULPALA

EDGAR HUMBERTO CARRASCO SATAN

DIRECTOR: ING. CELIN ABAD PADILLA PADILLA.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2021, Jhon Jairo Vega Puculpala &, Edgar Humberto Carrasco Satan

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, **Jhon Jairo Vega Puculpala y Edgar Humberto Carrasco Satán**, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de marzo de 2022



Jhon Jairo Vega Puculpala

172158589-9



Edgar Humberto Carrasco Satán

060581947-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

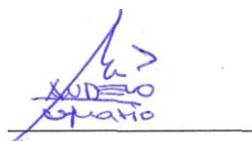
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON EL USO DE UN ADITIVO ELEVADOR DE OCTANAJE EN EL BIOCOMBUSTIBLE ECOPAÍS Y COMBUSTIBLE TRADICIONAL EXTRA APLICADO A UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**, realizado por los señores: **Jhon Jairo Vega Puculpala y Edgar Humberto Carrasco Satán**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Mario Efraín Audelo Guevara



2022-03-15

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Celin Abad Padilla Padilla



2022-03-15

**DIRECTOR DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Dr. Juan Marcelo Ramos flores



2022-03-15

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres Andrés Vega y Roció Puculpala por su apoyo económico, emocional y sobre todo sus consejos que me ayudaron en el transcurso de mi vida, a mis hermanos Mercedes, Yanina y Jostin por estar siempre a mi lado motivándome para seguir adelante y nunca rendirme, a mi novia Carola por su tiempo su amor incondicional en cada día de estrés y agotamiento, a mis amigos y compañeros que han aportado para lograr mis objetivos en el transcurso de mi carrera universitaria.

Jhon

El presente trabajo de titulación se lo dedico infinitamente a mis padres Humberto Carrasco y Victoria Satan por ser un pilar fundamental en mi vida, gracias a sus consejos, esfuerzo, sacrificio me llevo a completar una meta soñada, a mis hermanos Milton y Byron a mis hermanas Martha, Mayra, Patricia, Alba, Jessica y Paola por ser mi fuente de motivación e inspiración que a pesar de los momentos difíciles siempre han estado brindándome su apoyo en todo momento. A mis profesores y amigos que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos.

Edgar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para poder culminar mi carrera universitaria, a mis padres y hermanos que gracias al apoyo emocional y económico pude salir adelante en el transcurso de mis estudios en la universidad, agradezco todo lo que hicieron por mí cuando más lo necesitaba. Un agradecimiento especial a mis docentes de la carrera de ingeniería automotriz de la ESPOCH por su paciencia y por su forma de impartir sus conocimientos y motivación a lo largo de la carrera y de manera muy especial al Ing. Celin Padilla director del trabajo de titulación y a nuestro asesor Dr. Marcelo Ramos quienes guiaron con paciencia e integridad nuestro proyecto de titulación.

Jhon

Agradezco principalmente a Dios, por darme salud, vida y el conocimiento necesario para lograr superar las adversidades presentadas en el transcurso de mi carrera profesional, agradezco a mi familia en especial a mis padres y hermanos por brindarme su apoyo moral y económico que gracias a ello se me hizo posible culminar con mi carrera universitaria.

Un agradecimiento especial a mis profesores de la carrera de ingeniería automotriz de la ESPOCH por impartir sus conocimientos y motivación a lo largo de la carrera y de manera muy especial al Ing. Celin Padilla director del trabajo de titulación y a nuestro asesor Dr. Marcelo Ramos quienes guiaron con paciencia e integridad nuestro proyecto de titulación.

Edgar

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación del proyecto	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Alcance	5
1.6. Estado del arte	5
1.6.1. <i>Bomba calorimétrica</i>	7
1.6.2. <i>Combustibles Súper y Extra</i>	8
1.6.3. <i>Biocombustible</i>	9
1.6.4. <i>Especificaciones técnicas de las gasolinas</i>	9
1.6.5. <i>Gases contaminantes</i>	11
1.6.6. <i>Aditivos</i>	13
1.6.7. <i>Lineamiento de trabajo</i>	14

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	16
2.1. Método de investigación.....	16
2.2. Métodos empíricos.....	17
2.2.1. Observación	17
2.2.2. Medición	17
2.2.3. Experimentación	18
2.2.3.1. Bomba de Calor.....	18
2.2.3.2. Densímetro.....	20
2.2.3.4. Recipiente externo presurizado	21
2.2.3.5. Analizador de emisiones, Kane.....	21
2.3. Metodología cuantitativa	24
2.4. Esquema de la investigación, muestreo y análisis	24
2.5. Normas asociadas a la investigación.....	25
2.6. Muestra	26
2.6.1. Descripción del Aditivo Seleccionado.....	28
2.7. Vehículo de prueba.....	29
2.7.1. Mantenimiento del vehículo.....	31
2.7.2. Bomba Calorimétrica	32
2.7.3. Pasos para realizar el análisis de combustible	33
2.8. Análisis de emisión de gases	37
2.8.1. Prueba de emisiones de gases	40
2.8.2. Pruebas de densidad.....	42
2.8.3. Comparación de resultados	48
2.8.4. Gráficas para la comparación de resultados	48

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
3.1.	Análisis del poder calorífico	49
3.2.	Densidad de los combustibles	52
3.3.	Análisis de emisión de gases	54
3.3.1.	<i>Análisis de emisión de gases en ralentí, 800 rpm</i>	<i>55</i>
3.3.2.	<i>Análisis de emisión de gases en velocidad de crucero, 2500 rpm</i>	<i>63</i>
3.4.	Análisis de prueba de ruta en función del consumo volumétrico de combustible..	71
3.5.	Análisis de valores	72
	CONCLUSIONES.....	74
	RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Requisitos de la gasolina 92 octanos	10
Tabla 2-1:	Requisitos de la gasolina de 87 octanos.	11
Tabla 1-2:	Variables de medidas en el analizador de gases	23
Tabla 2-2:	Datos del aditivo Liqui Moly (Según el fabricante)	28
Tabla 3-2:	Características del vehículo Nissan	30
Tabla 4-2:	Resultados de las pruebas en la bomba calorimétrica de los diferentes combustibles.	35
Tabla 5-2:	Dato de la capacidad calorífica de la bomba de calor	37
Tabla 6-2:	Intervalos de medida de las emisiones	37
Tabla 7-2:	Intervalos de medida. Resolución mínima	38
Tabla 8-2:	Errores máximos permitidos, absoluto o relativo, el que sea mayor	39
Tabla 9-2:	Errores máximos permitidos, absoluto o relativo el que sea mayor.....	39
Tabla 10-2:	Resultados de las emisiones de gases de los diferentes combustibles.	41
Tabla 11-2:	Resultados de la densidad de los combustibles.....	43
Tabla 12-2:	Descripción del circuito de recorrido de la prueba de consumo de combustible.	45
Tabla 13-2:	Valores de la prueba dinámica de consumo de combustible	47
Tabla 1-3:	Valores del poder calorífico de gasolina Extra y Ecopaís con y sin aditivo.....	50
Tabla 2-3:	Valores del poder calorífico de gasolina Extra y Ecopaís con y sin aditivo.....	51
Tabla 3-3:	Valores de densidad con gasolina Extra con y sin aditivos	52
Tabla 4-3:	Valores de densidad con gasolina Ecopaís con y sin aditivo.....	53
Tabla 5-3:	Valores del CO ₂ con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí	55
Tabla 6-3:	Valores de CO obtenidos con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí	57
Tabla 7-3:	Valores de emisiones de hidrocarburos, HC, obtenidos con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí	59

Tabla 8-3:	Valores de oxígeno, O ₂ , obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí	61
Tabla 9-3:	Valores del Dióxido de Carbono, CO ₂ , obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero.....	63
Tabla 10-3:	Valores del Monóxido de Carbono, CO, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero	65
Tabla 11-3:	Valores de Hidrocarburos, HC, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero	67
Tabla 12-3:	Valores de Oxígeno, O ₂ , obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero	69
Tabla 13-3:	Valores de la prueba dinámica de consumo de combustible	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Bomba calorimétrica	7
Figura 2-1.	Ciclo Otto de un motor de combustión interna	15
Figura 1-2.	Bomba de calor.....	19
Figura 2-2.	Densímetro	20
Figura 3-2.	Recipiente presurizado	21
Figura 4-2.	Analizador de gases.....	22
Figura 5-2.	Esquema de investigación	25
Figura 6-2.	Gasolinera 1.....	26
Figura 7-2.	Compra de gasolina extra.....	26
Figura 8-2.	Gasolinera 2.....	27
Figura 9-2.	Compra de gasolina ECOAPAIS	27
Figura 10-2.	Producto de Liqui moly.....	28
Figura 11-2.	Vehículo de pruebas Nissan sentra.....	30
Figura 12-2.	Mantenimiento del vehículo.....	31
Figura 13-2.	Micro filtros.....	32
Figura 14-2.	Filtro de combustible.....	32
Figura 15-2.	Esquema de investigación	33
Figura 16-2.	Corte de 5.5 mm de alambre	33
Figura 17-2.	Agregar 10 ml de agua destilada en el frasco.....	34
Figura 18-2.	Ubicación del frasco con los cables	34
Figura 19-2.	Accionamiento de “reset” y “stir”	35
Figura 20-2.	Toma de datos	35
Figura 21-2.	Colocación de canister	40
Figura 22-2.	Colocación de la sonda en el tubo de escape.....	40
Figura 23-2.	Interacción de los datos de la emisión.....	41

Figura 24-2. Densímetro	43
Figura 25-2. Ruta empleada en las pruebas	44
Figura 26-2. Desconexión de la bomba	45
Figura 27-2. Relleno de combustible	46
Figura 28-2. Bombeo de combustible	46
Figura 29-2. Presión de bombeo, 3 bares.....	46
Figura 30-2. Velocidad de prueba.....	47
Figura 31-2. Adición de aditivo Liqui moly	47
Figura 1-3. Poder calorífico de los combustibles.....	51
Figura 2-3. Densidad de los combustibles	54
Figura 3-3. Emisiones de CO ₂ en ralentí	56
Figura 4-3. Emisiones de CO en ralentí.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3.	Poder calorífico de los combustibles	51
Gráfico 2-3.	Densidad de los combustibles.....	54
Gráfico 3-3.	Emisiones de CO ₂ en ralentí	56
Gráfico 4-3.	Emisiones de CO en ralentí	58
Gráfico 5-3.	Emisiones de HC en ralentí	60
Gráfico 6-3.	Emisiones de O ₂ en ralentí	62
Gráfico 7-3.	Emisiones de CO ₂ en velocidad de crucero	64
Gráfico 8-3.	Emisiones de CO en velocidad de crucero	66
Gráfico 9-3.	Emisiones de HC en velocidad de crucero	68
Gráfico 10-3.	Emisiones de O ₂ en velocidad de crucero.....	70
Gráfico 11-3.	Consumo de combustible.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: NTE INEN 2204:2002

ANEXO B: NTE INEN 2203:2000

ANEXO C: NTE INEN 2204

ANEXO D: NTE INEN 017:2008

ANEXO E: PODER CALORÍFICO, EXTRA, SIN ADITIVO

ANEXO F: PODER CALORÍFICO, ECO PAÍS, SIN ADITIVO

ANEXO G: PODER CALORÍFICO, EXTRA, CON ADITIVO

ANEXO H: PODER CALORÍFICO, ECO PAÍS, CON ADITIVO

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo el análisis comparativo entre la gasolina tradicional y un biocombustible que sean sujetos de un aditivo que eleve su octanaje mediante el uso de una bomba calorimétrica que evalúe la eficiencia energética del biocombustible, su rendimiento y emisión de gases de un motor de combustión interna. El estudio requirió de la presencia de pruebas de laboratorio que permitan valorar la condición y el efecto de los aditivos, se identificaron normativas INEN que son aplicables en el medio y que determinan características a cumplir por parte de los combustibles. Los combustibles que se utilizaron que son la gasolina Extra y Eco país, se realizó un análisis comparativo en base a las variables de viscosidad, densidad y el poder calorífico, este aspecto, se sustenta en pruebas de ruta de un vehículo en el tramo de Guano a Chambo, a partir de lo cual, fue factible la medición de los volúmenes de combustible que se han consumido, se efectuó el control de las emisiones del motor con y sin la presencia del aditivo. Para el análisis estadístico se realizaron tablas tabuladas en MINITAB que ayudaron para la comparación de resultados entre estos dos combustibles, en las tablas observamos cómo se diferencia notablemente cada combustible en relación a las pruebas realizadas. Se concluye que el volumen de la gasolina Extra disminuye en presencia del uso de aditivo, de igual manera, en el uso de la gasolina Eco-país, el grado de disminución en el volumen de combustible es similar en ambos casos. Así como también se produce un aumento en el poder calórico de los combustibles, esto hace que las emisiones de los gases se reduzcan significativamente. Se recomienda disponer de un lineamiento de mantenimiento, ya que la presencia de un aditivo no garantiza de ninguna manera el proceso efectivo de combustión interna de un automotor.

Palabras clave: <CONTAMINACIÓN AMBIENTAL>, <EMISIONES VEHICULARES>, <GASOLINA>, <OCTANAJE>, <PODER CALORÍFICO>.

10-08-2022



1659-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

The aim of this research was the comparative analysis between traditional gasoline and biofuel that are subject to an additive that raises their octane number through a calorimetric bomb that evaluates the energy efficiency of the biofuel, its performance, and gas emission of an engine of the internal combustion. The study required the presence of laboratory tests that allow assessing the condition and effect of the additives, INEN regulations that are applicable in the environment, and that determine characteristics to be met by the fuels identified. The fuels used are Extra gasoline and Eco country. A comparative analysis was carried out based on viscosity, density, and calorific values. This aspect is based on road tests of a vehicle in the Guano section to Chambo, from which it was feasible to measure the volumes of fuel that have been consumed. The control of engine emissions was carried out with and without the presence of the additive. For the statistical analysis, tabulated tables were made in MINITAB that helped to compare the results between these two fuels. In the tables, we observe how each fuel differs significantly in relation to the tests carried out. It is concluded that the volume of Extra gasoline decreases in the presence of the use of additives. In the same way, in Eco-country gasoline, the degree of decline in fuel volume is similar in both cases. As well as an increase in the caloric power of fuels, gas emissions are significantly reduced. It is recommended to have a maintenance guideline, since the presence of an additive does not guarantee in any way the effective internal combustion process of a vehicle.

Keywords: <ENVIRONMENTAL POLLUTION>, <VEHICULAR EMISSIONS>, <GASOLINE>, <OCTANE>, <CALORIFIC POWER>.



Lcda. Sandra Leticia Guijarro P. Mgs

C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como finalidad el análisis de la eficiencia energética del denominado biocombustible Eco-país y del combustible tradicional Extra, en los cuales, es factible añadir determinados porcentajes de un aditivo elevador de octanaje Liqui Moly. De esta manera, se efectúa una evaluación de las propiedades de los mismos y la verificación de la eficiencia del uso de los aditivos en los combustibles.

Actualmente, la contaminación ambiental en el Ecuador constituye un problema que afecta gravemente a la salud de la población, esto se debe al incontrolable crecimiento anual del parque automotor. Sin embargo, en los últimos años se logró reemplazar un cierto porcentaje de la gasolina Extra por el biocombustible “eco-país”, el cual, contiene una mezcla del 5% de bioetanol, el mismo, es extraído de la caña de azúcar y el 95% de la base de combustible (CAMACHO H., 1999 pp. 30-35). Por este particular, es de interés realizar la comparación de los mencionados combustibles en función de verificar si el biocombustible “eco-país” es menos contaminante que el combustible Extra. Simultáneamente, se plantea conocer el efecto de un aditivo elevador de octanaje sobre la característica operativa de los combustibles.

Dentro de la metodología, se recurre a un diseño experimental que permita abordar el problema de manera controlada en función de la obtención de resultados que generen un análisis y discusión. Adicionalmente, se establece una investigación deductiva, la cual, parte de la observación de fenómenos generales y que sustenten un enfoque específico. Este particular, hace referencia al estudio de los combustibles Extra y Eco-país en relación al poder calorífico obtenido con un aditivo elevador de octanaje.

Con el presente estudio, se apunta a comparar el punto de inflamación de los combustibles una vez que se añade el aditivo Liqui Moly, también se va analizar las características de consumo volumétrico, poder calorífico, y la emisión de gases contaminantes. Por lo tanto, el porcentaje de elevación de octanaje de los combustibles pretende establecer la efectividad del aditivo en los combustibles y así, verificar que el cambio de las propiedades de los combustibles.

Lo mencionado, se orienta a comprobar que combustible es adecuado en el uso de los vehículos en el medio ecuatoriano, además, de verse reflejado en aspectos de control y reducción de contaminantes, consumo de combustible, entre otros.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador, la contaminación ambiental producida por los automóviles se ha incrementado notablemente año tras año, este particular es función del gran crecimiento que dispone el parque automotor en el territorio ecuatoriano, por esta razón, las emisiones vehiculares contribuyen de manera significativa a los volúmenes que se generan de hidrocarburos, HC, óxidos de nitrógeno, NOx, y en el monóxido de carbono, CO, los cuales, impactan en la salud pública de la población.

Conforme el desarrollo de la tecnología automotriz, se identifica la incidencia positiva de los componentes electrónicos en la optimización del proceso de combustión interna de los motores de gasolina, este aspecto colabora en el control y reducción de los contaminantes del aire (PÉREZ D., 2018 pp. 30-40).

En el campo automotriz, existen desarrollos acordes a la tecnología actual y que permiten la creación de los denominados vehículos híbridos, los cuales, se caracterizan por la reducción de la contaminación en un porcentaje del 50%. Por otro lado, la existencia de vehículos eléctricos constituye otro componente de control sobre las emisiones, sin embargo, su costo elevado resta la capacidad adquisitiva en la población (APARICIO F., 2020 pp. 71-73).

En el caso concreto del Ecuador, se ha desarrollado combustibles de carácter alternativo que buscan reducir los índices de contaminación. En este sentido, se tiene el denominado Eco país, mismo que propone ser un factor de control de la contaminación. Dicho de otra manera, el presente proyecto cita a este combustible como un medio apropiado para actuar en la reducción de la contaminación (ALEJOS, C.; CALVO, E, 2015 pp. 40-50).

En la ciudad de Riobamba, se comercializa varios tipos de elevadores de octanaje para combustible. En este ámbito, se conoce la existencia internacional del aditivo Liqui Moly, sin embargo, aún es desconocido el efecto de este aditivo sobre las propiedades de los combustibles y en el rendimiento del motor (DARQUEA, D., 2018 pp. 20-25).

A nivel de país, el Ecuador utiliza dos tipos de gasolina y un biocombustible Eco-país. A manera de dato histórico, se conoce que, en el 2012, el consumo ascendió a una cifra de 23.6 millones de barriles, de los cuales, el 73% corresponde a la gasolina Extra mientras el 22.5%, es Súper y finalmente, el 4.5 % es Eco-país. De manera complementaria, se conoce que el combustible de mayor consumo es la Extra, la cual, es un factor de contaminación ambiental, por este motivo, el

Gobierno en junio del 2017, impulsa la venta de biocombustible Eco-país, que se compone de un 5% de bioetanol y 95% de gasolina (CAMACHO H., 1999 pp. 30-35).

1.2. Justificación del proyecto

En el año de 1860, se construye el primer vehículo que se caracteriza por el uso del denominado Motor de Combustión Interna de Ciclo Otto, este punto cambio completamente la vida de las personas debido a su facilidad de transporte de un lugar a otro. Con el apareamiento de este automotor se generan enormes ventajas para la época, sin que se llegue a estimar potenciales problemas de contaminación en el futuro (CAMPS Michelena, M., 2008 pp. 55-59).

Se determina a nivel mundial que una de las principales fuentes de contaminación atmosférica son los vehículos, por esta razón, el mundo planeta la necesidad de establecer normas que regulen el nivel de contaminación vehicular y que sean función del año de fabricación, sistema de alimentación y tipo de combustible (CAMACHO H., 1999 pp. 60-70).

En el Ecuador, se emplea diferentes gasolinas, las cuales, se identifican con el número de octano, es así que se tiene, la gasolina Extra, 87octanos, y la gasolina “Súper”, que equivale al combustible Premium con 93 octanos. Adicionalmente, existe un biocombustible denominado Eco-país a base de combustible Extra , de bioetanol con base de caña de azúcar y 95% de gasolina Extra. Se establece que este combustible tiene las propiedades semejantes a la base de gasolina Extra salvo por la adición del bioetanol (DARQUEA, D., 2018 pp. 20-25).

De manera general, el alcohol genera menor emisión de contaminantes. Por este motivo, este biocombustible se desarrolla en base a cultivos agrícolas de caña de azúcar y se transforma en una fuente de energía renovable. La presente investigación propone analizar los parámetros característicos de cada una de las gasolinas comerciales y así evidenciar el aumento o pérdida en dichas variables. Adicionalmente, se busca corroborar el uso de esta nueva gasolina en los motores de combustión interna, sin la necesidad de realizar modificaciones al motor y manteniendo la potencia del motor.

El Ecuador desarrolla proyectos en busca de combustibles alternativos que reduzcan las emisiones de gases contaminantes que caracterizan la combustión de los motores de ciclo Otto y que, a su vez, se generen similares características en el funcionamiento de los automotores. Por este motivo, la calidad de los combustibles se relaciona con el desempeño mecánico y térmico.

Es indispensable conocer que el octanaje de los combustibles se determina como la capacidad antidetonante que dispone el carburante al momento de ser sujeto de compresión en el cilindro

del motor, por lo tanto, el mayor octanaje mejora la eficiencia del motor (CARRETERO A., 2012 pp. 30-35).

El uso de los aditivos en su mayoría se produce sobre los combustibles tradicionales como la gasolina Extra, de menor octanaje a diferencia de la Súper. Este particular, permite la presencia de aditivos para que sus propiedades se equiparen a la gasolina Súper. Adicionalmente, colocar aditivo al biocombustible eco-país, elevan su octanaje, razón por la cual, es válido investigar si la emisión de gases contaminantes aumenta o disminuye mediante un análisis de poder calorífico. Finalmente, se conoce que elevar el octanaje en la gasolina mejora la economía de combustible e incluso, reduce las emisiones de los gases contaminantes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Establecer un análisis comparativo entre la gasolina tradicional y un biocombustible que sean sujetos de un aditivo que elevé su octanaje mediante el uso de una bomba calorimétrica que evalué la eficiencia energética del biocombustible, su rendimiento y emisión de gases de un motor de combustión interna.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer información técnica de la composición de la gasolina Extra y Eco-país en función de su eficiencia y grado de contaminación como parte de los procesos de combustión interna.
- Determinar los parámetros (poder calorífico, consumo volumétrico y emisiones) inherentes al proceso de combustión interna con el uso de gasolina Extra y Eco-país antes y después del uso del aditivo Liqui Moly.
- Identificar las variables y la afectación que produce el aditivo Liqui Moly en la gasolina Extra y Eco-país en el funcionamiento de un automotor de combustión interna.
- Establecer un protocolo de pruebas en el combustible Extra y Eco-país añadiendo un aditivo que ayuda a aumentar el octanaje en el combustible y verificar la efectividad del aditivo elevador de octanaje Liqui Moly en cada carburante.

1.4. Hipótesis

El uso de un aditivo en la gasolina Extra y Eco-país genera una mejor eficiencia energética y un mejor rendimiento en un motor de combustión interna

1.5. Alcance

El análisis de la eficiencia energética que se obtiene con el uso de un aditivo que eleva el octanaje del combustible tradicional Extra y del biocombustible Eco-país, va de la mano del Punto de Inflamación de los mencionados combustibles en función de establecer una comparación de las características físico-químicas de las gasolinas e incluso, verificar la efectividad del aditivo en procesos de combustión.

Debido a la condición geográfica de Ecuador, es relevante conocer si el biocombustible Eco-país es efectivo en los motores de combustión interna y en el control de la contaminación. Por lo tanto, con el desarrollo del presente documento se conocerá los beneficios del uso del aditivo Liqui Moly en el biocombustible Eco-país y la correspondiente necesidad de incrementar su utilización.

1.6. Estado del arte

La contaminación ambiental que sufre el planeta desde el siglo pasado, se potencializa con el descontrolado incremento de la cantidad de automotores que son parte de la actividad económica del ser humano. En este sentido, paulatinamente a nivel mundial se ha estructurado una política de cuidado del medio ambiente, sin que hasta el momento se cuente con resultados efectivos en su implementación.

Conforme al desarrollo tecnológico del ámbito industrial se han desarrollado aditivos que aumentan el octanaje y que reducen la contaminación ambiental, este particular, se orienta incluso a mantener la potencia de motores a gasolina e incrementar su poder calorífico. Un aspecto fundamental a tomar en cuenta, es la comparación del desempeño que logran los combustibles al disponer un aditivo externo.

Las investigaciones que han realizado en los diversos ámbitos disponen de aplicaciones en aspectos de contaminación mediante el uso de biocombustibles integrados al mercado, de igual manera, se busca lograr la eficiencia de los procesos de combustión mediante la validación de pruebas en los combustibles que sustenten el normal desempeño de los automotores.

En el caso de Arévalo, (2010), en base al desarrollo de un trabajo denominado “Adaptación de un sistema dual de combustible en un motor de cuatro tiempos 125cc a carburador en un banco de pruebas, para análisis de funcionamiento en gasolina y metanol”, determina los parámetros que inciden en la contaminación ambiental de los motores a gasolina y a su vez, genera la base para una investigación de alternativas como el bioetanol, sin descartar, el mantenimiento de los automotores y su efectivo funcionamiento.

En el criterio de CHECA A. (2020), mediante la “Evaluación de las emisiones de gases contaminantes de un motor de combustión interna experimental con diferentes tipos de gasolinas mediante pruebas estáticas”, se establece la contaminación ambiental que generan los componentes nocivos de la gasolina. El objeto de estudio se orienta a la evaluación de las emisiones de contaminantes con el uso de 3 diferentes combustibles: Súper de 93 octanos, Extra con 87 octanos y Eco país 85 octanos. Se concluye que el CO de Extra y Ecopaís se ubica entre 0,144 g/s y 0,155 g/s, y es menor para la gasolina Súper. La emisión de hidrocarburos, HC, es alta con la gasolina Eco país. En el caso de los Óxidos de Nitrógeno, NOx, el valor más bajo se obtiene con la gasolina Súper y se ubica entre los 0,005 g/s y 0,007 g/s. El combustible que menos contamina es la gasolina Súper.

