

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



**EFFECTOS DE LOS TIPOS DE GASOLINA EN UN VEHÍCULO
CHEVROLET SAIL EN RELACIÓN CON LAS CURVAS
CARACTERÍSTICAS**

Proyecto de Grado para la Obtención del Título de Ingeniería Automotriz

Miguel José Loayza Romero

Director: Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Guayaquil-Ecuador

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO****Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.****CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “EFECTOS DE LOS TIPOS DE GASOLINA EN UN VEHÍCULO CHEVROLET SAIL EN RELACIÓN CON LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS”, realizado por el estudiante: Miguel José Loayza Romero, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al Sr. Miguel José Loayza Romero, que lo entregue a biblioteca de la ESCUELA, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, septiembre 2019

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, MIGUEL JOSÉ LOAYZA ROMERO, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Miguel José Loayza Romero

C.I: 0706446796

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por haberme puesto en el camino correcto, tomando una dirección que jamás imagine y con muchos sueños por delante. Por haberme llenado de sabiduría en todo momento y paciencia en aquellas largas noches de investigación. En el transcurso de la elaboración de este trabajo Dios puso personas increíbles que estuvieron en todo momento apoyándome y guiándome.

A mis padres que siempre son un pilar importante en mi vida, apoyándome y guiándome en todo momento. Quienes pudieron inculcar en mi todos aquellos principios y valores que me han permitido llegar a este punto de mi vida. Quienes me enseñaron a ser resistente para poder soportar cualquier adversidad que se presente en el camino.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a todos los que forman parte de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil quienes han sido un gran apoyo en mi formación académica, también me supieron brindar un ambiente acogedor en todos los años que compartimos.

Un agradecimiento especial para los docentes de la facultad quienes supieron transmitirme su conocimiento, siempre con buena voluntad y con el carisma que los caracteriza.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICADO	i
CERTIFICADO Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
TABLA DE CONTENIDOS	v
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Tema de Investigación	2
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	2
1.2.1 Planteamiento del problema	2
1.2.3 Formulación del problema.....	3
1.2.4 Sistematización del problema.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación	4
1.4.1 Justificación teórica	4

1.4.2	Justificación metodológica	4
1.5	Marco de Referencia.....	5
1.5.2	Marco conceptual	5
1.6	Hipótesis	6
1.6.1	Variable de hipótesis	6
1.6.2	Operación de variables	6
	CAPÍTULO II.....	7
	MARCO TEÓRICO.....	7
2.1	Asociación de Empresas Automotrices.....	7
2.2	Petróleo	11
2.3	Origen del Petróleo	11
2.3.1	Estados del petróleo.....	12
2.3.2	Grado API.....	12
2.3.3	Composición química del petróleo	13
2.3.4	El petróleo como recurso estratégico y conflictivo	14
2.3.5	Destilación del petróleo	14
2.3.6	La refinación del petróleo.....	15
2.4	Combustibles.....	16
2.4.1	Clases de combustibles	16
2.5	Las Gasolinas	19
2.5.1	Principales propiedades de la gasolina	19

2.5.2	Combustibles alternativos.....	20
2.6	Biocarburantes.....	21
2.7	Alcoholes	21
2.8	Etanol	22
2.9	Contaminación	23
2.9.1	Contaminación urbana.....	23
2.9.2	Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios.....	24
2.9.3	Principales tipos de contaminantes del aire	24
2.9.4	Gases tóxicos	24
2.9.5	Efectos de los gases contaminantes en el clima	27
2.10	Fuentes Móviles	27
2.10.1	Los vehículos y las emisiones contaminantes	27
2.10.2	Efectos en salud y medioambiente	28
2.11	Motor de Combustión Interna	30
2.11.1	Características de los motores de combustión interna.....	30
2.11.2	Rendimiento del motor	30
2.11.3	Par motor	31
2.11.4	Factores que determinan la potencia de un motor	32
2.11.5	Consumo específico de combustible	33
2.12	Curvas Características de los Motores de Combustión Interna	34
2.12.1	Curva de par motor	34

2.12.2 Curva de potencia	34
2.12.3 Curva de consumo específico de combustible.....	35
2.12.4 Obtención de las curvas características	35
2.13 Dinamómetro.....	36
2.13.1 Dinamómetro de chasis	36
2.14 Contaminación en Guayaquil.....	37
2.15 Efectos del Grado de Octano de la Gasolina.....	37
2.16 Sensor de Golpeteo	38
2.17 Sensor de Oxígeno	38
2.18 Inyectores	39
2.19 Gasolinas en Ecuador.....	40
2.19.1 Gasolinas utilizadas en las pruebas	40
2.19.2 Características físicas de las Gasolinas	45
2.19.3 Características químicas de las Gasolinas	46
2.19.4 Definición de octanaje	47
2.19.5 Valor RON de la gasolina.....	47
CAPÍTULO III.....	48
METODOLOGÍA.....	48
3.1 Métodos y Técnicas de la Investigación	48
3.1.1 Investigación bibliográfica	48
3.1.2 Investigación