En el trabajo efectuado por MEDINA & TORRES, (2017) denominado el “Sistema de reducción de emisiones contaminantes procedentes en motores de combustión interna mediante tratamiento post combustión por descarga de barrera eléctrica”, se realizó pruebas en 4 vehículos diferentes mediante un dinamómetro a 2500 rpm y un torque del 100 % y la generación de un sistema de plasma que dispone un circuito monoestable. La mencionada barrera dieléctrica logra minimizar la presencia de los óxidos de nitrógeno en porcentajes que van desde el 14.45 % en el Kia Sportage y el 10.52 % en el Chevrolet Forsa.

Por medio del trabajo de ROCHA & ZAMBRANO (2015), el cual, se determina como “Análisis del motor de encendido provocado debido a la presencia de aditivos” y que utilizó análisis de los aditivos y sus mezclas con gasolina Extra, se logró conocer el rendimiento del motor mediante pruebas estáticas con carga, además de la potencia y la emisión de contaminantes. De manera complementaria, se efectuaron pruebas dinámicas en función de conocer el volumen de combustible que se consume. Se concluye que existe un rendimiento favorable con la presencia de aditivos en el combustible e incluso se obtiene una reducción del 3 % en su consumo.

Mediante el trabajo de POLO (2016), el cual, se denomina “Evaluación de la cinética de oxidación del dietil carbonato y su comportamiento como aditivo oxigenante en motores de combustión interna” utilizó la presencia de carbonato de dimetilo, DMC, que es un aditivo de combustible por gran contenido de oxígeno, 53%, baja toxicidad y rápida biodegradabilidad. Su cómo aditivo brinda beneficios en el medio ambiente en comparación con el metil terbutil éter, pues, resulta efectivo en la disminución de emisiones de CO, NOx e hidrocarburos. El DMC es un aditivo que mejora la combustión.

Finalmente, se relaciona el documento de MONTERO (2020), que se identifica como “Análisis de las propiedades de la gasolina Súper y Ecopaís comercializada en la ciudad de Guayaquil al ser mezclado con un aditivo”, este trabajo se enfoca en un estudio de las variaciones de las gasolinas

Súper y Eco país al mezclarse con un aditivo, por lo mismo, se establece una relación en su impacto con el medio ambiente.

1.6.1. Bomba calorimétrica

La bomba calorimétrica es un mecanismo que estima el poder calorífico de un combustible cuando es sujeto de un proceso de combustión. En este ámbito, se inyecta un volumen de combustible a analizar y la cantidad de oxígeno que se requiere para que se desarrolle la combustión, la cual, inicia con la ignición de un conductor eléctrico ubicado en cortocircuito.

Con la finalidad de absorber el calor liberado, la bomba es sumergida en una camisa de agua, por lo tanto, el sistema debe ser aislado térmicamente para eliminar pérdidas de calor. El calor liberado es parte de un proceso de medición en base a la diferencia de temperaturas del agua que es parte del calorímetro, de la masa del combustible, de la masa de la bomba calorimétrica y después de aplicar factores de corrección.



Figura 1-1. Bomba calorimétrica

Fuente: (MONTERO, P., 2020)

En el criterio de Llanes E. & Rocha J. & Peralta D. y Leguisamo J. (2018), la bomba calorimétrica es una máquina que absorbe la energía mecánica nativa de un motor eléctrico, mecánico y/o térmico para generar el transporte de un fluido que dispone de un mismo nivel, diferentes niveles y a diferentes velocidades del líquido. La bomba se compone estructuralmente de un obús de acero inoxidable, de forma cilíndrica y provista de una rosca que permite asegurar el tapón del mismo material. Por otro lado, es válido tener presente los siguientes conceptos:

- **Calorimetría:** Es una parte de la física que se enfoca en las mediciones de la cantidad de calor que se genera o se pierde en determinados procesos físicos y químicos
- **Poder calorífico:** Es la característica de un combustible para disponer de una cantidad de energía que se desprende de una reacción que es parte de un proceso de combustión. La magnitud del poder calorífico varía según la manera como es evaluada, por esta razón, se

identifica la expresión Poder Calorífico Superior, PCS, y Poder Calorífico Inferior, PCI. (AEM.).

- **Poder calorífico superior:** Es la cantidad total de calor que se desprende en la combustión completa de 1 Kg de combustible con la característica que el vapor de agua que se origina en la combustión se condensa y se evalúa. Es decir, el calor desprendido es parte de un cambio de fase.
- **Poder calorífico inferior, PCI:** Constituye la cantidad total de calor que se desprende de la combustión total de 1 kg de combustible. No se debe considerar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua que genera la combustión puesto que no se produce un cambio de fase y más bien, es expulsado como vapor.
- **Energía:** Se encuentra definida como una capacidad de desarrollar un trabajo, es decir, se produce un movimiento de las condiciones iniciales de un objeto de interés. Es decir, existe una equivalencia entre trabajo y energía. Adicionalmente, se determina una secuencia ordenada en la conversión, uso, almacenamiento y transferencia de energía Combustible

A nivel de los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel se conoce que su origen se vincula a la degeneración de las plantas y animales durante millones de años. Estos combustibles, disponen de la característica de ser volátiles e inflamables por su composición de moléculas de 4 a 10 carbonos, obtenidas a temperaturas de 30°C a 200°C, este carburante es parte del proceso de combustión de los motores de 4 tiempos (CAMPS Michelena, M., 2008 pp. 15-20).

1.6.2. Combustibles Súper y Extra

Históricamente, el Ecuador ha comercializado gasolina Extra y Súper. Siendo ambos combustibles de mayor venta en el país, se caracterizan por su nivel de octanaje y su precio. En lo que tiene que ver con el Índice de Octano o también llamado Octanaje, se relaciona una escala numérica que se establece por la comparación de la autoignición del combustible, en este caso, los motores con relaciones de compresión bajas utilizan octanajes pequeños, sin embargo, los motores de alta compresión deben utilizar combustible de alto octanaje para controlar y eliminar una potencial autoignición y golpeteo (CAMACHO H., 1999 pp. 50-55).

En el Ecuador, el combustible Extra dispone de un octanaje que se ubica entre los 85 y 87 octanos, mientras que la Súper dispone de 90 a 92 octanos. De manera general, se establece que los combustibles son finitos y no renovables, lo que, sumado a la gran contaminación atmosférica que se genera en los poblados han provocado la necesidad de promover alternativas energéticas a partir de recursos orgánicos vegetales o animales (CAMACHO H., 1999 pp. 50-55).

1.6.3. Biocombustible

Los cambios climáticos en el mundo son relevantes al igual que la inestabilidad de los precios del petróleo y las consecuentes políticas de seguridad energética que disponen los países petroleros, por esta razón, se identifica a los biocombustibles como una potencial fuente de energía alternativa. En este ámbito, los biocombustibles de primera generación se producen por la tecnología convencional y a partir de cultivos alimenticios (ALEJOS, C.; CALVO, E, 2015 pp. 60-65). Se tiene presente que los denominados biocombustibles no constituyen la solución definitiva de los problemas energéticos, económicos y ambientales que adolece el mundo. Sin embargo, constituyen una fuente alternativa de energía corto, mediano y largo plazo que se relaciona a la incógnita de la evolución de los combustibles fósiles que son la base del desarrollo de la economía mundial (DARQUEA, D., 2018 pp. 20-23).

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

1.6.4. Especificaciones técnicas de las gasolinas

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

Tabla 1-1: Requisitos de la gasolina 92 octanos

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	METODO DE ENSAYO
Número de octano Research	RON ^f	92,0	–	NTE INEN 2102
Destilación :				NTE INEN 926
10%	°C	–	70	
50%	°C	77	121	
90%	°C	–	190	
Punto final	°C	–	220	
Residuo de destilación φ_v	%	–	2	
Relación vapor – líquido, a 60°C, V/L	–	–	20	NTE INEN 932 ASTM D 5188 ^d
Presión de vapor	kPa ^A	–	60 ^B	NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50°C)	–	–	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	–	4,0	NTE INEN 933
Contenido de azufre	ppm	–	650	NTE INEN 929 ASTM D 4294 ^D
Contenido de aromáticos, φ_w	%	–	35,0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Contenido de benceno, φ_v	%	–	2,0	ASTM D 3608 ^E ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730
Contenido de olefinas, φ_v	%	–	25,0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	min.	240	–	NTE INEN 934 ASTM D 7525
Contenido de oxígeno, W _{O2}	%		2,7 ^E	ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845
Contenido de plomo	mg/l	–	No detectado _{F,G}	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	–	No detectado _{F,H}	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de hierro	mg/l	–	No detectado _{F,I}	ASTM D 5185

^A 1 kPa \approx 0,01 kgf/cm² \approx 0,10 N/cm² \approx 0,145 kgf/pul².
^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.
^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol.
^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación.
^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla.
^F Sin adición intencional.
^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237.
^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831.
^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185.
^J No existe unidad del Sistema Internacional.
 φ Porcentaje en volumen.
W Porcentaje en masa.

Fuente: (INEN, 2016)

Tabla 2-1: Requisitos de la gasolina de 87 octanos.

REQUISITOS	UNIDAD	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research	RON ^J	87,0	-	NTE INEN 2102
Destilación :				NTE INEN 928
10%	°C	--	70	
50%	°C	77	121	
90%	°C	--	189	
Punto final	°C	--	215	
Residuo de destilación φ_v	%	--	2	
Relación vapor – líquido, a 60°C, V/L	--	--	20	NTE INEN 932 ASTM D5 188 ^D
Presión de vapor	kPa ^A	--	60 ^B	NTE INEN 928 ^C ASTM D 4953 ASTM D 5191 ^D
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50°C)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm ³	--	3,0	NTE INEN 933
Contenido de azufre	ppm	--	650	NTE INEN 929 ASTM D4 294 ^D
Contenido de aromáticos, φ_v	%	--	30,0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D6730
Contenido de benceno, φ_v	%	--	1,0	ASTM D 3608 ^C ASTM D 5580 ^D ASTM D 6277 ASTM D 6730
Contenido de olefinas, φ_v	%	--	18,0	NTE INEN 2252 ^D ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	min.	240	--	NTE INEN 934 ^D ASTM D 7525
Contenido de oxígeno, W ₁₂	%	--	2,7 ^E	ASTM D 4815 ^D ASTM D 5845 ASTM D 6730
Contenido de plomo	mg/l	--	No detectado _{F,G}	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	--	No detectado _{F,H}	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de hierro	mg/l	--	No detectado _{F,I}	ASTM D 5185

^A 1 kPa \approx 0,01 kgf/cm² \approx 0,10 N/cm² \approx 0,145 kgf/pul².
^B En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.
^C Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol.
^D Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación.
^E El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla.
^F Sin adición intencional.
^G No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237.
^H No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831.
^I No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185.
^J No existe unidad del Sistema Internacional.
^φ Porcentaje en volumen.

Fuente: (INEN, 2016)

1.6.5. Gases contaminantes

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

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

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

- **Hidrocarburos, HC:** Los hidrocarburos son residuos de la falta de combustión íntegra del combustible. Entre los hidrocarburos de mayor peligro que son emitidos a la atmósfera se tiene los Compuestos Orgánicos Volátiles, COV. Estos compuestos disponen de una gran toxicidad sobre el ser humano.
- **Monóxido de carbono, CO:** El monóxido de carbono es producto de la combustión incompleta de elementos como gas natural, gas propano, gasolina, petróleo, queroseno, madera o carbón. Por lo tanto, se genera dentro del funcionamiento de automóviles, lanchas, motores a gasolina, cocinas, entre otros.
- **Óxidos de nitrógeno, NOx:** Se generan en ambientes de gran temperatura y presión inherentes al funcionamiento de un motor de combustión interna, en este punto, los átomos de nitrógeno y oxígeno del aire reaccionan para estructurar al Monóxido de Nitrógeno (NO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y otros óxidos de nitrógeno, que de manera colectiva se conocen como NOx.
- **Dióxido de azufre, SO₂:** El SO₂ es un gas que se caracteriza por ser incoloro, de olor penetrante y que se produce por la presencia de azufre en el combustible que se utiliza. A su vez, al oxidarse en la atmósfera se producen sulfatos y forman material particulado.
- **Partículas, PM:** Las partículas son producto de los procesos de combustión de los motores de gasolina. Este contaminante tiene gran impacto en la salud humana y se asocia con el incremento de los síntomas que son parte de enfermedades respiratorias, disminución de la función pulmonar, el agravamiento del asma e incluso las muertes prematuras por problemas respiratorios y cardiovasculares.
- **Plomo, Pb, y aditivos metálicos:** Se basa en una característica antidetonante de la gasolina, sin embargo, tiene un efecto nocivo en el coeficiente intelectual de los niños que perciben su presencia.
- **Amoniaco, NH₃:** Las emisiones de amoniaco son importantes por su reacción con el SOx y el NOx para formar partículas secundarias como el Sulfato de Amonio y el Nitrato de Amonio.

- **Dióxido de carbono, CO₂:** El dióxido de carbono es un gas con efecto invernadero, es decir, atrapa el calor que emite la tierra y su aporte es significativo para el calentamiento del planeta.
- **Metano, CH₄:** Es un gas de efecto invernadero que se genera como parte de los procesos de combustión de los automotores. Su potencial de calentamiento es 21 veces superior al dióxido de carbono.
- **Óxido nitroso, N₂O:** Es un contaminante de la familia de los óxidos de nitrógeno y aporta en el efecto invernadero con un potencial de calentamiento de 310 veces más que el generado por el dióxido de carbono.

1.6.6. Aditivos

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

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

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

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

evidencia un incremento del 1,24% en el poder calorífico sobre la gasolina Súper mientras que la gasolina Eco-país no registra incremento alguno (CARRETERO A., 2012 p. 40).

Por otra parte, Quimbita (2017), mediante la “Determinación del Potencial Energético y Mecánico de motor Mazda F2 al utilizarlos tipos de gasolina comercial empleados en el Ecuador”, se dedicó a desarrollar pruebas de desempeño en el potencial mecánico de un motor perteneciente a un vehículo Mazda F2. Así, determinó que el combustible Eco-país incrementa el torque y potencia, sin embargo, el poder calorífico sufre una disminución. Además, en el combustible Súper y Extra, se determina que existe una disminución sobre la potencia y torque, pero aumenta el poder calorífico en relación al combustible Eco-país.

Mientras tanto, en el criterio de Rojas (2018), mediante un estudio desarrollado en la ciudad de Quito sobre las emisiones de vehículos a gasolina que utilizan aditivos locales, se determina mediante el uso de un Analizador de Gases que los contaminantes se reducen de manera significativa con la presencia de un aditivo en el volumen de combustible del vehículo.

1.6.7. Lineamiento de trabajo

Se tiene un trabajo de índole experimental, se soporta en las propiedades de los combustibles en estudio, así como del efecto que provoca el aditivo Liqui Moly dentro de las mismas y del consecuente, efecto dentro del proceso de combustión interna del motor. Bajo este antecedente, es válido indicar que el análisis de resultados contempla las propiedades de los combustibles Extra y Ecopaís sin aditivo, posteriormente se determina, la incorporación del aditivo elevador de octanaje, Octane Plus, Liqui Moly, el rendimiento de los combustibles en el motor del vehículo y la incidencia que se tiene sobre las emisiones contaminantes que produce cada combustible.

Es significativo indicar que la denominada **caracterización** de los combustibles dispone de los datos que son parte de la Norma INEN 935, PRODUCTOS DERIVADOS DE PETRÓLEO. GASOLINA. REQUISITOS, 2016, y que determina los requisitos de cumplimiento sobre las gasolinas parte del proceso de combustión de los motores de combustión interna.

Las características del motor de combustión interna se vinculan al denominado Ciclo Otto, el cual, transforma la energía calorífica en energía mecánica. En función que este proceso de combustión se genera en la cámara, adquiere el nombre de motor de combustión interna y cuyo funcionamiento radica en la detonación de un combustible mediante la presencia de una fuente de calor que es la bujía. El mencionado ciclo se compone de cuatro tiempos:

- Admisión, la válvula de admisión permite el paso al aire mezclado con gasolina (carburador) o solo aire (inyección). Por lo tanto, el movimiento del pistón crea un vacío. El punto muerto superior es la zona alta donde llega el pistón y el punto muerto inferior es lo más bajo.

- Compresión, las válvulas están cerradas, el pistón parte hacia arriba y comprime la mezcla incrementando su temperatura.
- Explosión, se produce la chispa y la consecuente explosión. El pistón se desplaza hacia abajo por la fuerza de los gases en su combustión.
- Escape, finalmente, se abre la válvula de escape, sube el pistón y se salen los gases por el escape.

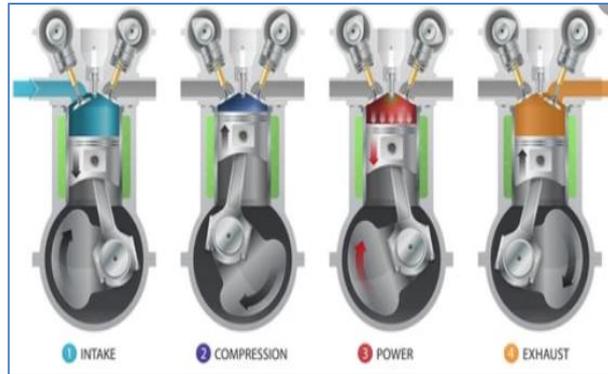


Figura 2-1. Ciclo Otto de un motor de combustión interna

Fuente: (A. CHECA, 2020)

Los términos significativos y asociados al presente estudio, se relacionan a:

- Aditivos, son los compuestos formulados en función de mejorar la calidad y la eficiencia del combustible, por tanto, benefician al motor y sus componentes.
- Emisión contaminante, es el resultado de una combustión de carburantes (carbón y derivados del petróleo) como el dióxido de carbono.
- Analizador de gases, es un equipo utilizado para medir la concentración de monóxido de carbono e hidrocarburos en un proceso de combustión de un motor

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio requiere de la presencia de pruebas de laboratorio que permitan valorar la condición y el efecto de los aditivos, lo cual, se sustenta en un lineamiento establecido a partir de los condicionantes de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, ASTM. De manera complementaria, es de suma importancia el disponer de trabajos asociados que sustenten las propiedades de los combustibles y de los aditivos. Por otra parte, se identifica la presencia de normativas INEN que son aplicables en el medio y que determinan características a cumplir por parte de los combustibles, de las emisiones de los procesos de combustión interna de los motores a gasolina, entre otros.

En el caso de los combustibles a utilizar que son la gasolina Extra y Eco país, se requiere un análisis comparativo en base a las variables de viscosidad densidad y el poder calorífico. Este aspecto, se sustenta en pruebas de ruta de un vehículo en el tramo de Guano a Chambo, en la cual, es factible la medición de los volúmenes de combustible que se han consumido, se efectuó el control de las emisiones del motor con y sin la presencia del aditivo y, finalmente se obtengan resultados, los cuales, debidamente tabulados sean el sustento para el análisis y consecuentes conclusiones

2.1. Método de investigación

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad conocer la eficiencia energética del biocombustible Eco-país y el combustible tradicional Extra una vez que son mezclados con un aditivo elevador de octanaje. En ese sentido, se recurrirá a un diseño, experimental que permita estudiar el problema de una forma controlada en la generación de datos y en la consecuente, análisis y discusión (PAGLIARO F., 2020 p. 45).

En función del sentido del tema planteado y que dispone de significativo lineamiento teórico, es factible la utilización del método de investigación deductivo, el cual, se soporta en el análisis de fenómenos generales para posteriormente llegar a aspectos particulares, por lo mismo, es de uso el mecanismo de la observación por parte de los participantes (CID D., 2016 p. 30).

Por otro lado, se tiene presente un enfoque experimental sobre el estudio de las características de los combustibles Extra y Eco-país comercializados en el Ecuador, pues, es relevante estudiar el poder calorífico de los mencionados combustibles al ser mezclados con un aditivo elevador de octanaje. En este sentido, se utilizará una bomba calorimétrica con las consecuentes muestras de combustible de estaciones de servicio seleccionadas de manera aleatoria y en las cuales, se suministrará aditivo según las indicaciones del fabricante.

Durante el transcurso de la investigación, es necesario realizar varias pruebas experimentales que se complementen con la participación de instrumentos de medida y que identifiquen índices de contaminación, características operativas del motor, desempeño de la potencia del vehículo, índices de consumo de combustible, entre otros.

En la evaluación de las propiedades de los combustibles con aditivo, es factible el uso de una bomba calorimétrica, la cual, permitirá identificar el poder calorífico de cada combustible en base a la normativa INEN y ASTM, mientras que para mezclar el aditivo con los combustibles se toma como referencia las especificaciones del fabricante.

Por otro lado, en el estudio de emisiones producto del proceso de combustión interna se realizará una investigación de campo, la cual, permitirá determinar la diferencia del nivel de emisiones de gases contaminantes que produce el vehículo de motor de combustión interna entre el combustible Extra de 87 octanos (INEN, 2016) con aditivo y el combustible eco-país de 87 octanos, una vez que se utilice un aditivo.

2.2. Métodos empíricos

En este ámbito, se determina la existencia de los denominados métodos empíricos, los mismos, también se hacen presentes en la determinación del poder calorífico de los combustibles con aditivo, las emisiones de gases contaminantes que producen los combustibles ya mezclados con el aditivo y el rendimiento que producen los combustibles mezclados con el aditivo en un vehículo.

2.2.1. Observación

La observación se considera un suministro dinámico de datos que son levantados por el responsable de la investigación. En este punto, se considera una actividad que realiza la persona en base al uso de sus sentidos. Se tiene presente que los datos son levantados durante el desarrollo del fenómeno (CID D., 2016 p. 40).

Las acciones que son parte del mecanismo de la observación se relacionan a la constatación visual de parámetros de funcionamiento del motor e incluso del apareamiento de colores visibles en las emisiones que son parte del proceso de combustión interna del vehículo a gasolina. Un aspecto relevante dentro de este lineamiento de trabajo y una vez que se llene el tanque de combustible del vehículo con el combustible mezclado con el aditivo, es la identificación del combustible que genera mejor rendimiento en el automotor.

2.2.2. Medición

La actividad de la medición constituye un proceso básico de la ciencia y que se fundamenta en la comparación de una unidad de medida con el objeto cuya magnitud física se desea medir, de esta

manera, se conoce cuántas veces la unidad de referencia se encuentra contenida en esa magnitud (PAGLIARO F., 2020 p. 45)

El presente método de medición busca conocer el poder calorífico en base a la guía que facilita las normas INEN y ASTM, con este aspecto, es factible realizar mezclas adecuadas que sean analizadas. En este sentido, es de suma importancia la identificación de los hidrocarburos que no se combustionan, HC, la presencia de monóxido de carbono, CO, los índices de dióxido de carbono, CO₂, y el porcentaje de oxígeno, O₂, que interfieren de manera directa en un proceso de combustión efectivo.

2.2.3.Experimentación

La experimentación, método común de las ciencias experimentales y las tecnologías, consiste en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en un laboratorio, en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él. Se entiende por variable o constantemente cambiante a todo aquello que pueda causar cambios en los productos de un experimento (ALEJOS, C.; CALVO, E, 2015 p. 60)

Este método es el fundamental puesto que se va a realizar la experimentación de mezclar un aditivo elevador de octanaje con el combustible Extra y el eco-país y el cual con la ayuda de la bomba calorimétrica se logrará obtener el poder calorífico que obtienen cada uno de estos combustibles al combinarse con el aditivo.

Dentro del enfoque experimental, se determina la necesidad del desarrollo de la denominada Prueba de Ruta, el cual, se enfoca en establecer las características del desempeño del vehículo con el uso del aditivo, con el uso de gasolina Extra y de Ecopaís.

Adicionalmente el ciclo experimental, es valedero porque permite conocer los dispositivos a utilizar y sus características operativas, además, es importante indicar que los mismos son parte del Laboratorio de Mecánica Automotriz de la ESPOCH, bajo esta consideración, es necesario tener presente la existencia de los dispositivos de uso y el fin del mismo, con lo que se tiene:

2.2.3.1. Bomba de Calor

Este dispositivo permite el desarrollo del ciclo de experimentación que se vincula a la identificación del poder calorífico de los combustibles Extra y Ecopaís, a partir del uso y ausencia del aditivo Liqui Moly. Consecuentemente, es factible la determinación de valores a ser tabulados y analizados por parte de los responsables del trabajo.

2.2.3.1.1. Características de fabricación del equipo

Se conoce que el denominado calorímetro automático de bomba de oxígeno se encuentra diseñados y fabricados en función del estándar nacional, con lo cual, se tiene:

- GB / T213, "Métodos de prueba para el calor del carbón"
- GB / T384 "Métodos de prueba para el valor calorífico de los productos del petróleo",

Es relevante indicar que la especificación nacional de medición y determinación JJG672 "Bomba de oxígeno Calorímetro", así como el Calorímetro de Bomba de Oxígeno Q / YXYY-10 XRY-1 Estándar de la Compañía de Shanghai, son parámetros utilizados ampliamente en función de la determinación del valor calorífico de materiales como el carbón, aceites, alquitrán y parafina, entre otros. Este dispositivo es adecuado incluso para las centrales eléctricas, procesos de fundición, cemento y petroquímica, institutos de investigación científica, universidades, entre otros.



Figura 1-2. Bomba de calor

Fuente: (MONTERO, P., 2020)

2.2.3.1.2. Características de la bomba de calor

Básicamente se dispone de las siguientes (ALIEXPRESS, 2020 pp. 30-35):

- El Calorímetro Automático de Bomba de Oxígeno dispone de un sensor de temperatura de precisión y un convertidor A / D de alto rendimiento.
- Usa un microprocesador para estructurar el sistema de control de temperatura inteligente.
- Imprime datos de prueba automáticamente.

Los parámetros técnicos se determinan por los siguientes (ALIEXPRESS, 2020)

- Capacidad calorífica: 14000 - 15000J / K
- Rango de temperatura: 10 - 35 ° C
- Resolución de temperatura: 0,001 ° C
- Error de repetibilidad: $\leq 0,2\%$ ° C
- Presión en bomba de oxígeno: 20 MPa
- Temperatura de operación: 15 - 28 ° C
- Humedad ambiental: Menor del 85%
- Fuente de alimentación: CA 220V \pm 5%, 50 Hz.

2.2.3.2. *Densímetro*

Este equipo, determina la densidad de cada uno de los combustibles, con y sin aditivo. Su operación requiere de una muestra de combustible en la pipeta, se procede a encender el equipo, se selecciona el tipo de combustible y automáticamente, se establece el resultado de la densidad y de la temperatura del combustible (US.VWR, 2020 pp. 30-35):



Figura 2-2. Densímetro

Fuente: (US.VWR, 2020):

2.2.3.2.1. *Características del equipo*

El densímetro portátil DMA 35, útiles en la densidad y concentración de una muestra de interés, dispone de (US.VWR, 2020 pp. 35-40):

- Fácil manipulación.
- Diseño compacto y liviano.
- Apto para muestras difíciles de obtener.
- Pantalla LC.

- Célula de medida con mirilla y retroiluminación.
- Carcasa resistente y a prueba de fugas.
- Uso en áreas peligrosas.
- Comunicación inalámbrica.
- Interfaz IrDA para intercambio de datos con una PC.
- Versiones de producto con interfaz RFID para cambiar la configuración de medición rápidamente mediante la lectura de etiquetas RFID
- Eficiencia de medición.
- Almacenamiento de hasta 100 ID de muestra.
- Dispone de 20 métodos de medición
- Almacenamiento de hasta 1024 resultados de medición.

2.2.3.4. Recipiente externo presurizado

En lo que tiene que ver con la prueba requerida para conocer el consumo de combustible, se requiere utilizar un recipiente externo presurizado, el cual, consta de una bomba manual con la que es factible presurizar el sistema de combustible del automotor. Para este particular, se dispone de una presión de 344,74 KPa, de esa manera, se garantiza el flujo de combustible. Por otro lado, después de los cambios de combustible, es necesario mantener encendido al auto por un lapso de 5 minutos con una aceleración de 4000 rpm.

Por otro lado, se dispone de un recipiente de presión que permite ser un contenedor en el fluido de gases y/o líquidos a presiones mayores que la presión ambiental.



Figura 3-2. Recipiente presurizado

Fuente: (MONTERO, P., 2020)

2.2.3.5. Analizador de emisiones, Kane

En lo que tiene con el analizador de gases Kane, se incluye una pantalla QVGA y es relevante tener presente el rango de mediciones sobre el monóxido de carbono, CO, dióxido de carbono, CO₂, los hidrocarburos, HC, NO_x, factor Lambda y el porcentaje de oxígeno, O₂. Su característica

básica es portátil y de aplicación en automotores de gasolina, GLP, GNC y diésel, la fuente de alimentación es CA y 12 V para una duración de hasta 4 horas. Complementariamente, dispone de un software multilingüe aplicable al diagnóstico de vehículos (KANE, 2020 p. 50).

En base a este enfoque, se tiene una escala de valores que son identificadas en cada una de las pruebas:



Figura 4-2. Analizador de gases

Fuente: (KANE, 2020)

El analizador Kane es de aplicación para de vehículos de gasolina / gasolina, GLP, GNC y diésel con un calentamiento rápido. Dispone de un software multilingüe, AUTOplus y es ideal para las pruebas de preconformidad, diagnóstico de vehículos y mantenimiento según las especificaciones del fabricante. Su mantenimiento es de un costo accesible.

- **Características del equipo**

- La pantalla es QVGA monocromática.
- Fácil de lectura.
- Cuenta con bluetooth
- Adaptación rápida a la pc o dispositivos bluetooth apropiados (se requiere software adicional)
- Diseño compacto.
- Incorpora opción de 4 o 5 gases.

- Dispone de un controlador de la velocidad de la bomba.
- Mejora la vida de la batería.
- Capacidad de las impresiones
- Cuenta con una impresión rápida con el uso de KMIRP2
- Dispone de USB / serie con cable y software
- La impresión es estándar con KMIRP opcional

Se conoce por otro lado que el analizador de gases dispone de unos rangos de medida de las variables de interés, las cuales, son:

Tabla 1-2: Variables de medidas en el analizador de gases

Gases analizables	CO	CO ₂	HC	O ₂
Rango de medición	0-15,00 Vol. %	0-20,0 Vol. %	0-2000ppm(Hexano) 0-4000ppm(Propano)	0-25,00 Vol. %
Precisión de medida	0,06 Vol. %	0,5Vol. %	12ppm vol.	0,1 Vol. %
Principio de medida	Infrarrojo	Infrarrojo	Infrarrojo	Electro-químico
Resolución valores de medida	0,001 Vol. %	0,01 Vol. %	0,1ppm vol.	0,01 Vol. %

Fuente: (INEN, 2017)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.2.3.6. Protocolo de pruebas en emisiones

El estudio en desarrollo requiere de la presencia de unas pruebas de campo para lo cual, los contenidos básicos se resumen en un protocolo que incluye tiempos de medición de las pruebas, 30 segundos, este tiempo genera una emisión en condiciones estables. Por lo mismo, se requiere el desarrollo de las siguientes acciones:

- Comprobar la temperatura del motor asociada a un funcionamiento normal.
- Verificar la ausencia de fugas en el sistema de escape del vehículo.
- Revisar que accesorios como las luces, aire acondicionado, entre otros, estén apagados.
- Constatar que el vehículo se encuentre en neutro para transmisión manual o en parqueo en transmisión automática;

- Conectar la pinza “trigger” al cable de una bujía de encendido y así, establecer las revoluciones del motor.
- Introducir la sonda en el tubo de escape en su totalidad, la cual, debe permanecer en el sistema de escape durante la prueba.
- Verificar que las medidas se efectúen en el denominado ralentí para que sea válida la prueba.
- Efectuar aceleraciones hasta los 2500 rpm y mantenerlas estables para la toma de medidas.

2.3. Metodología cuantitativa

El presente trabajo requiere de un tinte cuantitativo, pues, por un lado, se requiere la presencia de herramientas de medición como es la bomba de calor sobre el análisis de la calidad de los combustibles, la consecuente información sobre el estado real de los combustibles y la evaluación del rendimiento del motor.

Por otro lado, se identifica la presencia del analizador de gases como un medio numérico que evalúa la composición de la emisión que es producto de la combustión interna del motor. En este punto, existe una comparación con los niveles máximos permitidas en función del cumplimiento de las normativas que son vigentes dentro de los Centros de Revisión Vehicular que funcionan en diversas provincias del Ecuador. De manera complementaria, se conoce que en el transcurso del tiempo se ha desarrollado muestras diferentes para medir la eficiencia energética de los combustibles en los motores de combustión interna.

2.4. Esquema de la investigación, muestreo y análisis

El desarrollo secuencial de las etapas que son parte de la presente investigación, se determina por el siguiente esquema:

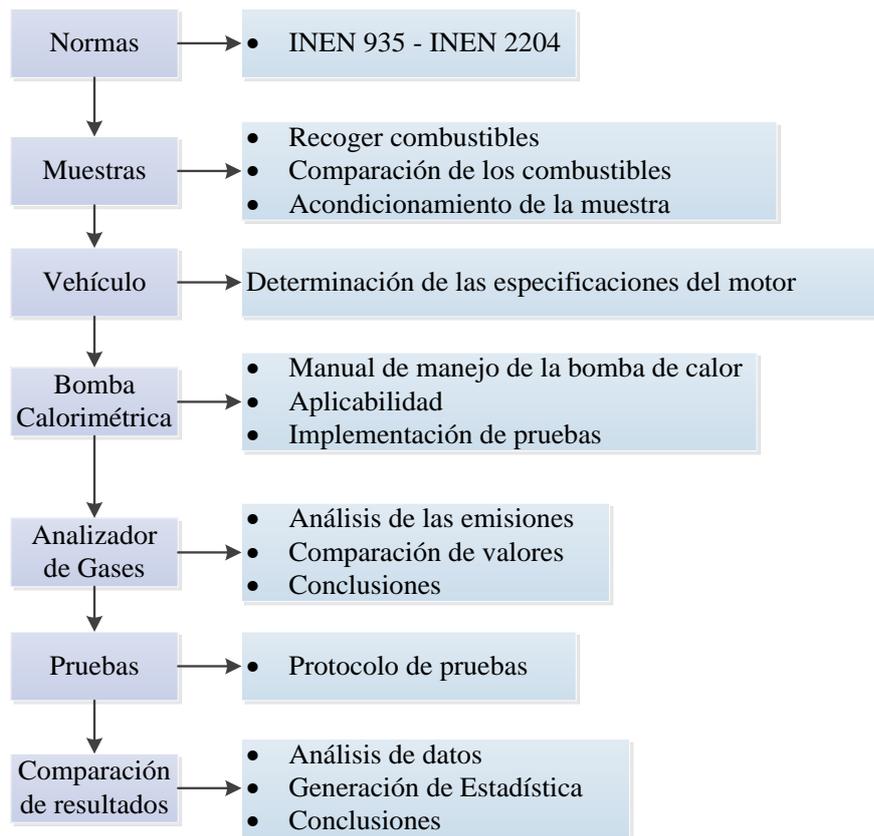


Figura 5-2. Esquema de investigación

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.5. Normas asociadas a la investigación

La Normativa INEN 935 (2016) es de utilidad en el estudio del análisis de poder calorífico del proceso de combustión, en este sentido, es la referencia para los valores permitidos que deben cumplir los productos derivados de petróleo y de la gasolina. Adicionalmente, se debe tener presente que existen parámetros a cumplir por parte de la gasolina que es utilizada en los procesos de combustión interna por chispa.

Por otra parte, se requiere la presencia de la NTE INEN 2204, (2017), denominada “Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina”. Bajo este lineamiento, se llega a conocer los límites permisibles de emisiones contaminantes que son generadas por vehículos que usan gasolina como fuente de energía, revisar ANEXO C.

2.6. Muestra

En lo que tiene que ver con las muestras que son parte de los insumos para los análisis se debe considerar básicamente las estaciones de servicio donde se va a suministrar el combustible con la correspondiente presencia de aditivo.

La muestra del combustible tradicional Extra se obtuvo de la gasolinera Petrocomercial, “El Altar”, la cual, es una gasolinera comercial.

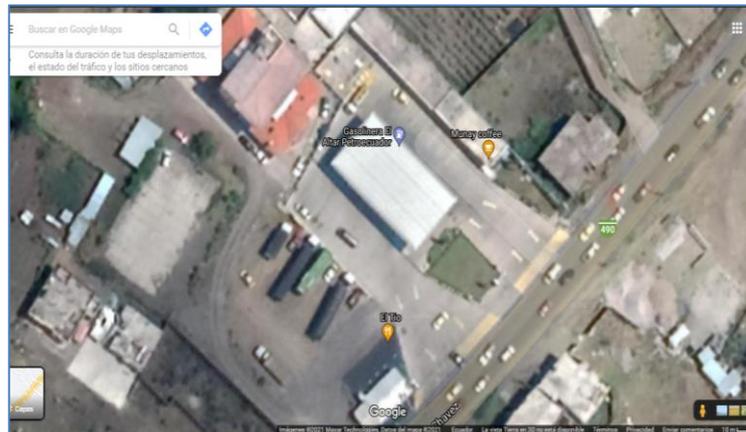


Figura 6-2. Gasolinera 1

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Se adquiere la cantidad de 6 galones para la realización de la prueba de ruta mientras que, para la prueba de laboratorio, se adquirió la cantidad de 4 litros en recipientes esterilizados previamente.



Figura 7-2. Compra de gasolina extra

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La segunda muestra necesaria para el estudio, es el biocombustible Ecopaís, este se obtuvo de la ciudad de Bucay, de la gasolinera “MASGAS”, el viaje que se realizó hasta la ciudad de Bucay duro un máximo de 3 horas.

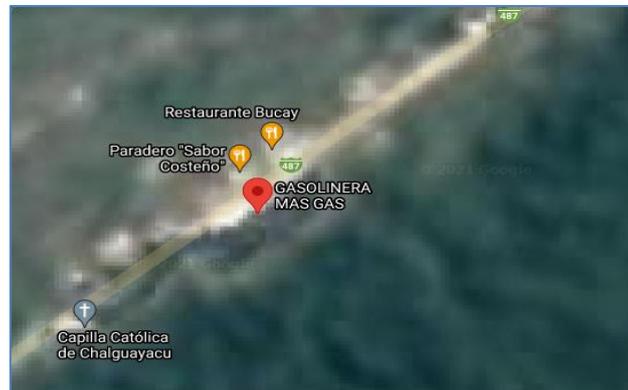


Figura 8-2. Gasolinera 2

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Una vez en la ciudad de Bucay se realizó la compra de la cantidad de 6 galones, cuyo volumen es necesario para realizar las pruebas correspondientes.



Figura 9-2. Compra de gasolina ECOAPAI

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.6.1. Descripción del Aditivo Seleccionado

El Octane Plus Liqui Moly es un tratamiento para mejorar la operación de motores de gasolina que sufren de cascabeleo, golpeteo y detonaciones por gasolinas de insuficiente octanaje. Además, se reduce el consumo de combustible y mejora el rendimiento.



Figura 10-2. Producto de Liqui moly

Fuente: (LIQUI MOLY, 2020)

2.6.1.1. Datos técnicos del aditivo

Los datos técnicos que resumen el aditivo Liqui moly, son los siguientes:

Tabla 2-2: Datos del aditivo Liqui Moly (Según el fabricante)

Color	Café Claro
Uso	Gasolina
Unidad de empaque	150 ml
Peso específico a 15° C	0.817g/cm ³
Viscosidad cinemática	7.0 mm ² /s

Fuente: Pruebas de campo

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.6.1.2. Características del producto

Liqui moly según el fabricante muestra las siguientes características (LIQUI MOLY, 2020 p. 40):

- Eleva el octanaje (RON) del combustible entre 2 y 4 puntos.
- Reduce el consumo de combustible.
- Mejora el rendimiento del combustible.

- Previene daños en el motor causados por combustiones detonantes.
- No daña los convertidores catalíticos.

2.6.1.3. Aplicación del producto indicada por el fabricante

- Verter Octane Plus en el depósito y repostar el combustible a continuación.
- Aplicar una lata de Octane Plus de 150ml en cada llenado completo del tanque.
- 150ml son suficientes para hasta 50 litros de combustible.

2.6.1.4. Composición de la mezcla

La preparación de las mezclas para las diferentes experimentaciones y pruebas, se realizó siguiendo las especificaciones del fabricante, el cual, indica que 150ml son suficientes para 50 litros. La relación requerida es una regla de tres.

Ecuación de regla de tres:

0.15L aditivo	50L gasolina
“X” litros de aditivo será necesario	“X” litros de combustible.

$$X \text{ aditivo} = \frac{0.15 \text{ litros aditivo} * X \text{ litros de combustible}}{50 \text{ litros de gasolina}} \quad (1)$$

Las sustancias utilizadas fueron:

- Combustible tradicional extra
- Biocombustible Eco país
- Aditivo Octane plus de Liqui Moly

2.7. Vehículo de prueba

El presente trabajo de investigación requiere la realización de pruebas físicas que permitan conocer el rendimiento del combustible y la concentración de los gases contaminantes, razón por la cual, se cuenta como objeto de estudio el motor de un vehículo liviano, la referencia es un Nissan Sentra, del año 2011, de propiedad de uno de los investigadores. Antes de realizar las pruebas correspondientes, es relevante indicar que se necesita realizar un mantenimiento general del vehículo con la finalidad de contar con resultados reales sobre las pruebas a desarrollar.

El Nissan sentra fue seleccionado ya que en el país es el vehículo más utilizado como taxi, esto se debe a que el consumo de combustible de este vehículo es el mínimo y podemos realizar pruebas sin el mayor consumo posible.



Figura 11-2. Vehículo de pruebas Nissan sentra

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Tabla 3-2: Características del vehículo Nissan

Características del vehículo	
Marca	Nissan
Modelo	Sentra 1600, Sedan, Estándar
Año de fabricación	2011
Tipo de Combustible	Gasolina Extra
Potencia	110 a 6000 rpm
Torque (N. m)	140 a 4000 rpm
Cilindros	4 en línea, 16 válvulas
Alimentación	Inyección Electrónica
Transmisión	Manual
Numero de cambios	5
Dirección	Hidráulica
Frenos delanteros	Disco Solido
Frenos traseros	Tambor
Neumáticos	R13/175/70

Realizado por: Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.7.1. Mantenimiento del vehículo

Antes de realizar las respectivas pruebas de campo, es apropiado efectuar el mantenimiento preventivo sobre el automotor para de esa manera, garantizar el estado operativo del vehículo. En este ámbito, los trabajos realizados se enfocan básicamente en el siguiente lineamiento:

- a) Concentración de líquido refrigerante.
- b) Funcionamiento y estado de limpiaparabrisas y aspersores.
- c) Nivel de líquido de dirección hidráulica.
- d) Luminaria del vehículo completa y ajuste de faros.
- e) Estado de la batería.
- f) Funcionamiento de bocina.
- g) Funcionamiento de eleva vidrios.
- h) Sistema de escape.
- i) Guardapolvos, rótulas, barra estabilizadora y bujes del tren delantero y trasero, fugas y daños en amortiguadores.
- j) Memorias de averías con equipo de diagnóstico (Scanner).
- k) Lubricación de chapas y bisagras de apertura de puertas.
- l) Estado de correas o bandas de motor.
- m) Nivel y fugas del aceite del motor.
- n) Grosor de pastillas y discos de freno + nivel de líquido de frenos.
- o) Funcionamiento de freno de mano.
- p) Presión, condición y ajuste de llantas



Figura 12-2. Mantenimiento del vehículo

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Para el cambio de micro filtros de combustible se tuvo que sacar el riel de combustible junto con los inyectores, una vez retirado el riel retiramos los inyectores del riel y lavamos los inyectores, cambiamos los micro filtros y con un limpia carburador limpiamos el riel de combustible.



Figura 13-2. Micro filtros

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Para el cambio del filtro de combustible del vehículo, tenemos que desconectar las mangueras una que viene desde el tanque de combustible y la otra que va hacia el riel de combustible, una vez hecho esto cambiamos el filtro por uno nuevo y volvemos a conectar las mangueras.



Figura 14-2. Filtro de combustible

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.7.2. Bomba Calorimétrica

La bomba calorimétrica es el medio para conocer la medición del poder calorífico de las muestras de los combustibles que serán sujetas de comparación. Este instrumento es de utilidad para la medición del calor que genera el proceso y se caracteriza por su facilidad en el manejo sobre las pruebas experimentales. De esta manera, es factible el cálculo de la pérdida o ganancia de calor que se genera en los combustibles.

Es necesario tener presente que el funcionamiento de la bomba calorimétrica requiere de:

- Colocar el combustible en un crisol.
- Agregar el oxígeno necesario para la combustión.

En el momento que la maquina inicia su trabajo, se rodea de una chaqueta de agua adiabática que absorbe el calor generado por el combustible. La existencia de la chaqueta evita que la fuga de calor incida en el proceso. El calor que absorbe el agua no es el poder calorífico del combustible y los factores que provocan que estos particulares son:

- Absorción de calor por la propia bomba.
- Liberación de calor del alambre que provoca el encendido del combustible
- Liberación de calor por la formación de ácido nítrico y sulfúrico.

2.7.3 Pasos para realizar el análisis de combustible.

- a) En el crisol se mide la cantidad de muestra que se ubica en el frasco, en este caso, son 2 gramos de combustible.



Figura 15-2. Esquema de investigación.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- b) Corte de 5,5 mm de alambre requerido para las dos puntas que salen de la tapa del frasco.



Figura 16-2. Corte de 5.5 mm de alambre.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- c) Agregar 10 ml de agua destilada en el frasco.

- d) Después, se tapa el frasco con cuidado para que el combustible no se derrame.
- e) Colocar aire en el frasco, el manómetro debe disponer de 2,8 bar y esperar 30s hasta que el frasco se llene de aire
- f) Depositar 2 litros de agua en la fuente que va dentro de la máquina.



Figura 17-2. Agregar 10 ml de agua destilada en el frasco.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- g) Colocación del frasco dentro de la fuente.

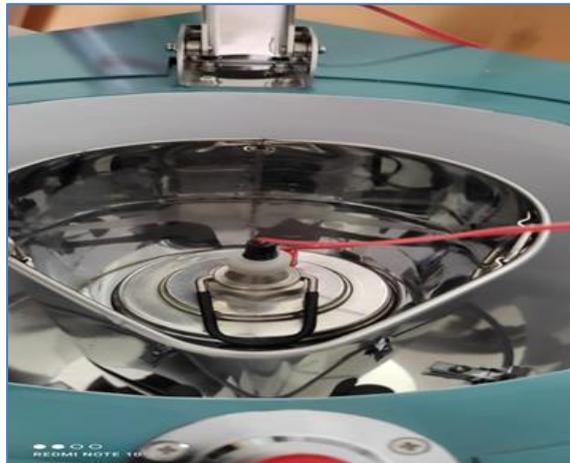


Figura 18-2. Ubicación del frasco con los cables.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- h) Cerrar la máquina y presionar los botones “reset” y “stir” en la máquina, esperar que la temperatura descienda y presionar el botón “ignition”



Figura 19-2. Accionamiento de “reset” y “stir”.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- i) Una vez que la temperatura desciende, presionar “end” y después “data” para tomar las temperaturas que registra la máquina



Figura 20-2. Toma de datos.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- j) Para realizar el análisis en cada una de las muestras se debe cambiar el agua de la fuente y del frasco para obtener datos más precisos

Tabla 4-2: Resultados de las pruebas en la bomba calorimétrica de los diferentes combustibles.

COMBUSTIBLE	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
EXTRA	7,096	7,142	6,581
ECOPAIS	6,673	7,075	6,44
EXTRA CON ADITIVO	7,416	6,646	7,483
ECOPAIS CON ADITIVO	6,522	7,092	6,787

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Para utilizar la bomba de calor, en primer lugar, se debe obtener la capacidad calorífica que la maquina tiene, para este punto, se procede a conocer las temperaturas de ácido benzoico, el cual, viene junto al equipo en forma de pastillas; se tiene que el poder calorífico de estas pastillas cuando su masa es de 1 grano, libera una energía de 24454 J. En este caso, cada pastilla pesa 0,5 gramos y para los cálculos se tomó la mitad de la energía. Los cálculos necesitan de las siguientes ecuaciones:

Ecuación para saber el calor de capacidad del instrumento.

$$E = \frac{Q1 * M1 + 40}{\Delta T} \quad (2)$$

Donde:

- E = calor de capacidad del instrumento, J/°C
- Q1 = poder calorífico del ácido benzoico estándar, J/g
- M1 = peso del ácido benzoico, g
- 40 = calor adicional (el calor del alambre de encendido y el ácido nítrico), J
- ΔT = aumento de temperatura en el sistema calorimétrico, °C

Ecuación para saber el poder calorífico de una muestra:

$$Q = \frac{E * \Delta T - 40}{G} \quad (3)$$

Donde:

- Q = valor calorífico de la muestra, J/g
- E = capacidad calorífica del instrumento, J/°C
- ΔT = aumento de temperatura en el sistema calorimétrico, °C
- 40 = calor adicional (el calor del alambre de encendido y el ácido nítrico), J
- G = peso de la muestra, g

Una vez que se obtienen las 2 temperaturas Tf y To, se trabaja con 1 ecuación de la capacidad calorífica del instrumento.

Tabla 5-2: Dato de la capacidad calorífica de la bomba de calor.

DATOS					
Q1	13228,5	J/g	CAPACIDAD CALORIFICA DEL INSTRUMENTO		
M1	0,5	g	E	6213,118581	J/°C
ESTÁNDAR	40				
Tf	20,867	°C			
To	19,796	°C			

Fuente: (MONTERO, P., 2020)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Para realizar los cálculos, se tiene que la capacidad calorífica de la bomba calorimétrica es de 6213,12 J/°C, y en base a esta variable, se obtiene el poder calorífico del combustible.

2.8. Análisis de emisión de gases

El análisis de la emisión de gases toma como a factores metrológicos, los cuales, se especifican en la norma UNE 82501:2004. Es necesario tomar en cuenta que los mencionados factores permiten viabilizar las mediciones, las unidades de medida que se requieren y los equipos que son necesarios para la verificación y consecuente calibración. En este punto, los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:

a) Campo de medida

Los intervalos de medida que son necesario para la subdivisión son las siguientes:

Tabla 6-2: Intervalos de medida de las emisiones

Clase	CO % vol.	CO ₂ % vol.	O ₂ % vol.	HC ppm vol.
0 y I	0 a 5	0 a 16	0 a 21	0 a 2000
II	0 a 7	0 a 16	0 a 21	0 a 2000

Fuente: (INEN, 2017)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

b) Resolución de la medida

Las cifras de los indicadores digitales considerador deben considerar al menos 5 mm de altura. Por lo mismo, la última cifra significativa del visualizador es la encargada de proporcionar una resolución igual o mejor en un orden de magnitud a los valores dados en la siguiente tabla:

Tabla 7-2: Intervalos de medida. Resolución mínima

Clase	Resolución mínima			
	CO % (vol.)	CO ₂ % (vol.)	O ₂ % (vol.)	HC ppm (vol.)
0 y I	0,01	0,1	A	1
II	0,05	0,1	0,1	5
a 0,02% vol. para valores de medida ≤ 4% vol.				
0,1% vol para valores de medida >4% vol.				

Fuente: (INEN, 2017)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

c) Errores máximos permitidos

Los errores intrínsecos máximos permitidos son los siguientes:

- Temperatura $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Humedad relativa $60\% \pm 10\%$.
- Presión atmosférica: Condiciones atmosféricas estables.
- Alimentación tensional nominal $\pm 2\%$, frecuencia nominal $\pm 1\%$.
- Presencia de componentes gaseosos influyentes: ninguno excepto los mensurados en N₂.

Tabla 8-2: Errores máximos permitidos, absoluto o relativo, el que sea mayor

Clase	Tipo de error	CO % vol.	CO ₂ % vol.	O ₂ % vol.	HC ppm vol.
0	Absoluto	±0,03% vol.	±0,4% vol.	±0,1% vol.	±10 ppm vol.
	Relativo	±3%	±4	±3%	±5%
I	Absoluto	±0,06% vol.	0,4% vol.	±0,1% vol.	±12 ppm vol.
	Relativo	±3%	±4%	±3%	±5%
II	Absoluto	±0,15% vol.	±0,5% vol.	±0,2% vol.	±20 ppm vol.
	Relativo	±5%	±5%	±5%	±5%

Fuente: (INEN, 2017)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Errores máximos permitidos en la verificación primitiva (homologación) del analizador en las siguientes condiciones nominales de funcionamiento:

- Temperatura: 5°C a 40°C.
- Humedad relativa: 90%.
- Presión atmosférica: Clase 0 y I: 860 hPa hasta 1.060 hPa
- Clase II: presión atmosférica ± 25hPa
- Variación de la alimentación: -15% a +10% de la tensión nominal y ±2% de la frecuencia nominal.

Tabla 9-2: Errores máximos permitidos, absoluto o relativo el que sea mayor

Clase	Tipo de error de indicación	CO % vol.	CO ₂ % vol.	O ₂ % vol.	HC ppm vol.
0	Absoluto	±0,03% vol.	±0,5% vol.	±0,1% vol.	±10 ppm vol.
	Relativo	±5%	±5%	±5%	±5%
I	Absoluto	±0,06% vol.	0,5% vol.	±0,1% vol.	±12 ppm vol.
	Relativo	±5%	±5%	±5%	±5%
II	Absoluto	±0,2% vol.	±1% vol.	±0,2% vol.	±30 ppm vol.

	Relativo	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$
--	----------	------------	------------	------------	------------

Fuente: (INEN, 2017)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.8.1. Prueba de emisiones de gases

El equipo utilizado para la prueba de emisión de gases es el Analizador de 5 gases – AUTO plus 5-2, perteneciente al Taller Mecánico Company Address, el cual, se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba, en la avenida Canónigo Ramos, Joaquín Pinto. La toma de datos requiere de los siguientes pasos:

- a) Embancar el vehículo.
- b) Colocar un canister al vehículo, el cual, esta con 800 ml de combustible



Figura 21-2. Colocación de canister.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- c) La manguera del analizador de gases se coloca en el tubo de escape



Figura 22-2. Colocación de la sonda en el tubo de escape.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- d) Este dispositivo cuenta con un programa que transfiere los datos a una computadora y se genera un documento de Excel, con lo cual, se registran los datos correspondientes.

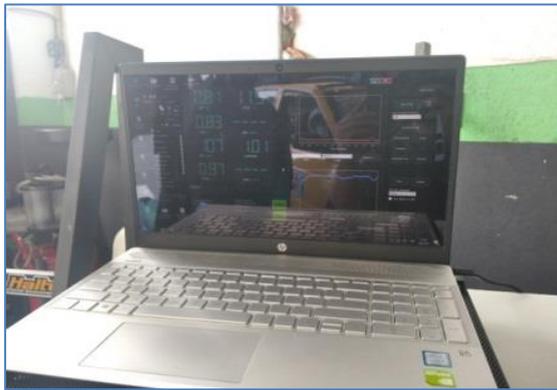


Figura 23-2. Interacción de los datos de la emisión

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El vehículo es puesto en marcha en ralentí a unos 800 RPM y después es acelerado hasta las 2500 RPM, bajo estas condiciones se efectúa la prueba de emisiones del vehículo Nissan Sentra.

Tabla 10–2: Resultados de las emisiones de gases de los diferentes combustibles.

PRUEBA 1	O2 (%)	CO2 (%)	CO (%)	HC (ppm)
EXTRA	0,50	10,68	0,96	263,16
EXTRA ADITIVO	0,39	10,40	0,89	267,94
ECOPAIS	2,23	7,55	0,72	279,11
ECOPAIS ADITIVO	3,04	10,42	0,98	252,29
PRUEBA 2				
PRUEBA 2	O2 (%)	CO2 (%)	CO (%)	HC (ppm)
EXTRA	1,43	8,43	0,84	264,88
EXTRA ADITIVO	0,39	9,71	0,73	254,77
ECOPAIS	2,34	10,53	0,93	250,33
ECOPAIS ADITIVO	3,53	10,04	0,83	265,11
PRUEBA 3				
PRUEBA 3	O2 (%)	CO2 (%)	CO (%)	HC (ppm)
EXTRA	0,58	8,83	0,74	256,69
EXTRA ADITIVO	0,31	9,90	0,83	263,83
ECOPAIS	1,17	11,71	0,96	268,88
ECOPAIS ADITIVO	3,76	8,93	0,92	268,68

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.8.2. Pruebas de densidad

Los materiales y equipos para la realización de la práctica fueron proporcionados por el laboratorio de mecánica automotriz de la Espoch.

2.8.2.1. Materiales y equipos

- Densímetro DMA 35
- Vaso de precipitación de 500 ml
- Probeta de 500 ml
- Varilla de agitar.

2.8.2.2. Breve descripción de las acciones a realizar dentro de las pruebas

- Verificar que los equipos e instrumentos se encuentren en óptimas condiciones.
- Se prearán las respectivas muestras que serán utilizadas.
- En el vaso de precipitación llenar 200 ml de combustible extra
- Encender en densímetro DMA 35 seleccionar la propiedad de densidad, llenar la pipeta del densímetro con combustible extra y verificar los valores que nos entrega el densímetro.
- Llenar el vaso de precipitación con 400 ml de combustible extra y añadir 1.2 ml de aditivo y mezclar bien
- Llenar la pipeta del densímetro con combustible extra mezclado con aditivo y verificar los valores que nos entregar el densímetro.
- Limpiar con alcohol industrial el vaso de precipitación, la varilla de agitar y la pipeta del densímetro.
- Llenar el vaso de precipitación con 200 ml de combustible Ecopaís.
- Llenar la pipeta del densímetro con biocombustible Ecopaís y proceder a verificar los valores de densidad entregados por el densímetro.
- Llenar el vaso de precipitación con 400 ml de biocombustible Ecopaís y añadir 1.2 ml de aditivo y mezclar bien.
- Llenar la pipeta del densímetro con combustible extra mezclado con aditivo y verificar los valores que nos entregar el densímetro.



Figura 24-2. Densímetro

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Tabla 11–2: Resultados de la densidad de los combustibles

PRUEBAS	EXTRA	EXTRA CON ADITIVO	ECOPAÍS	ECOPAÍS CON ADITIVO
1	0,738	0,742	0,738	0,74
2	0,735	0,743	0,736	0,739
3	0,735	0,742	0,736	0,74
4	0,734	0,741	0,736	0,739
5	0,734	0,742	0,736	0,74

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.8.2.3. Pruebas de ruta

La prueba de evaluación de consumo de combustible en ruta, indica el rendimiento del vehículo, en kilómetros de recorrido por galón de combustible en los casos del uso de combustible Extra y Eco país con y sin aditivo, la ruta escogida está conformada de cuevas en la cual forzara al motor para así poder analizar el rendimiento del motor.

2.8.2.4. Equipos utilizados en la evaluación de consumo de combustible y emisión de gases

Se utilizó un vehículo de la marca Nissan Sentra, de cilindraje 1.6 l, año 2011, el cual, previo a realizar las pruebas experimentales dispuso de un mantenimiento preventivo que agrupo: cambio de aceite del motor, cambio de los filtros de combustible, limpieza de los inyectores y cambio del micro filtro de los inyectores, cambio de bujías, entre otros. El vehículo tomado en cuenta es de uso frecuente en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

2.8.2.5. Situación geográfica

Antes de iniciar a realizar el procedimiento de las distintas pruebas de laboratorio y de campo se debe tener presente la ubicación geográfica de la ciudad donde se va a realizar las pruebas en su

conjunto. Con este antecedente, las pruebas de poder calorífico, densidad viscosidad y análisis de emisión de gases, se realizaron en la ciudad de Riobamba teniendo como aspecto importante la altitud a la que se encuentra la ciudad, la cual, es de 2758 metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 14° C y una temperatura mayor de unos 23° C.

Por otra parte, para el consumo de combustible, se realizó en una prueba de ruta en un vehículo seleccionado, el cual, consideró tres cantones de la provincia de Chimborazo, los cuales fueron Guano a una altitud de 2666 metros sobre el nivel del mar, la ciudad de Riobamba con una altitud de 2758 metros sobre el nivel del mar y Chambo con una altitud de 2780 metros sobre el nivel del mar.

La prueba de evaluación de consumo de combustible en ruta, se enfoca en conocer el rendimiento del vehículo en condiciones reales de funcionamiento, la unidad de medida se asocia a la cantidad de kilómetros de recorrido por cada galón de combustible que se consumido. Este particular se enfoca en el uso del combustible Extra y Ecopaís y con la presencia del aditivo Liqui Moly. Adicionalmente, es significativo mantener una condición estándar a través del desarrollo del global de la prueba y de esta manera, obtener valores que se apeguen a reflejar la realidad operativa del vehículo.

2.8.2.6. Ruta de Recorrido

Se expresa gráficamente la ruta que sirvió de base para el desarrollo de las pruebas.

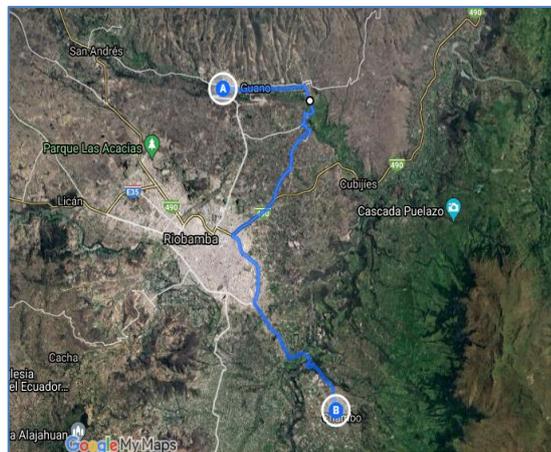


Figura 25-2. Ruta empleada en las pruebas

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Las distancias recorridas como parte del circuito se determinan en la tabla 12.3, la cual, involucra las distancias recorridas entre los puntos de referencia.

Tabla 12-2: Descripción del circuito de recorrido de la prueba de consumo de combustible.

Tramo	Distancia (Km)	Ciclo
Parque central de Guano al barrio Santa Teresita	4	Ciudad
Barrio Santa teresita hasta la Y de San Gerardo	6.5	Carretera
De la Y de san Gerardo hasta La inmaculada vía Chambo	8	Ciudad
La Inmaculada vía a Chambo hasta la gasolinera de la entrada a Chambo	4.2	Carretera
Desde La gasolinera hasta el parque central de chambo	1.3	Ciudad
Total	24	

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Los kilómetros recorridos de ida ascienden a 24 Km y el valor total es de 48 Km (ida y vuelta). El punto inicial del recorrido es el Parque Central de la ciudad de Guano hasta el Parque Central de la localidad de Chambo. Cada uno de los tramos recorridos, presenta su propia geografía y, por ende, el desempeño del motor en análisis se expresa en las mediciones de los parámetros que son parte de las emisiones y del consumo de combustible.

2.8.2.7. Pasos de la prueba de ruta

- Desconectar la cañería de salida y retorno del combustible y acoplar las mangueras del recipiente externo de presurizado, después se procede a desconectar la conexión de la bomba del tanque de combustible.



Figura 26-2. Desconexión de la bomba

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- En el recipiente, llenar con 5 lt de combustible mediante el uso de botellas de aceite TOP 1 de 4 lt



Figura 27-2. Relleno de combustible

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- Bombear la máquina para que esta envíe el combustible hacia los inyectores del vehículo.



Figura 28-2. Bombeo de combustible

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- Se debe tener presente que, el envío del combustible al vehículo requiere de bombear a una presión de 3 bares.



Figura 29-2. Presión de bombeo, 3 bares

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- En el vehículo, se recorrió a una velocidad de 40 km/h en la ciudad de Riobamba y Guano y a 60 km/ en las afueras.



Figura 30-2. Velocidad de prueba

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- Para añadir el aditivo, se procedió a llenar la botella de aceite con 3 litros de combustible, luego se añade 8ml del aditivo liqui moly.



Figura 31-2. Adición de aditivo Liqui moly

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

- Los datos que se obtienen finalizada la prueba sustentan la accione de vaciar el recipiente y verificar la diferencia en las botellas, así se conoce el volumen de combustible residual.

Tabla 13-2: Valores de la prueba dinámica de consumo de combustible

Pruebas	Extra	Extra con aditivo	Ecopaís	Ecopaís con aditivo	Consumo (lts)
P1	3.5	3.2	3.8	3.5	(Lt)
P2	3.6	3.3	4	3.8	(Lt)
P3	3.4	3.1	4.1	3.7	(Lt)

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

2.8.3. Comparación de resultados

Es el proceso cuantitativo de análisis de los valores que se han obtenido en cada uno de los combustibles, con y sin la presencia del aditivo; en este caso, es factible la identificación de ventajas y desventajas para cada uno de los casos de interés y en función de variables de medida. De igual manera, en la generación de valores que van asociados a conocer la eficiencia energética del biocombustible, su rendimiento y emisión de gases de un motor de combustión interna.

Es importante tener presente que la generación de resultados se vincula al desarrollo de una estadística de valores, los cuales, soportan la existencia de gráficas que permiten visualizar la diferencia de los valores con los requeridos por la normativa vigente INEN que establece los límites.

Para la comparación de resultados vamos a utilizar el programa Minitab este programa nos ayudara a ejecutar funciones estadísticas básicas, el programa es muy eficiente ya que se complementa muy bien con el Excel y nos ayuda a que los resultados sean los más precisos deseados. Para el análisis de resultados vamos a utilizar el método estadístico ANOVA.

En el caso del aplicativo de Minitab, se debe tener presente que es un programa diseñado para la ejecución de funciones estadísticas de diversa índole. En este sentido, combina las bases del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos avanzados. Por lo tanto, en función de la cantidad de datos que han sido parte del presente estudio, es apropiada su aplicación para facilitar la integración de los datos y la consecuente validación de los datos de interés que se asocian a variables de la normativa vigente.

2.8.4. Gráficas para la comparación de resultados

Usamos la gráfica de intervalo para mostrar la media y el intervalo de confianza para cada grupo. Las gráficas de intervalo muestran lo siguiente:

- Cada punto representa una media de muestra.
- Cada intervalo es un intervalo de confianza individual de 95% de la media de un grupo. Usted puede estar 95% seguro de que una media de grupo está dentro del intervalo de confianza del grupo.

Este resultado se refleja en una estadística que indica una diferencia entre la varianza dentro del grupo y la varianza entre los diferentes grupos que son parte de la medición. Por lo tanto, es importante que los valores que han sido medidos se ubiquen en determinadas franjas de control y que controlen y reduzcan potenciales sesgos en sus medidas (CID D., 2016 p. 40) .

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La prueba de laboratorio se realizó en función del protocolo del Laboratorio de Eficiencia Energética de la Facultad de Mecánica, de la carrera de Ingeniería Automotriz, de la ESPOCH, mientras que la prueba de emisiones de gases, sigue el lineamiento de la normativa INEN 935 y 2204, por otra parte, el consumo de combustible se realizó mediante las especificaciones del fabricante del recipiente extremo presurizado.

Los valores obtenidos en cada una de las pruebas de las emisiones se encuentran tabulados dentro de los anexos (5 – 32) del presente documento. Cada uno de los anexos, se encuentran debidamente identificados y relacionan la prueba realizada.

A partir de cada una de las pruebas, se encuentra vinculado un análisis de los resultados obtenidos con las gráficas correspondientes y en función de las variables de interés.

Un aspecto significativo es la comparación de las muestras de cada uno de los combustibles con aditivo y sin aditivo, lo que permite verificar una potencial variación en el poder calorífico y la densidad de cada uno de los combustibles que son parte del presente estudio.

El método de las normativas ASTM 240, indica que cubre la determinación del calor de combustión de combustibles e hidrocarburos líquidos con niveles de volatilidad desde los destilados ligeros hasta los combustibles que son residuales, por esta razón, estas normativas son aplicables para los combustibles. Por otra parte, la característica volátil de la gasolina Extra y Eco-país determina la necesidad que las muestras sean almacenadas en refrigeración y así evitar que se alteren sus propiedades y asegurar la calidad de las muestras.

3.1. Análisis del poder calorífico

Es importante tener presente el criterio que la bomba de calor es una máquina térmica que toma calor de un espacio frío y lo transfiere a otro más caliente gracias a un trabajo aportado desde el exterior. Por otra parte, el poder calorífico de una muestra de combustible que es medido por la bomba calorimétrica requiere que la muestra en estudio y un exceso de oxígeno, sean sujetos de inflamación y tras la consecuente combustión, se genera una cantidad de calor.

Tabla 1-3: Valores del poder calorífico de gasolina Extra y Ecopaís con y sin aditivo

DATOS					
Q1	13228,5	J/g			
M1	0,5	g			
ESTÁNDAR	40		CAPACIDAD CALORIFICA DEL INSTRUMENTO		
Tf	20,867	°C	E	6213,118581	J/°C
to	19,796	°C			
DATOS DE LA MUESTRA			PODER CALORIFICO		
E	6213,11858	J/°C	Q	13228,5	J/g
Tf	20,867	°C			
To	19,796	°C			
G	0,5	g			

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Mientras tanto, es válido indicar que los intervalos de temperatura se mantienen entre la Tf y la To. Por otro lado, la masa de la muestra es un estándar de 0.5 g. En este punto, se relaciona un proceso de oxidación completa de la reacción química. Por otro lado, el desarrollo del poder calorífico tiene relación en el presente trabajo al efecto que causa la presencia del aditivo liqui moly en los 2 tipos de gasolina, con lo cual, se tiene:

Tabla 2-3: Valores del poder calorífico de gasolina Extra y Ecopaís con y sin aditivo

Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	Q(J/g)	Q(J/g)	Q(J/g)	Q(J/g)
P1	22024.1447	23018.2437	20710.07015	20240.97969
P2	22167.0465	20604.44713	22173.25957	22011.71849
P3	20424.2667	23226.38317	19986.24183	22011.71849
Mediana	22024.1447	23018.2437	20710.07015	22011.71849

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En el caso de la gasolina Extra, el uso del aditivo produce un incremento en el poder calorífico, este particular es similar con la utilización de la gasolina Ecopaís. Los porcentajes de variación del poder calorífico son los siguientes:

- Extra, 4.51% (incremento con el aditivo)
- Ecopaís, 6.28% (incremento con aditivo)

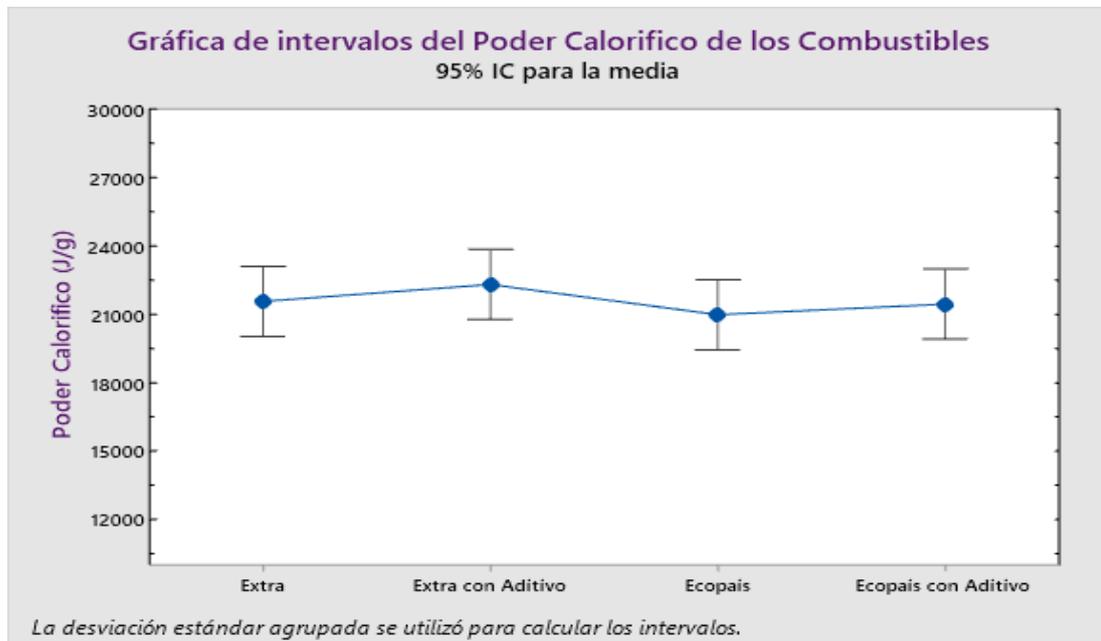


Gráfico 1-3. Poder calorífico de los combustibles.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El gráfico No. 1.3. determina a la gasolina Extra y la presencia de aditivo con el mayor poder calorífico que los demás combustibles, adicionalmente, la gasolina Ecopaís es la que menor valor de poder calorífico dispone. Los valores que se obtienen de incremento por la inclusión del aditivo son del 4.51 % para la gasolina Extra y de 6.28 % para la Ecopaís, siendo el mayor valor de 23018.2437 J/g y que corresponde a Extra con el uso de aditivo. Por otra parte, el menor valor es 20710.07015 J/g y pertenece al uso de la gasolina Ecopaís. El porcentaje de incremento de gasolina Extra, 4.51%, con aditivo es menor al registrado con Ecopaís que es de 6.28%. Siendo una composición química diferente para cada uno de los combustibles, este particular se refleja en los porcentajes diferentes de incremento.

3.2. Densidad de los combustibles

Los resultados obtenidos de la densidad de los combustibles junto con su temperatura se las muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3-3: Valores de densidad con gasolina Extra con y sin aditivos

Pruebas	Extra		Extra con aditivo	
	Densidad (g/cm ³)	Temperatura (C)	Densidad (g/cm ³)	Temperatura(C)
P1	0.738	21.2	0.742	19.5
P2	0.735	20.9	0.743	19.4
P3	0.735	20.9	0.742	19.6
P4	0.734	21.2	0.741	19.7
P5	0.734	21.2	0.742	19.6
Mediana	0.735	21.2	0.742	19.6

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En el caso de la gasolina Extra, el uso del aditivo produce un ligero incremento en la densidad. Los porcentajes de variación de la densidad son los siguientes:

- Densidad de la gasolina Extra, 0.95% (incremento con el aditivo)

Tabla 4-3: Valores de densidad con gasolina Ecopaís con y sin aditivo

Pruebas	Ecopaís		Ecopaís con aditivo	
	Densidad (g/cm ³)	Temperatura(C)	Densidad (g/cm ³)	Temperatura (C)
P1	0.738	21	0.74	20.4
P2	0.736	21.3	0.739	20.6
P3	0.736	21.4	0.74	20.3
P4	0.736	21.4	0.739	20.6
P5	0.736	21.5	0.74	20.5
Mediana	0.736	21.4	0.74	20.5

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En el caso de la gasolina Ecopaís, el uso del aditivo produce un ligero incremento en la densidad. Los porcentajes de variación de la densidad son los siguientes:

- Densidad de la gasolina Ecopaís, 0.54% (incremento con el aditivo)

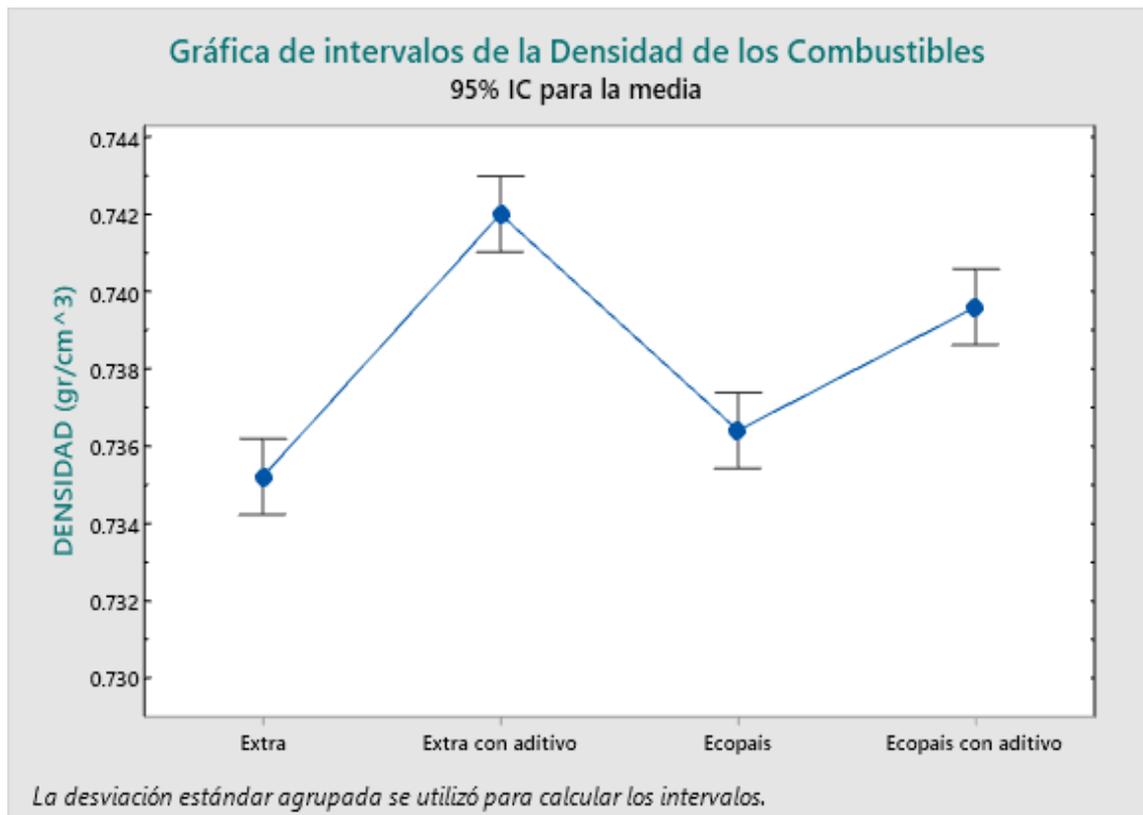


Gráfico 2-3. Densidad de los combustibles.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Gráfico No. 2.3. establece que la gasolina Extra y la presencia de aditivo dispone del mayor valor de densidad, adicionalmente, la propia gasolina Extra es la de menor densidad que las demás en análisis. En este caso, los valores que se registran de 0.735 a 0.742 indican un incremento del 0.95 % en gasolina Extra mientras que, para la Ecopais, el porcentaje de 0.54 % es la variación de los valores de 0.734 a 0.74. El uso del aditivo en Extra un incremento en la densidad mientras se genera una disminución de la misma, en la gasolina Ecopais. Esta variación de la densidad, se produce en un porcentaje mínimo en relación al incremento de temperatura del proceso de combustión del motor.

3.3. Análisis de emisión de gases

Los resultados obtenidos en las pruebas de campo deben diferenciarse en cuanto a la velocidad en ralentí, 800 rpm, y a la consecuente, velocidad de crucero, 2500 rpm. Este particular requiere el control de emisiones vehiculares acorde a la normativa vigente y bajo el cual, se determinan concentraciones de CO y HC, las cuales, son las variables que determinan los límites permisibles y que son función incluso del año de fabricación del vehículo. Bajo este enfoque, es válido

identificar la incidencia que tiene la presencia del aditivo Liqui Moly en las gasolinas Ecopaís y en la Extra.

3.3.1. Análisis de emisión de gases en ralentí, 800 rpm

3.3.1.1. Análisis del Dióxido de carbono, CO₂

Tabla 5-3: Valores del CO₂ con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí

RALENTI				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	CO₂ (%)	CO₂ (%)	CO₂ (%)	CO₂ (%)
P1	10.6888889	10.40555556	7.55294118	10.42222222
P2	8.43888889	9.711111111	10.5388889	10.04444444
P3	8.83888889	9.905555556	11.7166667	8.933333333
Mediana	8.83888889	9.905555556	10.5388889	10.04444444

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Tabla 5.3, determina que en ralentí la composición de CO₂ se incrementa con el uso del aditivo, sin embargo, son valores lejanos de la composición estequiométrica ideal del 14.7 %. En el caso del uso de la gasolina Ecopaís, se genera una disminución en la concentración del CO₂. En ambos casos, no se logra una relación cercana al 14.7 %.

Las variaciones de la concentración del CO₂, son las siguientes:

- Extra, el 12.07 % de incremento con aditivo
- Ecopaís, el 4.68 % de decremento con aditivo

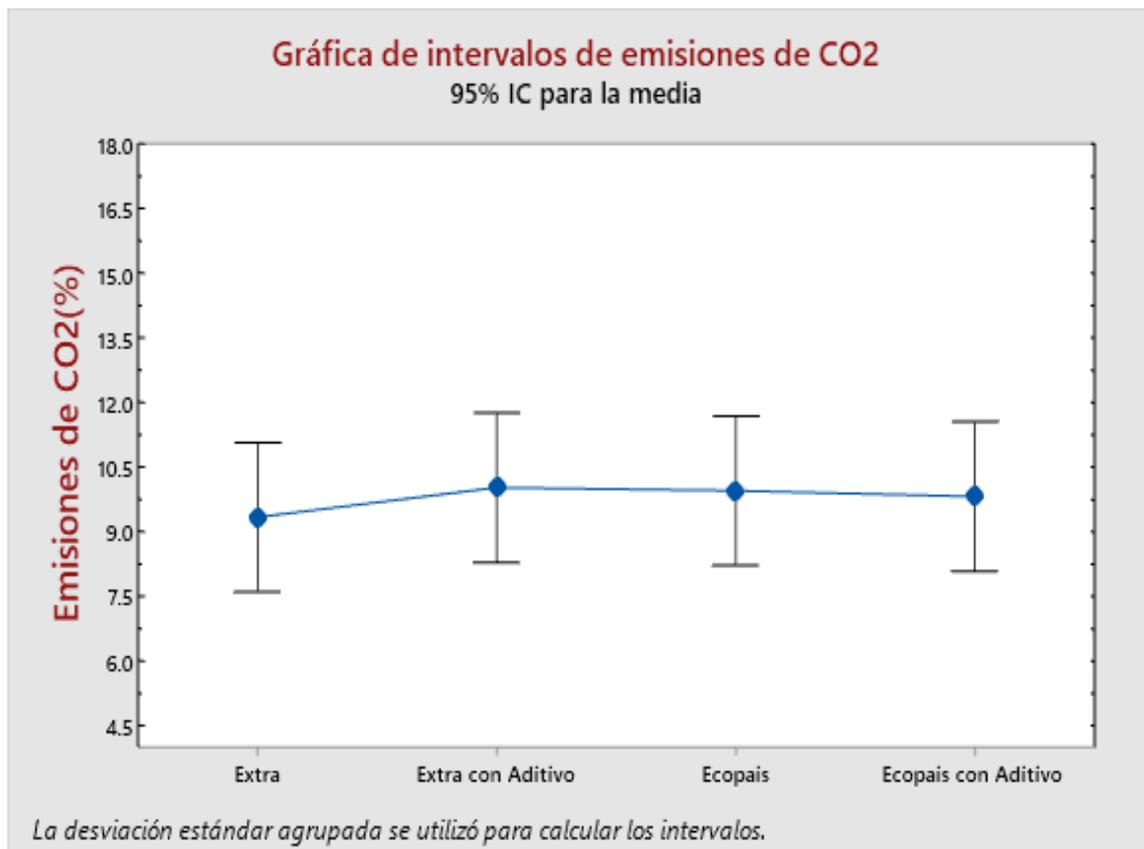


Gráfico 3-3. Emisiones de CO₂ en ralentí.

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El Gráfico No. 3.3. establece que las emisiones de CO₂ en ralentí son mayores con la gasolina Extra con aditivo, adicionalmente, la propia gasolina Extra, es la que menor valores registra en sus emisiones de CO₂ en ralentí. La variación de CO₂ en gasolina Extra de 8.83888889 a 9.905555556 determina un incremento de 12.07 % mientras el decremento del 4.68 % se origina por la variación de los valores de Ecopais de 10.5388889 a 10.04444444. Sin embargo, los valores obtenidos se encuentran distanciados del parámetro ideal de la composición estequiometría que se ubica en los 14.7 %, es decir, no existe un proceso de combustión adecuado con ambas gasolinas, lo cual, se refleja de manera visible en la composición de las emisiones de HC y CO.

3.3.1.2. Análisis del Monóxido de carbono, CO

Tabla 6-3: Valores de CO obtenidos con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralenti

RALENTI				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	CO (%)	CO (%)	CO (%)	CO (%)
P1	0,962777778	0,89470588	0,721111111	0,981666667
P2	0,848888889	0,73222222	0,935	0,834444444
P3	0,749444444	0,83333333	0,969444444	0,928333333
Mediana	0,848888889	0,83333333	0,935	0,928333333

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Los valores que son parte de la Tabla 6.3, la mediana determina que las concentraciones de monóxido de carbono, CO, en velocidad de ralenti para la gasolina **Extra**, son superiores al límite de la normativa vigente que ubica como la unidad el máximo valor permisible; en este sentido, se establece que la presencia del aditivo incrementa la concentración de CO, es decir, en este caso, se registra una “mezcla rica” y que justifica la presencia de un exceso de combustible que no termina de ser combustionado y que se refleja, en el elevado valor del CO.

En el caso de la gasolina Ecopaís, la Tabla 19.3, la mediana determina valores menores a los límites permisibles de la normativa, este particular se refleja en ambos casos, con y sin aditivo, con los cual, el efecto del aditivo, incluso motiva una marcada disminución en el porcentaje de la emisión que se ha obtenido. Dicho de otra manera, el volumen de gasolina que ingresa al proceso de combustión es combustionado en su mayor parte, con lo que, la mezcla que ingresa a la combustión es relativamente ideal.

Las variaciones de CO en ralenti, son las siguientes:

- Extra, incremento del 105 %.
- Ecopaís, decremento del 81,58%

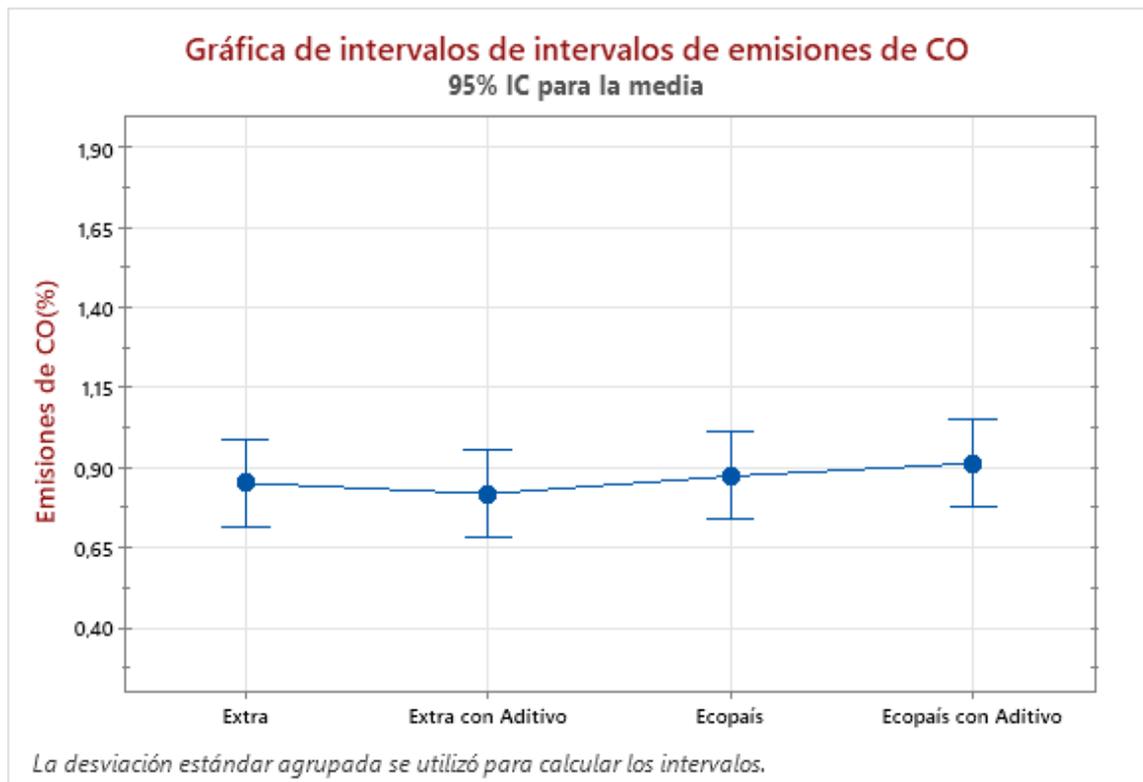


Gráfico 4-3. Emisiones de CO en ralentí

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El Gráfico No. 4.3. indica que las emisiones de CO en ralentí son mayores con la gasolina Extra con aditivo, por otro lado, la gasolina Ecopaís con aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de CO. Los valores obtenidos de 0,848888889 a 0,833333333 con Extra y posteriormente de 0,935 a 0,928333333 con el uso de Ecopaís, reflejan una variación de porcentajes que se ubican en los 105 % y 81.58% de manera respectiva. Se recalca que la emisión de CO con Extra es considerablemente superior al límite permisible mientras sucede lo contrario, con el uso de Ecopaís. Por ende, en este aspecto la emisión de gasolina Extra es más contaminante que la de Ecopaís.

3.3.1.3. Análisis de los Hidrocarburos, HC

Tabla 7-3: Valores de emisiones de hidrocarburos, HC, obtenidos con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralentí

RALENTI				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	HC(ppm)	HC(ppm)	HC(ppm)	HC(ppm)
P1	263,166667	267,944444	279,111111	252,294118
P2	264,888889	254,777778	250,333333	265,111111
P3	256,690	263,833333	268,888889	268,888889
Mediana	264,888889	263,833333	268,888889	265,111111

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Los valores que son parte de la Tabla 7.3, la mediana determina que las concentraciones de hidrocarburos, HC, en velocidad de ralentí para la gasolina **Extra con y sin aditivo**, son marcadamente superiores al límite de la normativa vigente que ubica a las 200 ppm como el máximo valor permisible; en este sentido, se establece que la presencia del aditivo incrementa la concentración de HC.

En el caso de la gasolina **Ecopaís**, la Tabla 7.3, la mediana también determina valores mayores al límite permisible de la normativa, este particular se refleja en ambos casos, **con y sin aditivo**, sin embargo, el efecto del aditivo motiva una mínima disminución en el porcentaje de la emisión de HC que se ha obtenido.

Las variaciones de HC, en ralentí, son las siguientes:

- Extra, incremento del 15.50 %.
- Ecopaís, el porcentaje se mantiene, es decir, 0 % de variación.

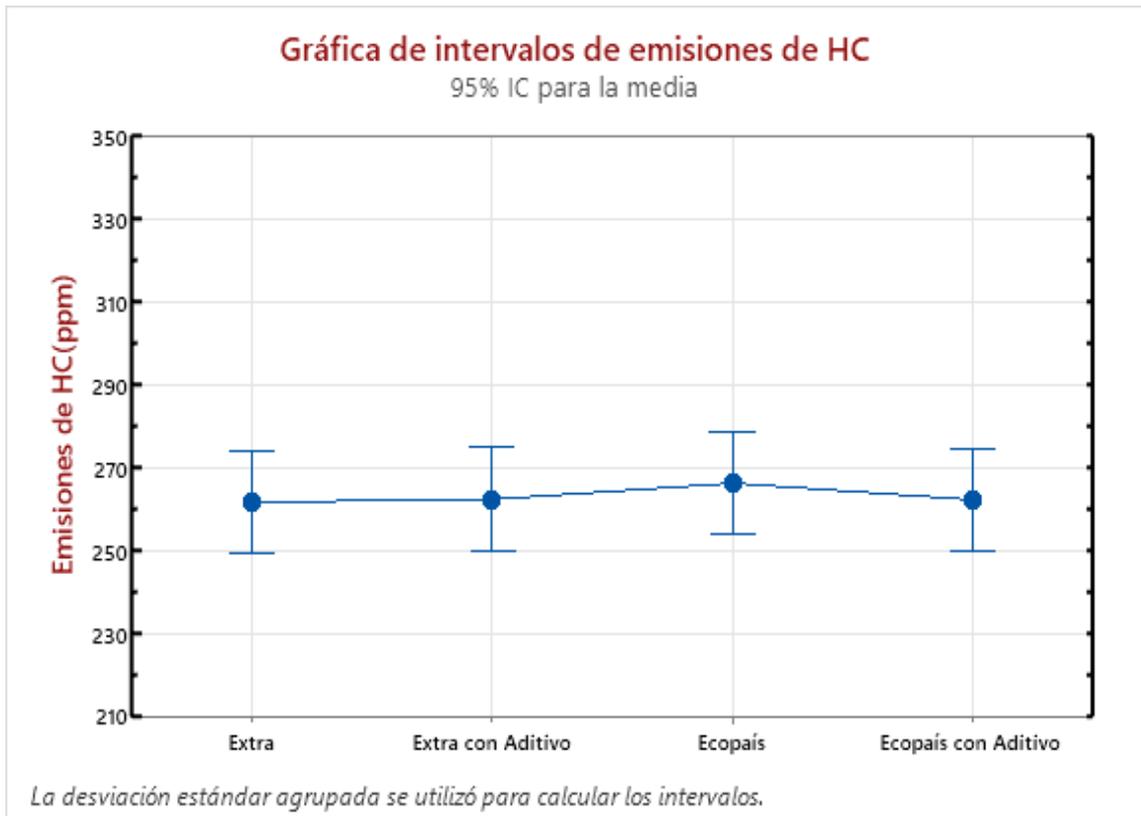


Gráfico 5-3. Emisiones de HC en ralentí

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El Gráfico No. 5.3. indica que las emisiones de HC en ralentí son mayores con la gasolina Extra con aditivo, por otro lado, la gasolina Ecopaís con aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de HC. Los valores de HC que se obtienen inicialmente con Extra 264,888889 ppm a los 263,833333 ppm y, posteriormente con Ecopaís de 268,888889 a los 265,111111, determina que ambas emisiones son contaminantes siendo mayor el grado de influencia de Extra que la ocasionada por la Ecopaís. Sin embargo, ambos parámetros se encuentran fuera de los límites permisibles.

3.3.1.4. Análisis de Oxígeno, O₂

Tabla 8-3: Valores de oxígeno, O₂, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, en ralenti

RALENTI				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	O₂(%)	O₂(%)	O₂(%)	O₂(%)
P1	0.50944444	0.392777778	2.23823529	3.042222222
P2	1.43388889	0.392777778	2.34555556	3.535
P3	0.58666667	0.318888889	1.17888889	3.766111111
Mediana	0.58666667	0.392777778	2.23823529	3.535

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En los valores que son parte de la Tabla 8.3, la mediana determina que las concentraciones de Oxígeno, O₂, en velocidad de ralenti para la gasolina **Extra disminuye con la presencia del aditivo**, es decir, el aditivo mejora el proceso de combustión interna del motor.

En el caso de la gasolina **Ecopaís**, la Tabla 8.3, indica que la mediana correspondiente a la concentración del oxígeno se incrementa al utilizar el aditivo, es decir, se consume una menor cantidad de oxígeno en la combustión que se ha generado.

Las variaciones de la concentración de O₂, en ralenti son las siguientes:

- Extra, decremento del 32.98%.
- Ecopaís, incremento del 57.95%.

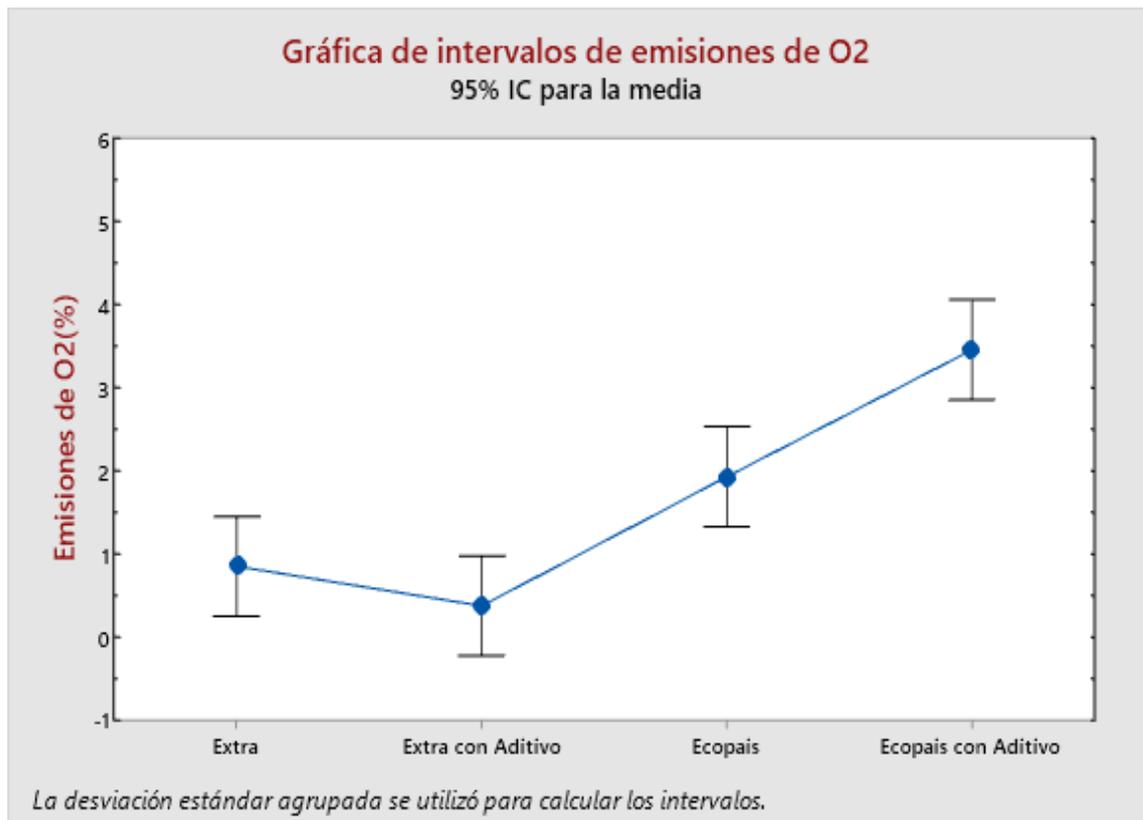


Gráfico 6-3. Emisiones de O₂ en ralentí

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Gráfico No. 6.3. indica que las emisiones de O₂ en ralentí son mayores con la gasolina Ecopais con aditivo, por otro lado, la gasolina Extra con aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de O₂. Los valores que se han obtenido de Oxígeno de 0.58666667 % a los 0.392777778 % con gasolina Extra y posteriormente, de 2.23823529 % a los 3.535 % de oxígeno, reflejan una característica de desempeño en el tipo de combustión que se efectúa en cada uno de los combustibles, es decir, existe una mejor combustión con la presencia de la gasolina Extra. Adicionalmente, este caso es asociado a la condición geográfica del sitio donde se realiza la prueba.

3.3.2. Análisis de emisión de gases en velocidad de crucero, 2500 rpm

3.3.2.1. Análisis de Dióxido de Carbono, CO₂

Tabla 9-3: Valores del Dióxido de Carbono, CO₂, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero

Velocidad Crucero				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	CO ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO ₂ (%)
P1	8.02222222	10.04444444	10.67777778	10.34444444
P2	7.65555556	9.76666667	11.46666667	10.67777778
P3	9.01111111	10.16875	12.16111111	8.42777778
Mediana	8.02222222	10.04444444	11.46666667	10.34444444

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En los valores que son parte de la Tabla 9-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de CO₂, en velocidad de crucero con la gasolina **Extra** **sufre un incremento por el uso del aditivo**, sin embargo, se encuentra lejano a la relación estequiometría ideal de 14.7 %.

En los valores que son parte de la Tabla 9-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de CO₂, en velocidad de crucero con la gasolina **Ecopaís** **sufre un decremento por el uso del aditivo**, sin embargo, los valores obtenidos son lejanos a la relación estequiometría ideal de 14.7 %.

La variación de la concentración del CO₂, son las siguientes:

- Extra, incremento del 25.20%.
- Ecopaís, decremento del 9.77%.

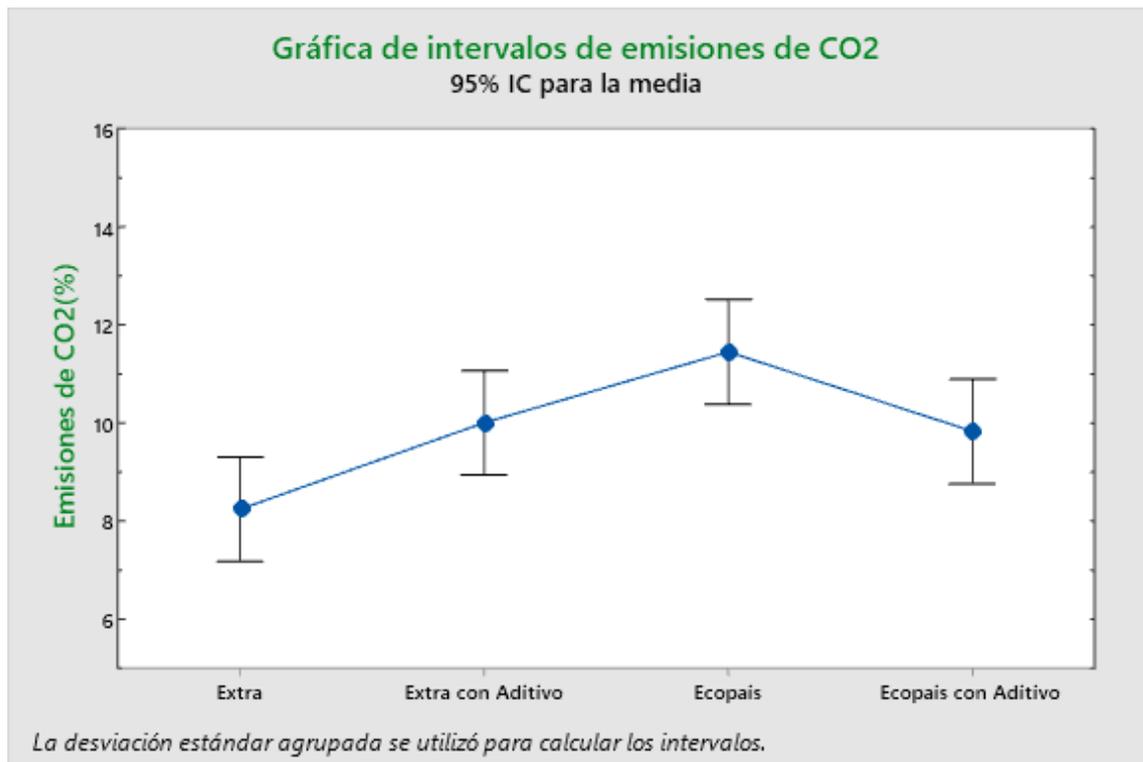


Gráfico 7-3. Emisiones de CO₂ en velocidad de crucero

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

El gráfico No. 7-3. indica que las emisiones de CO₂ en crucero son mayores con la gasolina Ecopaís sin aditivo, por otro lado, la gasolina Extra sin aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de CO₂. Los valores que se han obtenido de CO₂ en gasolina Extra se ubican en 8.02222222 % y llega a los 10.04444444 % con aditivo, mientras tanto el valor inicial de 11.46666667 con Ecopaís disminuye a los 10.34444444 % de CO₂. Ambos valores se ubican lejos de la relación estequiometría de 14.7 %, lo cual se traduce en una condición defectuosa del proceso de combustión y, por ende, la presencia de contaminación atmosférica.

3.3.2.2. Análisis de Monóxido de Carbono, CO

Tabla 10-3: Valores del Monóxido de Carbono, CO, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de cruceo

Velocidad de Cruceo				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	CO (%)	CO (%)	CO (%)	CO (%)
P1	2.45722222	3.77222222	2.64333333	0.41555556
P2	2.51	3.87888889	0.53555556	0.37888889
P3	1.80833333	3.881875	0.63555556	0.13722222
Mediana	2.45722222	3.87888889	0.63555556	0.37888889

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En los valores que son parte de la Tabla 10-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de CO, en velocidad de cruceo con la gasolina **Extra** **sufre un incremento por el uso del aditivo**, sin embargo, antes del uso del aditivo, los valores son superiores al límite permisible del 1%, lo que indica una “mezcla rica” en la cantidad de combustible que ingresa al proceso de combustión.

En los valores que son parte de la Tabla 10-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de CO, en velocidad de cruceo con la gasolina **Ecopaís** **sufre una disminución por el uso del aditivo**, sin embargo, antes del uso del aditivo, los valores son menores al límite permisible del 1%, lo que indica la mezcla permite la combustión adecuada de la gasolina que ingresa al proceso de combustión. Es decir, el aditivo mejora el proceso de combustión.

La variación de la concentración del CO en velocidad de cruceo, son las siguientes:

- Extra, incremento del 57.83%.
- Ecopaís, decremento del 40.47%.

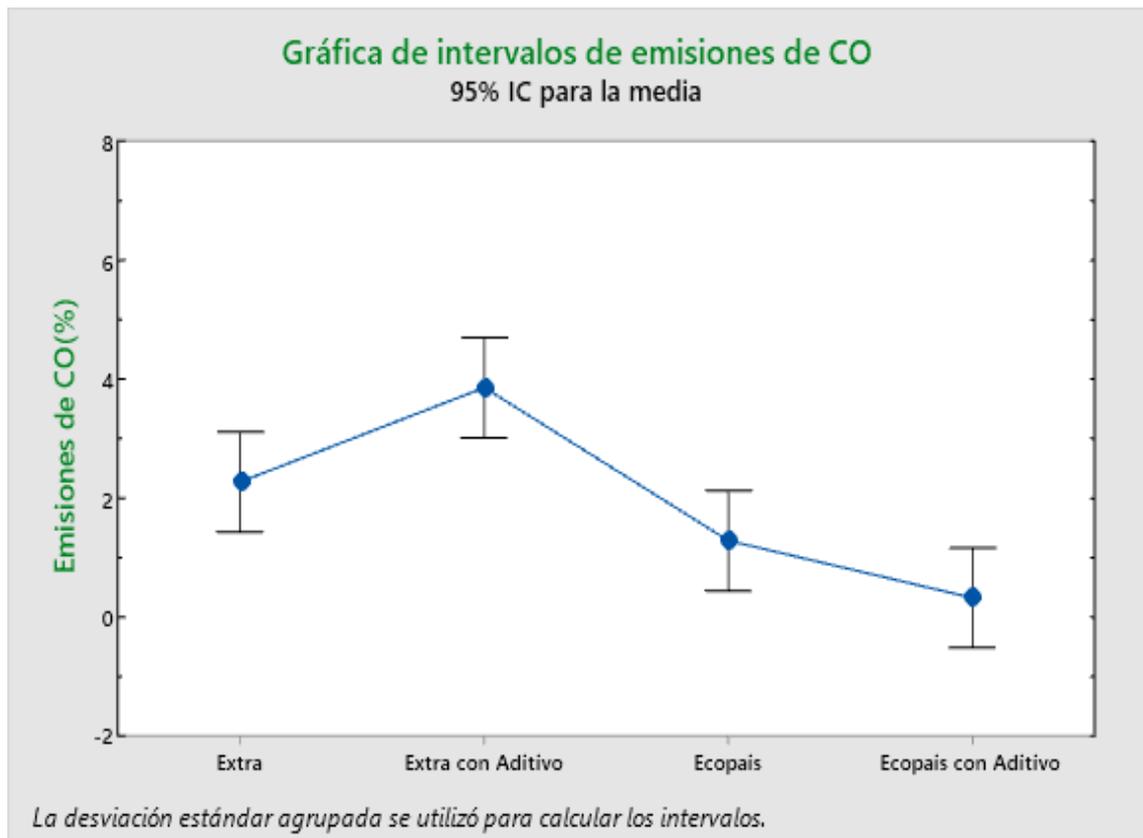


Gráfico 8-3. Emisiones de CO en velocidad de cruceo

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Gráfico No. 8-3. indica que las emisiones de CO en cruceo son mayores con la gasolina Ecopais con aditivo, por otro lado, la gasolina Ecopais con aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de CO. Los valores que se obtienen con Extra de 2.45722222 a los 3.878888889 de CO, determinan un marcado índice de contaminación mientras tanto, en Ecopais se tiene 0.63555556 a los 0.378888889 de CO, lo cual, establecen valores controlados y bajo los límites permisibles de la normativa. Es decir, el proceso de combustión de Extra es más eficiente que el de Ecopais, al margen que la prueba se efectúa en la misma condición geográfica y que contiene la misma cantidad de oxígeno.

3.3.2.3. Análisis de Hidrocarburos, HC

Tabla 11-3: Valores de Hidrocarburos, HC, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de cruceo

Velocidad de cruceo				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	HC (ppm)	HC (ppm)	HC (ppm)	HC (ppm)
P1	269.5	475.1666667	347.5	289.1666667
P2	282.388889	455.2222222	357.722222	299
P3	354.888889	367.5	347	875.7777778
Mediana	282.388889	455.2222222	347.5	299

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En los valores que son parte de la Tabla 11-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de HC, en velocidad de cruceo con la gasolina **Extra** **sufre un incremento por el uso del aditivo**, sin embargo, antes del uso del aditivo, los valores son superiores al límite permisible de 200 ppm.

En los valores que son parte de la Tabla 11-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de CO, en velocidad de cruceo con la gasolina **Ecopaís** **sufre una disminución por el uso del aditivo**, sin embargo, antes del uso del aditivo, los valores son superiores al límite permisible de las 200 ppm.

La variación de la concentración del HC a velocidad de cruceo, son las siguientes:

- Extra, incremento del 61.20%.
- Ecopaís, decremento del 13.95%.

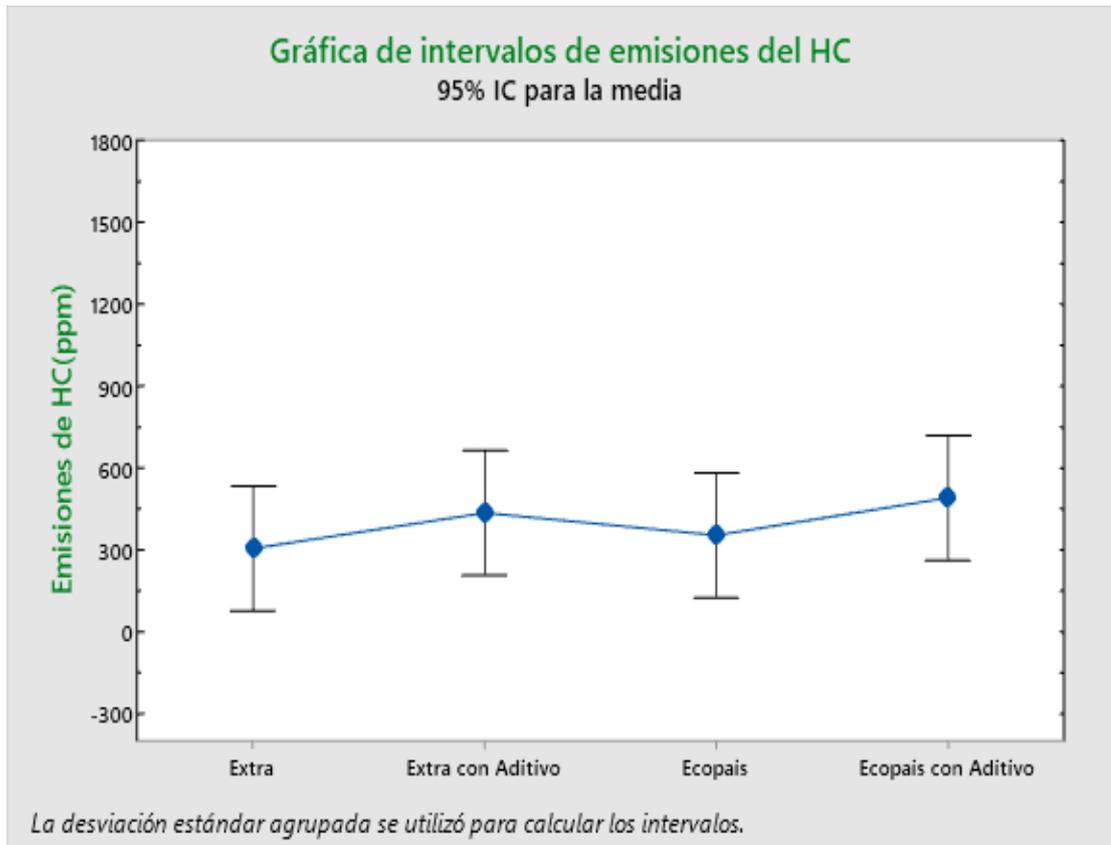


Gráfico 9-3. Emisiones de HC en velocidad de cruceo

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Gráfico No. 9-3. indica que las emisiones de HC en cruceo son mayores con la gasolina Ecopaís con aditivo, por otro lado, la gasolina Extra sin aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de HC. Los valores que son parte de las emisiones de HC se ubican en los 282.388889 a 455.2222222 con Extra, mientras que con el uso de Ecopaís se obtienen valores de 347.5 a los 299, este particular antes y después del uso del aditivo. En ambos casos, las cantidades obtenidas se encuentran sobre los límites de la normativa y en este caso, se determina que el aditivo no afecta de manera positiva al control de la emisión de HC.

3.3.2.4. Análisis de Oxígeno, O₂

Tabla 12-3: Valores de Oxígeno, O₂, obtenidas con gasolinas Extra y Ecopaís, con y sin aditivo, a velocidad de crucero

CRUCERO				
Pruebas	Extra	Extra con Aditivo	Ecopaís	Ecopaís con Aditivo
	O2(%)	O2(%)	O2(%)	O2(%)
P1	0.35666667	1.07777778	0.56333333	2.25888889
P2	1.36166667	0.49555556	1.37666667	2.22666667
P3	0.46777778	0.405	1.17777778	5.14277778
Mediana	0.46777778	0.49555556	1.17777778	2.25888889

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

En los valores que son parte de la Tabla 12-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de O₂, en velocidad de crucero con la gasolina **Extra** **sufre un incremento mínimo por el uso del aditivo**, es decir, se pierde calidad en el proceso de combustión con el aditivo.

En los valores que son parte de la Tabla 12-3, se encuentra que la mediana de las concentraciones de O₂, en velocidad de crucero con la gasolina **Ecopaís** **sufre un incremento significativo por el uso del aditivo**, en este caso, es factible indicar que desmejora la combustión del motor.

La variación de la concentración del O₂, son las siguientes:

- Extra, incremento del 5.99%.
- Ecopaís, incremento del 91.84%.

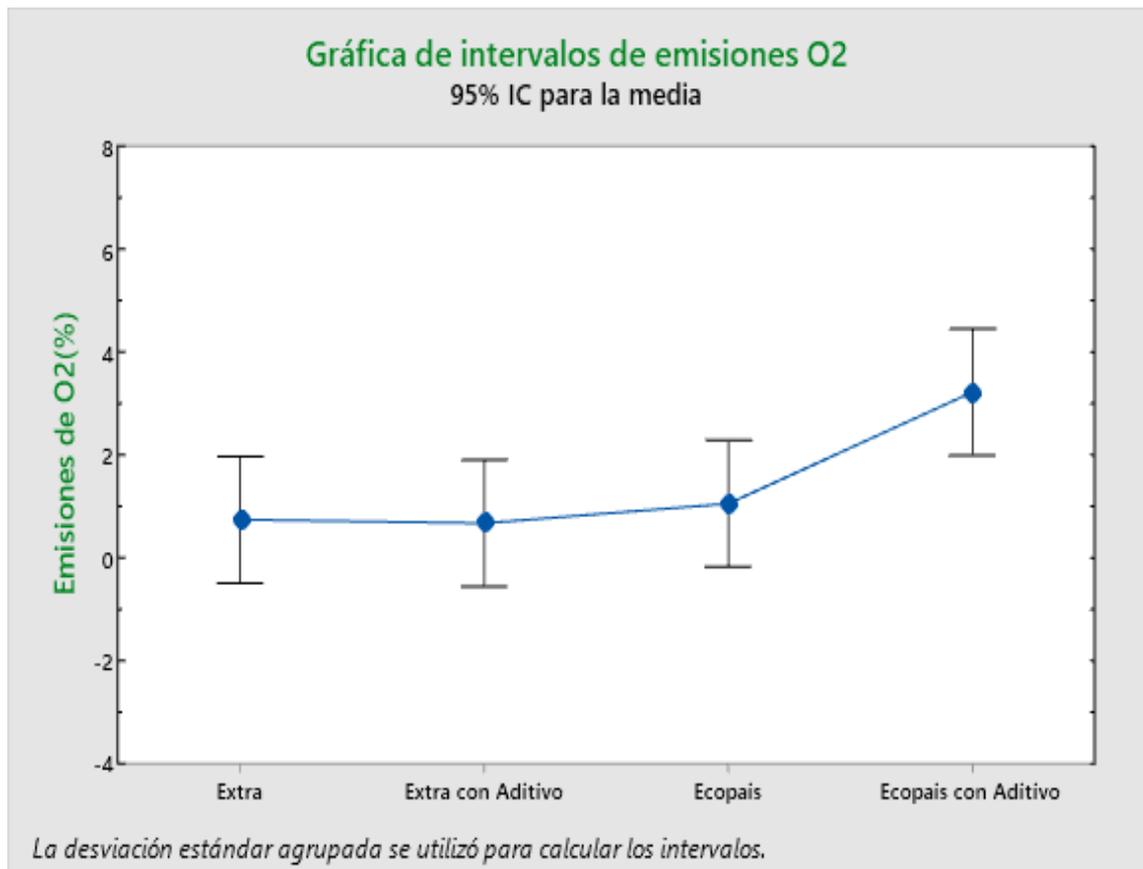


Gráfico 10-3. Emisiones de O₂ en velocidad de crucero

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

Gráfico No. 10-3 indica que las emisiones de O₂ en crucero son mayores con la gasolina Ecopais con aditivo, por otro lado, la gasolina Extra con aditivo es la que menor valores registra en sus emisiones de O₂. En el caso del oxígeno, los valores de Extra son de 0.46777778 a los 0.495555556 mientras que en Ecopais se ubican entre los 1.17777778 y los 2.258888889, es decir, el proceso de combustión eficiente se registra en presencia de la gasolina Extra y lo contrario con gasolina Ecopais. Este particular se presenta al margen de efectuarse la prueba dentro de la misma condición geográfica.

3.4. Análisis de prueba de ruta en función del consumo volumétrico de combustible

Tabla 13-3: Valores de la prueba dinámica de consumo de combustible

Pruebas	Extra	Extra con aditivo	Ecopaís	Ecopaís con aditivo	Consumo (lts)
P1	3.5	3.2	3.8	3.5	(Lt)
P2	3.6	3.3	4	3.8	(Lt)
P3	3.4	3.1	4.1	3.7	(Lt)
Mediana	3.5	3.2	4	3.7	(Lt)

Realizado por: Jhon Vega y Edgar Carrasco.

En los valores que son parte de la Tabla 13.3, se encuentra que la mediana del volumen de combustible de la gasolina **Extra disminuye en presencia del uso de aditivo**. De igual manera, en el uso de la gasolina Ecopaís. El grado de disminución en el volumen de combustible es similar en ambos casos.

La variación del volumen de combustible son las siguientes:

- Extra, decremento del 8.57%.
- Ecopaís, decremento del 8.57%.

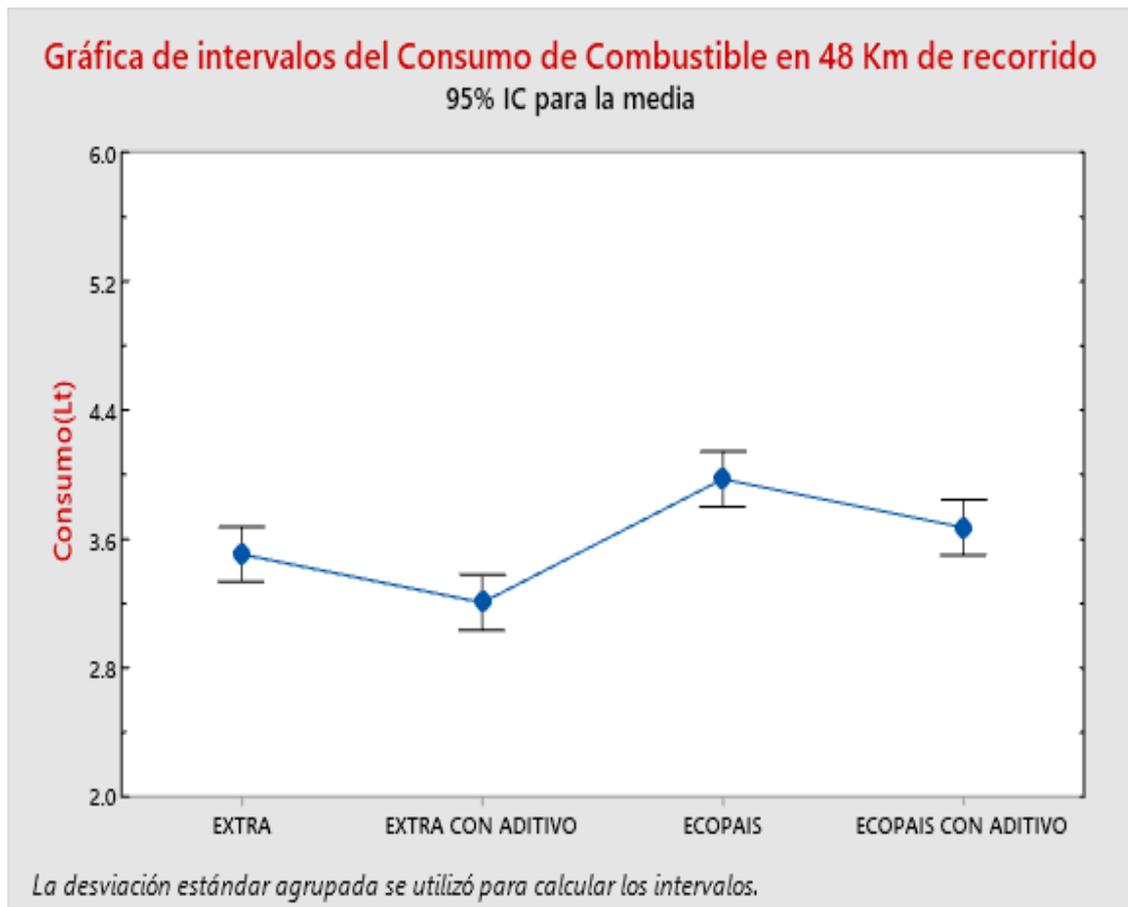


Gráfico 11-3. Consumo de combustible

Realizado por: Vega, J.; Carrasco, E. 2021.

La Gráfico No. 11.3 indica que el consumo de combustible es mayor con la gasolina Ecopaís sin aditivo, adicionalmente, la gasolina Extra con aditivo es la que menor valores registra en el consumo correspondiente. El consumo de combustible que inicia con valores de 3.5 a 3.2 con gasolina Extra se transforma en 4 a 3.7 con Ecopaís y la presencia de aditivo en cada situación. En este ámbito, se genera un mejor desempeño de la gasolina Extra que con la de Ecopaís, es decir, económicamente hablando, se genera un impacto positivo con el uso de Extra que a la postre, es el combustible de mayor consumo en la comunidad.

3.5. Análisis de valores

Los resultados obtenidos en las pruebas de campo deben diferenciarse en cuanto a la velocidad en ralentí, 800 rpm, y a la consecuente, velocidad de cruce, 2500 rpm. Este particular requiere el control de emisiones vehiculares acorde a la normativa vigente y bajo el cual, se determinan concentraciones de CO y HC, las cuales, son las variables que determinan los límites permisibles

y que son función incluso del año de fabricación del vehículo. Bajo este enfoque, es válido identificar la incidencia que tiene la presencia del aditivo Liqui Moly en las gasolinas Ecopaís y en la Extra.

CONCLUSIONES

- Se cuenta con la información técnica de la composición de la gasolina Extra y Eco-país en función de su eficiencia y grado de contaminación como parte de los procesos de combustión interna, es parte de la normativa INEN entre lo que se identifica NTE INEN 2204:2002, NTE INEN 2203:2000, NTE INEN 2204, entre otros.
- El volumen de la gasolina Extra disminuye en presencia del uso de aditivo, de igual manera, en el uso de la gasolina Eco-país. El grado de disminución en el volumen de combustible es similar en ambos casos. Así como también se produce un aumento en el poder calórico de los combustibles, esto hace que las emisiones de los gases se reduzcan significativamente.
- El caso de la gasolina Extra, el uso del aditivo produce un ligero incremento en la densidad. La variación del volumen de combustible es con Extra, decremento del 8.57% mientras que, con Eco-país, el decremento del 8.57%. Las variaciones en ralentí de la concentración del CO₂, con gasolina Extra, es del 12.07 % de incremento con aditivo mientras que con gasolina Eco-país, se registra el 4.68 % de decremento con aditivo.
- Las pruebas de un combustible con aditivo se deben realizar con el vehículo en circulación con un promedio máximo de 5 km recorridos, ya que si tomamos los resultados al instante de poner en marcha el motor el aditivo tiende a quedarse en el catalizador, afectando de esta manera la toma de resultados para la emisión de gases.
- De manera general, se conoce que las propiedades de los combustibles que se comercializan en el Ecuador, no cumplen los requerimientos de los entes de control como la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos, ARCH, incluso las variables de control dependen de las propias estaciones que suministran combustible. A nivel de limitaciones dentro del presente trabajo, se identifica, la ausencia de los suficientes recursos para efectuar un monitoreo sobre la calidad de los combustibles que son comercializados. Este aspecto es considerado significativo para conocer un impacto valedero del aditivo en la combustión del motor.

RECOMENDACIONES

- La presencia de un aditivo no garantiza de ninguna manera el proceso efectivo de combustión interna de un automotor, dicho de otra manera, un vehículo que carece de un plan de mantenimiento no va a rendir acorde a sus especificaciones técnicas, por lo que, es recomendable disponer de un lineamiento de mantenimiento.⁷
- Es importante regular en lo posible las condiciones con las cuales, se desarrolla las pruebas de campo, por lo mismo, se recomienda contar con un protocolo de pruebas apropiado y que se ajuste a los requerimientos del estudio.
- En consideración a los equipos que son parte de las mediciones es recomendable conocer su condición operativa, es decir, la validación de los resultados requiere de utilizar equipos debidamente calibrados (con los correspondientes sensores en óptimo funcionamiento) y que respalden la validez de los valores que son parte de cada una de las pruebas.
- Las personas que intervienen dentro de un ciclo experimental deben disponer de un nivel de competencia similar, por ende, es recomendable la formación de grupos de trabajo competentes con la finalidad de obtener conclusiones relevantes en el análisis de resultados y de ser necesario, implementar variaciones en los muestreos propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, A. *Biocombustibles*. Lima : ANI, 2012. pp. 331-345.

ALEJOS, C.; CALVO, E. "Biocombustibles de primera generación". Lima : Revista Peruana De Química e Ingeniería Química [en línea],2015,(Perú), 18(2) pp. 9-30. [Consulta: 06 de Junio de 2021]. ISSN: 1726-2208. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11784/10542>

APARICIO, F. *Gestión de la eficiencia energética en el sector del transport*[en línea]. Gestión de la eficiencia energética en el sector del transport, 2020. [Consulta: 15 de 02 de 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/167585?page=21-73>.

AREVALO, R. Adaptación de un sistema dual de combustible en un motor de cuatro tiempos 125cc a carburador en un banco de pruebas, para análisis de funcionamiento en gasolina y metanol (Trabajo de titulación) (Ingeniero automotriz). UIDE, Quito-Ecuador. 2010.pp. 20-75.

ASTM. Análisis, estudio y modelización matemática para la caracterización energética de gasolinas comerciales en función de parámetros de calidad en normas ASTM. 2019. Bogota : Alfa.

BELTRÁN C.; GUERRERO A. Elaboración de manual y procedimientos de la bomba calorimétrica PARR 6300 de la Universidad de La Salle para la determinación del poder calorífico de muestras sólidas de interés ambiental (Trabajo de titulación) (Ingeniero ambiental).La Salle, Facultad de ingeniería, Lima-Peru.2018. [Consulta: 2020-05-28]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/791

CAMACHO H. "Octanaje, plomo y contaminación". Revista de Ciencias ambientales [en línea] 1999, (Costa Rica) 1(1), pp. 11-16. [Consulta: 14 junio 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.1-1.1>

CAMPS Michelen, M. "Los biocombustibles". *Mundi-Prensa*. [En línea] 2008, (Ecuador) (2a. ed.) [Consulta: 05 de 01 de 2021.] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/35849?page=243-272>.

CARRETERO A. "Gestión de la eficiencia energética". Cálculo del consumo, indicadores y mejora [en línea], 2012,(España). [Consulta: 18 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscar-libros/detalle?c=9451>

CEDEÑO, E. *Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura.* Caso de estudio Quito-Ecuador. Enfoque UTE, 2018, vol.9, no 2, p.149-158.

CHECA, A. *Evaluación de las emisiones de gases contaminantes de un motor de combustión interna experimental con diferentes tipos de gasolinas mediante pruebas estáticas.* SEK, Quito-Ecuador. 2020.

CID D. Fundamentos de investigación. Mexico : Diamante. 2016.

DARQUEA, D. "Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales". INNOVA Research Journal [en línea], 2018,(Ecuador) vol. 3, no 3, p. 23-34.[Consulta: 15 julio 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>

DUFEY, A. Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo [blog]. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/15504SIIED.pdf>

EP PETROECUADOR. Informe estadístico. [Consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/06/INFORME-ESTADISTICO-2016.pdf>.

GUTIÉRREZ, M. La eficiencia térmica de las mezclas de combustibles reciclados de aceites lubricantes y comestibles [en línea], 2019, (Revista de la Universidad Internacional del Ecuador) 4(1). 21-35. [Consulta: 5 mayo 2021]. Disponible en: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/796/934>

IÑIGUEZ, J.; REYES, G.; RIVERA, C; VERA, E. "Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor Otto con el uso de gasolina y un combustible a base de 95% de gasolina y 5% de etanol". Innova [en línea] 2017, (España) Vol. (2), pp. 11-18. [Consulta: 5 junio 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n12.2017.571>.

KANE. *Productos auto plus.* [Consulta: 18 junio 2020]. Disponible en: <https://www.kane.co.uk/products/auto-plus-5-2-automotive-exhaust-gas-analyser>. 2020.

LIQUI MOLY. *Octane Plus.*[Consulta: 1 junio 2020]. Disponible en: <https://liqui-moly.com.ar>. 2020.

LLANES, E., ROCHA, ; J., PERALTA, D. ; LEGUÍSAMO, J. "Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura". Caso de estudio Quito-Ecuador [en línea], 2018,(Ecuador). 9(2), p 149-158. [Consulta: 25 junio 2020]. ISSN 1390-9363. Disponible en: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.201>

MARTINEZ A. *Gestión de la eficiencia energética en el sector del transporte.* Madrid-España : Aenor, 2020, pp 20-50.

MENDEZ, C. *Metodología de la Investigación.* Quinta edición. Bogota: Alfa, 2020. ISBN9789587786606, pp 16-18.

MONTERO, P. Análisis de las propiedades de la gasolina Súper y Ecopaís comercializada en la ciudad de Guayaquil al ser mezclado con un aditivo [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero automotriz). Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de ciencias técnicas. Guayaquil, Ecuador. 2020. pp 1-107. [Consulta 2020-05-20]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4236>

MRDAB. *Digital rotary viscometer up to 100,000 (mpa*s).* [Consulta: 3 junio 2020]. Disponible en: <https://www.mrclab.com/digital-rotary-viscometer-1>. 2020.

NEN. Norma Ecuatoriana Nte Inen 935. 2016. Quito. INEN.

NTE INEN 2204. *Gestión Ambiental. Aire. Vehiculos automotores. Límites permitidos de emsiones producidas por fuentes móvilesterrestres que emplean gasolina.* Quito. 2020: Inen.

NTE INEM 935. *Productos derivados de petroleo. Gasolina. Requisitos.* Quito. 2017. INEN.

PAGLIARO F. *Metodología de la Investigación. Introducción al Conocimiento Científico.* Bogota : Iris, 2020. 2.2.34361.31843.

PARADA, P, ; VILLALBA, R . Evaluar el comportamiento del combustible Ecopaís a una altura mayor de 2500 msnm. Riobamba [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero automotriz) : Epoch, Facultad de Mecánica, Escuela de ingeniería automotriz. Riobamba-Ecuador.2018. pp. 1-88. [Consulta: 19-06-19]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/5229>

PÉREZ D. "Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales". s.l. : Innova, [En línea], 2018,(Ecuador)3(3) pp. 23-34. [Consulta: 11 27 junio 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>.

POLO, A. Evaluación de la cinética de oxidación del dietil carbonato y su comportamiento como aditivo oxigenante en motores de combustión interna (Trabajo de titulación) (Doctorado en ingeniería). Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Medellin-Colombia. 2016. pp1-104.

QUIMBITA, A.; GUALLICHICO, E. Determinación del potencial energético y mecánico del motor Mazda F2 al utilizar los tipos de gasolina comercial empleados en el Ecuador.(Trabajo de titulación) (Ingeniería Automotriz). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Iciencias de la energía y Mecánica, Carrera Ingeniería Automotriz. Latacunga -Ecuador. 2017.pp 1-224

REYES, S. Evaluación del proyecto de desarrollo de biocombustibles en el Ecuador: caso Gasolina Ecopaís período 2010-2015 (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 2016. pp.1-77.

ROCHA, J.; ZAMBRANO, D. "Análisis del motor de encendido provocado debido a la presencia de aditivos". Scielo Analytics [en línea], 2015, (Quito) 29(5),p. 325-334. [Consulta: 29 mayo 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500325>.

ROCHA, J; TIPANLUISA, L.; ZAMBRANO, V; PORTILLA, A. " Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible". Información tecnológica [en línea], 2018, (Quito) vol. 29(5), p. 325-334. [Consulta: 20 mayo 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500325>

ROJAS G.; TIGSE C. Estudio de emisiones de gases en vehiculos a gasolina utilizando aditivos locales [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Automotriz) Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Mecánica Automotriz. Quito-Ecuador. 2017. pp. 1-20. [Consulta: 2020-07-29]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1944>

TORRES, A. MEDINA, A. Sistema de reducción de emisiones contaminantes procedentes en motores de combustión interna mediante tratamiento post combustión por descarga de barrera eléctrica. Cuenca [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniero automotriz): Universidad Técnica Saieciana, Carrera de Ingeniería, Mecánica Automotriz Cuenca-Ecuador. 2017. pp. 1-98. [Consulta: 2020-08-01]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13797>

US.VWR. Medidor de densidad portátil. 2020. [Consulta: 21 junio 2020]. Disponible en: <https://us.vwr.com/store/product/20269664/portable-density-meters-dma-35-anton-paar>.

ZAMBRANO María . Análisis de la comercialización de la gasolina ecopaís y su incidencia en la economía de la ciudad de Guayaquil durante el período 2012-2016.(Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias Económicas. Guayaquil-Ecuador. 2017. pp. 1-55

ANEXOS

ANEXO A: NTE INEN 2204:2002



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

**NTE INEN 2 204:2002
(Primera Revisión)**

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS
AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES
PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE
GASOLINA.**

Primera Edición

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS. PRODUCED BY
GASOLINE. ROAD MOVABLE SOURCES.

First Edition

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del aire, emisiones de escapes de transportes,
requisitos.

MC 08.06-401
CDU: 621.43.066.4
CIIU: 3530
ICS: 13.040.50

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR
FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.**

**NTE INEN
2 204:2002
Primera revisión
2002-09**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.24 y 3.25.

2.2 Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustible diferentes a gasolina.

2.3 Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1 **Año modelo.** Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil.

3.2 **Área frontal.** Área determinada por la proyección geométrica de las distancias básicas del vehículo sobre su eje longitudinal el cual incluye llantas pero excluye espejos y deflectores de aire a un plano perpendicular al eje longitudinal del vehículo.

3.3 **Certificación de la casa fabricante.** Documento expedido por la casa fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado.

3.4 **Ciclo.** Es el tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuentes móviles equipadas con electroventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

3.5 **Ciclos de prueba.** Un ciclo de prueba es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

3.5.1 **Ciclo ECE-15 + EUDC.** Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, de diesel o gasolina, definidos en la directiva 93/59/EEC.

3.5.2 **Ciclo FTP-75.** Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, y publicado en el Código Federal de Regulaciones, partes 86 a 99.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del aire, emisiones de escapes de transportes, requisitos

3.5.3 Ciclo transiente pesado. Es el ciclo de prueba de estado transitorio establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para la medición de emisiones de motores diesel y gasolina utilizados en vehículos pesados y el cual se encuentra especificados en el Código Federal de Regulaciones de ese país, CFR, título 40, partes 86 a 99, subparte N.

3.6 Dinamómetro. Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.7 Emisión de escape. Es la descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

3.8 Emisiones evaporativas. Es la descarga al aire de una o más sustancias gaseosas, producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible de un vehículo automotor.

3.9 Equipo de medición. Es el conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.

3.10 Fuente móvil. Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

3.11 Homologación. Es el reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.

3.12 Informe técnico. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.

3.13 Marcha mínima o ralenti. Es la especificación de velocidad del motor establecidas por el fabricante o ensamblador del vehículo, requeridas para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralenti se establecerá en un máximo de 1 100 r.p.m.

3.14 Masa máxima. Es la masa equivalente al peso bruto del vehículo.

3.15 Método SHED. Procedimiento aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para determinar las emisiones evaporativas en vehículos de gasolina mediante la recolección de estas en una cabina sellada en la que se ubica el vehículo sometido a prueba. SHED son las siglas correspondientes al nombre de dicho método (Sealed Housing for Evaporative Determination). Los procedimientos, equipos y métodos de medición utilizados se encuentran consignados en el Código Federal de Regulaciones en los Estados Unidos, partes 86 y 99; o en las directivas 91/441 EEC y 93/59 EEC.

3.16 Motor. Es la principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

3.17 Peso bruto del vehículo. Es el peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.

3.18 Peso neto del vehículo. Es el peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.

3.19 Peso de referencia. Es el peso neto del vehículo más 100 kg.

3.20 Peso del vehículo cargado. Es el peso neto del vehículo más 136,08 kg (300 lb).

(Continúa)

3.21 Prueba estática. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo a temperatura normal de operación, en marcha mínima (ralentí), sin carga, en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

3.22 Prueba dinámica. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la presente norma.

3.23 Temperatura normal de operación. Es aquella que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

3.24 Vehículo automotor. Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

3.25 Vehículo o motor prototipo o de certificación. Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

4. CLASIFICACIÓN

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

4.1 Según la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para los ciclos de prueba FTP-75 y ciclo transiente pesado:

4.1.1 Vehículo liviano. Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

4.1.2 Vehículo mediano. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m². Este vehículo debe estar diseñado para:

4.1.2.1 Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo

4.1.2.2 Transportar más de 12 pasajeros

4.1.2.3 Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

4.1.3 Vehículo pesado. Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal exceda de 4,18 m².

4.2 Según La Unión Europea, la siguiente clasificación se aplica únicamente para el ciclo de prueba ECE-15 + EUDC.

4.2.1 Categoría M. Vehículos automotores destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.1.1 Categoría M1. Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.

4.2.2 Categoría N. Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.2.1 Categoría N1. Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.

(Continúa)

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los establecidos para los ciclos FTP 75, ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC, SHED (EEC 91/441 y 93/59 EEC); según las características del vehículo.

5.2 Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar copia de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.

5.3 La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de las emisiones de escape, en condición de marcha mínima o ralenti.

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).

6.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica).

6.2.1 Toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 2.

(Continúa)

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 =		14,4	1,1	5,0	Transiente pesado	3
	≤ 6 350						
	> 6 350		37,1	1,9	5,0		4

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

6.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclo ECE-15+ EUDC (prueba dinámica).

6.3.1 Toda fuente móvil con motor de gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.

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 transporten hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas
 (2) Vehículos que transporten más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí.

7.1.1 Seguir el procedimiento descrito en la NTE INEN 2 203.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:1998 *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones del escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 056. *Metrología. Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales.* Quito, 1998.

Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o ralentí.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.

EPA 94: *Code of Federal Regulations Protection of Environment 40. Part 86 (Revised as of July 1, 1995) Control of air pollution from new and in-use motor vehicles and new and in-use motor vehicle engines: certification and test procedures: 86.090-8 Emission standards for 1990 and later model year light - duty vehicles (Diesel and gasoline); 86.091-9 Emission standards for 1991 and later model year light - duty trucks (diesel and gasoline); 86-091-10. Emission standards for 1991 and later model year otto - cycle heavy - duty engines and vehicles (gasoline).* U.S Environmental Protection Agency, EPA. Washington D.C., 1996.

EURO II: *Community Directive (Directive 88/77/EEC). Regulación 49, gaseous pollutants. Truck and buses > 3,5 Ton. EEC regulation for small utility records. Enforcement date: 01.10.1993 new models, 01.10.1994 new vehicles.* European Economic Community. Brussels, 1996.

Normas para la protección y el control de la calidad del aire: *Resolución 005 de 1995-01-09, Resolución 1619 de 1995-12-21, Resolución 1351 de 1995-11-14, Resolución 898 de 1995-08-23 - Adicionada por la Resolución 125 de 1996-03-19, Decreto 948 de 1995-06-05 - Modificado por el Decreto 2107 de 1995-11-30.* Ministerio del Medio Ambiente de la República de Colombia. Bogotá, 1996.

Decreto 2673: *Normas sobre Emisiones de fuentes móviles.* Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. República de Venezuela. Caracas, 1998.

Proyecto de reglamentación para control de emisiones para vehículos automotores en el Distrito Metropolitano de Quito. *Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, CINAE - Asociación Ecuatoriana Automotriz del Interior, AEADI, Quito, 1998.*

Exhaust Emissions, Standards, Regulations and Measurement of Exhaust emissions and Calculation of fuel consumption based on the Exhaust emission test - Passenger cars; Mercedes Benz. Alemania, 1997.

Vehicle Emissions Study, Kiyoshi Yuki - Overseas Regulation & Compliance Department, Engineering Administration Division, Toyota Motor Corporation. Tokyo, 1995.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 204 (Primera Revisión)	TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL, AIRE, VEHÍCULOS AUTOMOTORES, LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIÓN PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.	Código: MC 08.06-401
---	---	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2000-09-11/2001-11-19	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1998-12-08 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 98163 de 1998 - 12 - 17 publicado en el Registro Oficial No. 100 de 1 999 - 01 - 04 Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Comité Interno del INEN:
 Fecha de iniciación: 2 000-09-11
 Integrantes del Comité Interno del INEN. _____ Fecha de aprobación: 2 000-09-11

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)	SUBDIRECTOR TÉCNICO
Ing. Enrique Troya	DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR
Sr. Guido Reyes	DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y CERTIFICACIÓN
Fis. René Chunchay	DIRECCIÓN DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO
Ing. Marco Narváez	DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN FÍSICA
Ing. Rafael Aguirre	DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN
Dra. Beatriz Cañizares	DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN ANALÍTICA
Ing. Fernando Hidalgo (Secretario Técnico)	DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

2001-11-20

Dr. Ramiro Gallegos (Presidente)	DIRECTOR TÉCNICO DEL ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Ing. Gustavo Jiménez	DIRECTOR TÉCNICO DEL AREA DE NORMALIZACIÓN
Tlgo. Francisco Cevallos	ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
Arq. Francisco Ramírez	ENSAYOS DE CALIBRACIÓN
Sr. Marco Proaño	ÁREA DE CERTIFICACIÓN: PRODUCTOS
	ÁREA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS:
	ENSAYOS FÍSICOS
Ing. Guillermo Layadra (Secretario Técnico)	REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: Esta NTE INEN 2 204:2002 (Primera Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2 204:1999

♦ La NTE INEN 2 204:2002 (Primera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución del Directorio del INEN No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17.

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2002-04-17

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No. 02 368 de 2002-09-18
 Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30

ANEXO B: NTE INEN 2203:2000



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 203:2000

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS
AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA
CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE ESCAPE EN
CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI".
PRUEBA ESTÁTICA.**

Primera Edición

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF CONCENTRATION OF EXHAUST EMISSIONS IN MINIMUM SPEED CONDITIONS OR RALENTI STATIC TEST.

First Edition

DESCRIPTORES: Emisión de gases, protección del medio ambiente, calidad del aire, método de ensayo.
MC 08.06-302
CDU: 662.75
CIRU: 0530
ICS: 13.040.50

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE EMISIONES DE
ESCAPE, EN CONDICIONES DE MARCHA MÍNIMA O "RALENTI".
PRUEBA ESTÁTICA.**

**NTE INEN
2 203:2000
2000-07**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape de vehículos equipados con motor de encendido por chispa, en condiciones de marcha mínima o "ralenti".

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los vehículos automotores cuyo combustible es gasolina.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2204, y las que a continuación se detallan:

3.1.1 **Aislamiento electromagnético.** Característica del equipo de medición que impide la alteración en sus lecturas por causa de radiaciones electromagnéticas externas.

3.1.2 **Calibración de un equipo de medición.** Operación destinada a llevar un instrumento de medida al estado de funcionamiento especificado por el fabricante para su utilización.

3.1.3 **Motor de encendido por chispa.** Es aquel en el cual la reacción de la mezcla aire/combustible se produce a partir de un punto caliente, generalmente una chispa eléctrica.

3.1.4 **Gas patrón.** Gas o mezcla de gases de concentración conocida, certificada por el fabricante del mismo, y que se emplea para la calibración de equipos de medición de emisiones de escape.

3.1.5 **Autocalibración.** Es la rutina en la cual el equipo verifica el funcionamiento óptimo de todos sus componentes instrumentales y realiza una comparación con los patrones internos incorporados por el fabricante del mismo.

3.1.6 **Exactitud.** Grado de concordancia (la mayor o menor cercanía) entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

3.1.7 **Repetibilidad.** Grado de concordancia de resultados de sucesivas mediciones de la misma variable, realizadas en iguales condiciones de medida.

3.1.8 **Tiempo de calentamiento del equipo de ensayo.** Es el período en segundos entre el momento en que el equipo es energizado o encendido y el momento en que cumple con los requerimientos de estabilidad, para realizar la lectura de la variable.

3.1.9 **Tiempo de respuesta del equipo de medición.** Es el período en segundos que el equipo requiere para medir y entregar los resultados de los ensayos realizados.

3.1.10 **Sonda de prueba.** Tubo o manguera que se introduce a la salida del sistema de escape del vehículo automotor para tomar una muestra de las emisiones.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Emisión de gases. Protección del medio ambiente. Calidad del aire. Método de ensayo.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los importadores y distribuidores de equipos de medición de emisiones deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los equipos de medición a ser utilizados debe cumplir con la International Recommendation OIML R 99.

4.2 Los importadores y distribuidores están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los equipos.

4.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para determinar la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralenti", prueba estática.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Fundamento.

5.1.1 El principio de operación se basa en la absorción de luz infrarroja no dispersa de gases para la determinación de hidrocarburos, monóxido y dióxido de carbono.

5.1.1.1 El oxígeno se mide utilizando una celda de combustible (fuel cell). Esto no excluye el uso de equipos con otro principio de operación, siempre y cuando sean homologados.

5.2 Equipos

5.2.1 Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

5.2.2 Capacidad de autocalibración. Los equipos de medición deben tener incorporada la función propia de autocalibración, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el equipo es encendido, o manualmente cada vez que el usuario lo requiera.

5.2.3 Los equipos de medición deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

5.2.4 Los equipos deben contar con un tacómetro para la medición de las revoluciones del motor.

5.2.5 El equipo debe disponer de características de seguridad que garanticen la protección del operador.

5.3 Calibración

5.3.1 La calibración del equipo se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo. En caso que éstas no estén disponibles, la calibración se debe realizar, como máximo, cada tres meses.

5.3.2 El equipo se debe calibrar luego de cada mantenimiento correctivo.

5.3.3 La calibración anterior es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

5.3.4 El gas de calibración debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO 6145. Este gas debe contar con una certificación emitida por el fabricante, de acuerdo con lo establecido en la norma anteriormente indicada.

(Continúa)

5.4 Procedimiento de medición

5.4.1 Antes de la prueba, realizar las verificaciones siguientes:

5.4.1.1 Someter al equipo a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.

5.4.1.2 Retirar todo material en forma de partículas y eliminar toda sustancia extraña o agua, que se hayan acumulado en la sonda de prueba y que puedan alterar las lecturas de la muestra.

5.4.1.3 Revisar que la transmisión del vehículo esté en neutro (transmisión manual) o parqueo (transmisión automática).

5.4.1.4 Revisar que el control manual del ahogador (choque), no se encuentre en operación, y que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc.), estén apagados.

5.4.1.5 Revisar en el vehículo que el sistema de escape se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.

5.4.1.6 Si el vehículo no cumple con las condiciones establecidas en el numeral 5.4.1.5, la prueba no se debe realizar hasta que se corrijan aquellas.

5.4.1.7 Revisar que el nivel de aceite en el cárter esté entre el mínimo y máximo recomendado por el fabricante, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.

5.4.1.8 Encender el motor del vehículo y verificar que se encuentre a la temperatura normal de operación.

5.4.2 Medición

5.4.2.1 Conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de encendido del motor y verificar las condiciones de marcha mínima o "ralenti".

5.4.2.2 Con el motor a temperatura normal de operación y en condición de marcha mínima o "ralenti", introducir la sonda de prueba en el punto de salida del sistema de escape del vehículo. Tener la seguridad de que la sonda permanezca fija dentro del sistema de escape mientras dure la prueba.

5.4.2.3 Esperar el tiempo de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante.

5.4.2.4 Imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.

5.4.2.5 Si, por diseño, el vehículo tiene doble sistema de escape, medir por separado cada salida. El valor del resultado final será la mayor lectura registrada.

5.5 Informe de resultados

5.5.1 El resultado final será la mayor lectura registrada de los valores de las lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.4.

5.5.2 La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del equipo de medición.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204:1998	<i>Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.</i>
Norma ISO 6145-1:86	<i>Gas Analysis Preparation of Calibration Gas Mixtures. Dynamic Volumetric Methods - Part 1 - Methods of Calibration.</i>
International Recommendation OIML R 99.	<i>Instruments for measuring vehicle exhaust emissions. International Organization of Legal Metrology.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica colombiana ICONTEC 4230. *Gestión ambiental. Aire. Determinación de la concentración de emisiones de escape, en condiciones de marcha mínima o "ralentí". Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1997.*



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2204
Segunda revisión
2017-01

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS
PRODUCED BY ROAD MOVABLE SOURCES USING GASOLINE

GESTIÓN AMBIENTAL
AIRE
VEHÍCULOS AUTOMOTORES
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES
MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina.

Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas (vehículo automotor, vehículo prototipo).

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilizan combustibles diferentes a gasolina.

Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, vehículos motorizados clásicos, vehículos de competencia deportiva, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

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

NTE INEN 2203, *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan los siguientes términos y definiciones:

3.1

año modelo

Año de producción del modelo de la fuente móvil.

3.2

ciclo

Tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuentes móviles equipadas con electroventilador, ciclo es el periodo que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

3.3

ciclos de prueba

Secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

3.3.1

ciclo ECE + EUDC

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

3.3.2**ciclo FTP-75**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

3.4**dinamómetro**

Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.5**emisión de escape**

Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido, gaseoso o de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

3.6**fuentes móviles**

Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

3.7**marcha mínima o ralenti**

Especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralenti se establecerá en un máximo de 1100 r.p.m.

3.8**motor**

Fuente principal de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

3.9**peso bruto vehicular (PBV)**

Peso total del vehículo, definido como la suma total del peso en vacío (tara) más la carga técnicamente admisible declarada por el fabricante.

3.10**peso de vehículo en vacío (tara)**

Valor nominal del peso del vehículo, según lo indicado por el fabricante, incluyendo todo el equipo estándar que requiere para su funcionamiento normal (por ejemplo, extintor de fuego, herramientas, rueda de emergencia, etc.), además de refrigerante, aceites, el tanque de combustible con su capacidad a la mitad.

3.11**peso de referencia (PR)**

Peso del vehículo en marcha aumentado con un peso fijo de 120 kg. El peso del vehículo en marcha será el correspondiente al peso total en vacío con todos los depósitos llenos, salvo el del combustible, que estará solo a la mitad de su capacidad, un juego de herramientas y la rueda de repuesto.

3.12**prueba dinámica**

Medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en esta norma.

3.13**temperatura normal de operación**

Temperatura que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralenti), o cuando en estas mismas condiciones, la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75 °C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

3.14**vehículo automotor**

Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

3.15**vehículo prototipo**

Vehículo de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

3.16**categoría M**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

3.17**categoría N**

Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.

3.17.1**subcategoría N1**

Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.

NOTA. En lo que respecta a la relación entre el peso de referencia del vehículo y la inercia equivalente que ha de emplearse, conviene conformar las definiciones de los pesos de los vehículos de las clases I, II y III de la categoría N1 con las de la Directiva 95/44/CE.

4. REQUISITOS**4.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralenti (prueba estática)**

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 ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b
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	1000	1200

^a Volumen
^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

4.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)

Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx), en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 2.

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años ^a			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

^a Véase 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT.

Abreviaturas:
 PBV Peso bruto vehicular
 LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs)
 ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV)
 LDT Camión ligero
 LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV)
 HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)

4.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)

Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	Ciclo de prueba
M ^a	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE + EUDC (también conocido como MVEG-A)
N1 ^b	I	PR ≤ 1 305	2,3	0,2	-	0,15	
	II	1 350 < PR ≤ 1 760	4,17	0,25	-	0,18	
	III	1 760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	

^a Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg.
^b Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.

5. MÉTODOS DE ENSAYO

Para la determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHICULOS Código ICS:
NTE INEN 2204 AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES 13.040.50
Segunda revisión PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE
EMPLEAN GASOLINA

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2002-04-17 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 02 368 de 2002-09-18 publicado en el Registro Oficial No. 673 de 2002-09-30 Fecha de iniciación del estudio: 2016-11-14
---	---

Fechas de consulta pública: Del 2016-12-01 al 2016-12-16

Comité Interno
Fecha de iniciación: 2016-12-16
Integrantes del Comité:

Fecha de aprobación: 2016-12-16

NOMBRES:

BQF. Elena Larrea (Presidenta)
Ing. Juan Burneo
Ing. Evelyn Vasco
Ing. Luis Cosita
Ing. Ximena Llano

Dr. Hugo Ayala

Ing. Eduardo Quintana
Ing. Luis Silva (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

INEN – DIRECCIÓN EJECUTIVA
INEN – DIRECCIÓN DE REGLAMENTACIÓN
INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INEN – DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN Y
CERTIFICACIÓN
INEN – DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN Y
CERTIFICACIÓN
INEN – DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN
INEN – DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2204:2017 (Segunda revisión) reemplaza a NTE INEN 2204:2002 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 16 530 de 2016-12-30
Registro Oficial Primer Suplemento No. 919 de 2017-01-10



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 017:2008

**CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES
MÓVILES TERRESTRES.**

Primera Edición

CONTROL OF POLLUTION EMISSIONS OF ROAD MOVABLE SOURCES.

First Edition

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad de aire, emisiones de escapes de transportes.
MC 08.08-902
CDU: 621.43.068.4
CIU: 3530
ICS: 13.040.50

RESOLUCIÓN No. 078-2008

EL DIRECTORIO DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo dispuesto por el numeral 7 del artículo 23 de la Constitución Política de la República del Ecuador, es deber del Estado garantizar el derecho a disponer de bienes y servicios públicos y privados, de óptima calidad; a elegirlos con libertad, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características.

Que, el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Suplemento del Registro Oficial No. 853 de 2 de enero de 1996.

Que, el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC en su artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros.

Que, se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC.

Que, el Anexo III del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas.

Que, la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó "El Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología", modificada por la Decisión 419 de 31 de Julio de 1997.

Que, la Decisión 562 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina, establece las "Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario".

Que, el Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad, a través del Consejo del Sistema MNAC, mediante Resolución No. MNAC-0003 de 10 de Diciembre de 2002, publicada en el Registro Oficial No. 739 de 7 de Enero de 2003, establece los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos Ecuatorianos.

Que, mediante Ley No. 2007-76 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del jueves 22 de febrero del 2007, se establece el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a:

- I) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en ésta materia;
- II) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas.

Que, es necesario garantizar que la información suministrada a los consumidores sea clara, concisa, veraz, verificable y que ésta no induzca a error al consumidor.

Que, el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, cumpliendo con las disposiciones gubernamentales y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el artículo 29 de la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, ha formulado el presente **Reglamento Técnico Ecuatoriano. "Control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres"**.

Que, en conformidad con el artículo 2, numeral 2.9 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC y el artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este Reglamento Técnico Ecuatoriano fue notificado en **2007-01-03** a la OMC y a la CAN y se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto.

Que, el Directorio del INEN en sus sesiones llevadas a cabo el **28 de marzo y 19 de julio de 2008**, respectivamente, conoció y aprobó el mencionado Reglamento;

Que, por disposición del Directorio del INEN, el Presidente del Directorio debe proceder a la oficialización con el carácter de **OBLIGATORIO**, mediante su publicación en el Registro Oficial; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley.

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Oficializar con el carácter de **OBLIGATORIO** el siguiente **Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017 "Control de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres"**, sean de fabricación nacional o importados, que se comercialicen en la República del Ecuador:

1. OBJETO

1.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano establece los procedimientos para el control de las emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres, con el fin de proteger la vida y la salud humana, animal y vegetal, y al ambiente, sin perjuicio de la eficiencia de los vehículos automotores.

2. CAMPO DE APLICACION

2.1 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano se aplica tanto a vehículos motorizados importados como a aquellos de producción nacional.

2.2 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano se aplica a vehículos de transporte de usos especiales tales como: coches para reparaciones (auxilio mecánico), camiones grúa, camiones de bomberos, camiones hormigonera, camiones recolectores, coches barredera, coches esparcidores, coches taller, coches radiológicos, volquetes y similares.

2.3 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano no se aplica a las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se desplacen sobre rieles, equipo caminero y para la construcción, equipos industriales y maquinaria agrícola.

2.4 Este Reglamento Técnico Ecuatoriano no se aplica a los vehículos motorizados clásicos y de competencia deportiva, así como a los vehículos que ingresan al territorio ecuatoriano para fines de turismo.

2.5 Los vehículos objeto del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano obedecen a la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
87.01	Tractores (excepto las carretillas tractor de la partida 87.09)
8701.20.00	- Tractores de carretera para semirremolques
8701.20.00.10	-- En CKD
8701.20.00.90	-- Los demás
87.02	Vehículos automóviles para transporte de diez o más personas, incluido el conductor
8702.10	- Con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión (Diesel o semi-Diesel)
8702.10.10	-- Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor:
8702.10.10.10	--- En CKD
8702.10.10.90	--- Los demás
8702.10.90	-- Los demás:
8702.10.90.10	--- En CKD
8702.10.90.90	--- Los demás
8702.90	- Los demás:
8702.90.10	-- Trolebuses: (En caso aplique)
8702.90.10.10	--- En CKD
8702.90.10.90	--- Los demás
8702.90.91	-- Los demás:
	--- Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor:
8702.90.91.10	---- En CKD
8702.90.91.90	---- Los demás
8702.90.99	--- Los demás:
8702.90.99.10	---- En CKD
8702.90.99.90	---- Los demás
87.03	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles concebidos principalmente para transporte de personas (excepto los de la partida 87.02), incluidos los del tipo familiar ("break" o "station wagon") y los de carreras
	- Los demás vehículos con motor de émbolo (pistón) alternativo, de encendido por chispa:
8703.21.00	-- De cilindrada inferior o igual a 1.000 cm³
8703.21.00.10	--- En CKD
8703.21.00.90	--- Los demás
8703.22.00	-- De cilindrada superior a 1.000 cm³ pero inferior o igual a 1.500 cm³
8703.22.00.10	--- En CKD
8703.22.00.90	--- Los demás
8703.23.00	-- De cilindrada superior a 1.500 cm³ pero inferior o igual a 3.000 cm³
8703.23.00.10	--- En CKD
8703.23.00.90	--- Los demás
8703.24.00	-- De cilindrada superior a 3.000 cm³
8703.24.00.10	--- En CKD
8703.24.00.90	--- Los demás
	- Los demás vehículos con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión (Diesel o semi-Diesel):
8703.31.00	-- De cilindrada inferior o igual a 1.500 cm³:
8703.31.00.10	--- En CKD
8703.31.00.90	--- Los demás
8703.32.00	-- De cilindrada superior a 1.500 cm³ pero inferior o igual a 2.500 cm³:
8703.32.00.10	--- En CKD
8703.32.00.90	--- Los demás
8703.33.00	-- De cilindrada superior a 2.500 cm³:

8703.33.00.10	-- En CKD
8703.33.00.90	-- Los demás
8703.90.00	- Los demás: (En caso aplique)
8703.90.00.10	-- En CKD
8703.90.00.90	-- Los demás
87.04	Vehículos automóbiles para transporte de mercancías
	- Los demás vehículos con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión (Diesel o semi-Diesel):
8704.21.00	- De peso total con carga máxima inferior o igual a 5 t:
8704.21.00.10	-- En CKD
8704.21.00.20	-- Los demás, de peso total con carga máxima inferior a 4.5t
8704.21.00.90	-- Los demás
8704.22.00	- De peso total con carga máxima superior a 5 t pero inferior o igual a 20 t:
8704.22.00.10	-- En CKD
8704.22.00.90	-- Los demás
8704.23.00	- De peso total con carga máxima superior a 20 t:
8704.23.00.10	-- En CKD
8704.23.00.90	-- Los demás
	- Los demás, con motor de émbolo (pistón), de encendido por chispa:
8704.31.00	- De peso total con carga máxima inferior o igual a 5 t:
8704.31.00.10	-- En CKD
8704.31.00.20	-- Los demás, de peso total con carga máxima inferior a 4.5 t
8704.31.00.90	-- Los demás:
8704.32.00	- De peso total con carga máxima superior a 5 t:
8704.32.00.10	-- En CKD
8704.32.00.90	-- Los demás
87.05	Vehículos automóbiles para usos especiales, excepto los concebidos principalmente para transporte de personas o mercancías (por ejemplo: coches para reparaciones (auxilio mecánico), camiones grúa, camiones de bomberos, camiones hormigonera, coches barredera, coches esparcidores, coches taller, coches radiológicos).
8705.10.00	- Camiones grúa
8705.20.00	- Camiones automóbiles para sondeo o perforación
8705.30.00	- Camiones de bomberos
8705.40.00	- Camiones hormigonera
8705.90	- Los demás:
	-- Coches barredera, regadores y análogos para la limpieza de vías públicas:
8705.90.11	-- Coches barredera
8705.90.19	-- Los demás
8705.90.20	-- Coches radiológicos
8705.90.90	-- Los demás
8706.00	Chasis de vehículos automóbiles de las partidas 87.01 a 87.05, equipados con su motor
8706.00.10	- De vehículos de la partida 87.03:
8706.00.10.10	-- En CKD
8706.00.10.90	-- Los demás
8706.00.20	- De vehículos de las subpartidas 8704.21 y 8704.31
8706.00.20.10	-- En CKD
8706.00.20.90	-- Los demás
8706.00.90	- Los demás:
8706.00.90.10	-- Para vehículos de la partida 87.02, con carga máxima superior a 5 t:
8706.00.90.11	-- En CKD
8706.00.90.19	-- Los demás
8706.00.90.90	- Los demás:
8706.00.90.91	-- En CKD

8706.00.90.92	-- Los demás, de peso total con carga máxima inferior a 4.5t.
8706.00.90.99	-- Los demás
87.11	Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocipedos equipados con motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares.
8711.10.00	-Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³
8711.10.00.10	- En CKD
8711.10.00.90	- Los demás
8711.20.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 50 cm ³ pero inferior o igual a 250 cm ³ :
8711.20.00.10	- En CKD
8711.20.00.90	- Los demás
8711.30.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 250 cm ³ pero inferior o igual a 500 cm ³ :
8711.30.00.10	- En CKD
8711.30.00.90	- Los demás
8711.40.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 500 cm ³ pero inferior o igual a 800cm ³ :
8711.40.00.10	- En CKD
8711.40.00.90	- Los demás
8711.50.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 800 cm ³ :
8711.50.00.10	- En CKD
8711.50.00.90	- Los demás
8711.90.00	- Los demás:
8711.90.00.10	- En CKD
8711.90.00.90	- Los demás

3. DEFINICIONES

3.1 Año modelo. El año asignado por el fabricante para hacer referencia a un determinado modelo, siguiendo la nomenclatura establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3 779.

3.2 Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente a máxima aceleración estable, sin carga y en neutro (transmisiones manuales) y en parqueo (transmisiones automáticas).

3.3 Centro de Revisión y Control Vehicular. Unidad técnica diseñada, construida, equipada y autorizada por la autoridad competente, para realizar la revisión técnica vehicular obligatoria y emitir los correspondientes certificados.

3.4 Certificado de emisiones para fuentes móviles. Certificación expedida por la casa matriz o la firma propietaria del diseño, en la cual se consignan los resultados de la medición de contaminantes del aire provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos que se importen o ensamblen.

3.5 Ciclo o método de prueba. Es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones contaminantes que produce.

3.6 Certificado de Revisión Técnica Vehicular. Documento emitido por un Centro de Revisión y Control Vehicular debidamente autorizado, en el que se consignan los resultados de la Revisión Técnica Vehicular de un vehículo automotor en particular y la calificación de dicha evaluación.

3.7 Certificado de control de emisiones. Documento emitido por un Centro de Revisión y Control Vehicular debidamente autorizado, en el que se consignan los resultados de la inspección de emisiones contaminantes de un vehículo automotor en particular y la calificación de dicha evaluación.

3.8 Emisiones de fuentes móviles terrestres autopropulsadas. Son todas aquellas sustancias emitidas al ambiente por una fuente móvil terrestre autopropulsada durante su operación, reabastecimiento o reposo.

3.9 Informe de ensayo. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones de la fuente móvil terrestre autopropulsada, ensayada bajo los ciclos de prueba especificados en este Reglamento Técnico Ecuatoriano.

3.10 Laboratorio de pruebas y ensayos acreditado. Laboratorio reconocido formalmente como competente para realizar pruebas y ensayos por el Organismo Nacional autorizado para tales efectos y que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de productos, procesos o servicios.

3.11 Motores de Ciclo Otto. Son aquellos en los que la carrera de compresión se caracteriza por realizarse con una mezcla de aire y combustible la misma que es detonada generalmente por una chispa.

3.12 Motores de Ciclo Diesel. Son aquellos en los que la carrera de compresión se caracteriza por realizarse exclusivamente con aire y el combustible es inyectado cuando la compresión en el cilindro es máxima. La mezcla detona por la alta temperatura alcanzada en la compresión.

3.13 Modelo de vehículo o motor. Es el código de identificación con el cual el fabricante designa a un grupo de vehículos o motores que cumplen con determinadas características técnicas específicas.

3.14 Organismo de certificación acreditado. Organismo acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación para desarrollar actividades de certificación en uno o varios campos específicos.

3.15 Organismo de certificación reconocido. Organismo reconocido por una autoridad nacional competente para desarrollar actividades de certificación en uno o varios campos específicos.

3.16 Revisión Técnica Vehicular. Conjunto de procedimientos técnicos normalizados utilizados para determinar la aptitud de circulación de vehículos motorizados terrestres y unidades de carga.

3.17 Vehículos clásicos. Son aquellos que tienen al menos 35 años de haber sido fabricados; que son una rareza dada la cantidad de unidades producidas; que tienen un diseño especial y/o que poseen innovaciones tecnológicas y que no han sido modificados en su chasis, en su motor ni en ninguna otra parte medular de su estructura de manera tal que lo altere notablemente.

3.18 Vehículos de competencia deportiva. Son aquellos que han sido preparados para carreras u otras competencias deportivas, siempre y cuando se encuentren participando o vayan a participar en las mismas, demostrado mediante certificación del organismo competente.

4. CONDICIONES GENERALES

4.1 Para los propósitos de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, los procedimientos, límites permitidos de emisiones de contaminantes, métodos de medición, protocolos de pruebas y categorías por peso vehicular corresponden a lo establecido en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2 204 y 2 207 vigentes.

5. REQUISITOS

5.1 Los vehículos propulsados por motores de ciclo Otto que circulen en el territorio nacional, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente.

5.2 Los vehículos propulsados por motores de ciclo Diesel que circulen en el territorio nacional, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207 vigente.

6. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

6.1 En las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se encuentren en circulación en el territorio nacional se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Reglamento Técnico Ecuatoriano, mediante los siguientes ensayos:

- a) *Determinación de las emisiones de escape en automotores de ciclo Otto.* Este ensayo se debe realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el numeral 5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203 vigente.
- b) *Determinación de las emisiones de escape de automotores de ciclo Diesel.* Este ensayo se debe realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el numeral 5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202 vigente.

6.2 En las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se importen o se ensamblen en el país y que entrarán en circulación, previamente se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este Reglamento Técnico Ecuatoriano, mediante los siguientes ensayos:

- a) *Determinación de las emisiones en automotores de ciclo Otto.* Este ensayo se debe realizar mediante los ciclos de prueba establecidos en los numerales 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente.
- b) *Determinación de las emisiones de automotores de ciclo Diesel.* Este ensayo se debe realizar mediante los ciclos de prueba establecidos en los numerales 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207 vigente.

7. NORMAS DE REFERENCIA O CONSULTADAS

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de escape de motores de diesel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "Ralenti". Prueba estática.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diesel.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349. *Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3 779. Vehículos automotores. Número de identificación del vehículo (VIN). Contenido y estructura.

8. DEMOSTRACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON EL PRESENTE REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO

8.1 Los ensambladores nacionales e importadores de vehículos automotores deben cumplir con lo dispuesto en este Reglamento Técnico Ecuatoriano y con las demás disposiciones establecidas en otras leyes y reglamentos vigentes aplicables a estos vehículos.

8.2 La demostración de la conformidad con el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano debe realizarse mediante la presentación de un certificado de conformidad expedido por un organismo acreditado o designado en el Ecuador, o por aquellos que se hayan emitido en relación a los acuerdos vigentes de reconocimiento mutuo con el país.

8.3 Los vehículos automotores en circulación deben obtener su respectivo certificado de revisión técnica vehicular actualizado en los periodos determinados por la autoridad de control competente.

8.4 Para los productos que consten en la lista de bienes sujetos a control los proveedores deben presentar el Formulario INEN 1.

9. ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA EVALUACIÓN Y LA CERTIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD

9.1 Vehículos en circulación. La evaluación de la conformidad de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano para estos vehículos estará a cargo de los Centros de Revisión y Control Vehicular legalmente autorizados por la autoridad competente.

9.1.1 Los centros de revisión y control vehicular legalmente autorizados, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 349 vigente.

9.2 Vehículos que entrarán en circulación. La evaluación de la conformidad de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano para estos vehículos estará a cargo del Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN.

9.3 En el caso de que en el Ecuador no existan laboratorios acreditados para este objeto, el organismo certificador utilizará, bajo su responsabilidad, datos de un laboratorio designado por el CONCAL o reconocido por el organismo certificador.

10. AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

10.1 Vehículos en circulación. La vigilancia y control del cumplimiento del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano para estos vehículos, le corresponde a la autoridad competente según la jurisdicción determinada por las leyes vigentes.

10.2 Vehículos que entrarán en circulación. La vigilancia y control de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano para estos vehículos estará a cargo del Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN.

11. TIPO DE FISCALIZACIÓN Y/O SUPERVISIÓN

11.1 Vehículos en circulación. La fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano lo realizarán las autoridades competentes en las vías públicas o en los centros de revisión, sin previo aviso.

11.2 Vehículos que entrarán en circulación. La fiscalización y/o supervisión del cumplimiento del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano lo realizará el INEN previo a la comercialización y circulación.

12. RÉGIMEN DE SANCIONES

12.1 Los ensambladores nacionales e importadores de vehículos automotores que incumplan con lo establecido en este Reglamento Técnico Ecuatoriano recibirán las sanciones previstas en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento.

13. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

13.1 Los organismos de certificación, laboratorios o demás instancias que hayan extendido certificados de conformidad o informes de laboratorio erróneos o que hayan adulterado deliberadamente los datos de los ensayos de laboratorio o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil, penal y/o fiscal de acuerdo con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

14. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

14.1 Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, lo revisará en un plazo no mayor a cinco (5) años contados a partir de la fecha de su entrada en vigencia, para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales de seguridad para la protección de la salud, la vida y el ambiente, de conformidad con lo establecido en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

ARTICULO 2º Este Reglamento Técnico Ecuatoriano entrará en vigencia transcurridos ciento ochenta días calendario desde la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

ARTICULO 3º Las siguientes Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes con el carácter de obligatorio, que se hacen referencia en el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, se desregularizarán pasando del carácter de obligatorio a voluntario una vez que este Reglamento Técnico Ecuatoriano entre en vigencia:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 207. *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diesel.*

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE en el Registro Oficial.

Dado en Quito, Distrito Metropolitano, 2008-07-21

Registro Oficial No. 400 de 2008-08-11

Dr. Xavier Abad
PRESIDENTE DEL DIRECTORIO

Felipe Urresta
Ing. Civil, M. Sc.
SECRETARIO DEL DIRECTORIO

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES.	Código:
RTE INEN 017		MC 06.06-002

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por el Directorio Oficialización con el Carácter de por Resolución No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Comité Técnico de Reglamentación "Emisiones vehiculares" Fecha de iniciación: 2004-07-22 Integrantes del Subcomité Técnico:	Fecha de aprobación: 2006-08-02
---	---------------------------------

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Ángel Portilla (Presidente)	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Ing. Jorge Medina	INGENIERÍA QUÍMICA (U.C.)
Ing. Rainer Chávez	DIRECCIÓN MEDIO AMBIENTE (MDMQ)
Ing. Gustavo Rodríguez	DIRECCIÓN MEDIO AMBIENTE
Ing. Vladimir González	FUNDACIÓN NATURA
Ing. Jorge Álvarez	FUNDACIÓN NATURA
Ing. Alexis Ortiz	COL. ING. MECÁNICOS DE PICHINCHA
Dr. Dennis Tamayo	GENERAL MOTOR DEL ECUADOR
Ing. Diego Sánchez	GENERAL MOTOR DEL ECUADOR
Ing. Marco Oleas	GENERAL MOTOR DEL ECUADOR
Ing. Diego Ocaña	GENERAL MOTOR DEL ECUADOR
Ing. Andrés Zumárraga	GENERAL MOTOR DEL ECUADOR
Ing. Iván Paredes	CINAE
Sra. Verónica Rivera	CINAE
Ec. Marcelo Ruiz	CINAE
Ing. Roberto Custode	CORPAIRE
Ing. Hernán Calisto	CORPAIRE
Sr. Edwin Cárdenas	CORPAIRE
Ing. Patricia Recalde	DIR. NACIONAL DE HIDROCARBUROS
Ing. Mauro González	DIR. NACIONAL DE HIDROCARBUROS
Ing. María del Carmen Ortiz	DIR. NACIONAL DE HIDROCARBUROS
Sr. Clemente Ponce	AEADE
Ing. Ricardo Jaramillo	AEADE
Ing. Diego Benítez	AEADE
Ing. Alfonso Vélez	MINISTERIO DEL AMBIENTE
Ing. Isabel Guerra	MINISTERIO DEL AMBIENTE
Ing. Enrique Quintana	PETROINDUSTRIAL
Ing. María Bahamonde	MINISTERIO DEL AMBIENTE
Tnte. Edgar Maroto	PROTECCIÓN AMB. POLICIA NACIONAL
Ing. Edwin Ramos	PETROINDUSTRIAL
Sgto. Luis Muyulema	PROTECCIÓN AMB. POLICIA NACIONAL
Sra. Cecilia Flores	A.M.E.T
Ing. Luis Andrade	SHELL ECUADOR
Ing. Kepti Timoco	SHELL ECUADOR
Dr. Ramón Trujillo	PETROCOMERCIAL
Dr. Ángel Cepeda	PETROCOMERCIAL
Ing. Magdalena Barrero	CONGRESO NACIONAL
Ing. Alex Loza	MARESA

ANEXO E: PODER CALORÍFICO, EXTRA, SIN ADITIVO

MUESTRA	1	2	3
TIEMPO	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C
0	23,003	20,127	22,507
1	23,764	20,821	23,125
2	26,936	22,227	25,096
3	27,567	24,223	25,548
4	28,522	25,188	27,414
5	29,027	25,743	27,864
6	29,309	26,087	28,125
7	29,484	26,312	28,303
8	29,606	26,474	28,43
9	29,697	26,595	28,528
10	29,77	26,689	28,614
11	29,83	26,771	28,681
12	29,879	26,84	28,735
13	29,92	26,897	28,781
14	29,955	26,948	28,827
15	29,984	26,992	28,859
16	30,008	27,03	28,893
17	30,028	27,065	28,922

18	30,045	27,094	28,938
19	30,059	27,121	28,97
20	30,07	27,144	28,991
21	30,08	27,164	29,01
22	30,087	217,182	29,022
23	30,092	27,198	29,034
24	30,096	27,212	29,046
25	30,098	27,224	29,055
26	30,099	27,234	29,065
27	30,099	27,244	29,079
28		27,251	29,077
29		27,258	29,082
30		27,264	29,086
31		27,269	29,088

ΔT	7,096	7,142	6,581
-----------	--------------	--------------	--------------

ANEXO F: PODER CALORÍFICO, ECO PAÍS, SIN ADITIVO

No	1	2	3
TIEMPO	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C
0	22,404	21,657	21,354
1	22,898	23,249	21,936
2	24,633	25,698	23,689
3	26,043	27,212	25,078
4	27,053	28,094	26
5	27,659	28,59	26,514
6	28,022	28,879	26,847
7	28,238	29,064	27,061
8	28,396	29,203	27,215
9	28,513	29,309	27,331
10	28,6	29,399	27,408
11	28,672	29,469	27,475
12	28,732	29,529	27,535
13	28,784	29,58	27,582
14	28,827	29,623	27,627
15	28,865	29,657	27,657
16	28,898	29,686	27,685
17	28,929	29,712	27,706

18	28,954	28,732	27,728
19	28,975	29,749	27,745
20	28,954	29,764	27,759
21	29,011	29,776	27,769
22	29,026	29,785	27,777
23	29,037	29,792	27,782
24	29,047	29,797	27,787
25	29,056	29,801	27,793
26	29,063		27,794
27	29,069		
28	29,073		
29	29,077		
30			
31			
ΔT	6,673	8,144	6,44

ANEXO G: PODER CALORÍFICO, EXTRA, CON ADITIVO

No.	1	2	3
TIEMPO	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C
0	20,093	21,083	18,867
1	21,059	22,281	20,187
2	24,042	24,535	22,543
3	25,134	25,732	23,895
4	25,928	26,342	24,648
5	26,305	26,685	25,058
6	26,538	26,906	25,312
7	26,698	27,064	25,483
8	26,829	27,179	25,613
9	26,922	27,274	25,716
10	27,009	27,349	25,802
11	27,061	27,413	25,874
12	27,128	27,465	25,938
13	27,176	27,51	25,99
14	27,21	27,548	26,037
15	27,243	27,581	26,078
16	27,278	27,608	26,115
17	27,318	27,631	26,147

18	27,338	27,651	26,176
19	27,364	27,668	26,201
20	27,286	27,682	26,224
21	27,402	27,694	26,244
22	27,423	27,704	26,262
23	27,434	27,712	26,278
24	27,452	27,717	26,291
25	27,462	27,722	26,304
26	27,47	27,726	26,314
27	27,48	27,728	26,324
28	27,489	27,73	26,332
29	27,494	27,731	26,339
30	27,499	27,73	26,345
31	27,509	27,729	26,35
ΔT	7,416	6,646	7,483

ANEXO H: PODER CALORÍFICO, ECO PAÍS, CON ADITIVO

No	1	2	3
TIEMPO	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C	TEMPERATURA C
0	20,725	26,999	21,699
1	21,556	28,303	22,835
2	23,459	30,639	24,994
3	24,715	31,464	26,324
4	25,543	32,739	27,016
5	25,979	33,154	27,384
6	26,229	33,393	27,628
7	26,411	33,563	27,788
8	26,532	33,676	27,91
9	26,63	33,763	28,015
10	26,709	33,821	28,089
11	26,776	33,886	28,158
12	26,839	33,93	28,21
13	26,892	33,964	28,256
14	26,937	33,995	28,297
15	26,976	34,019	28,329
16	27,013	34,039	28,361
17	27,044	34,055	28,384
18	27,071	34,069	28,404
19	27,097	34,078	28,421
20	27,12	34,086	28,436
21	27,14	34,09	28,447
22	27,158	34,09	28,458
23	27,174	34,091	28,467
24	27,188		28,473
25	27,2		28,478
26	27,211		28,481
27	27,221		28,483
28	27,228		28,484
29	27,235		28,486
30	27,242		
31	27,247	34,091	28,486
ΔT	6,522	7,092	6,787



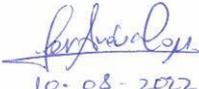
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 08 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: JHON JAIRO VEGA PUCULPALA EDGAR HUMBERTO CARRASCO SATAN
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
Título a optar: INGENIERO AUTOMOTRIZ
f. Analista de Biblioteca responsable:  10-08-2022

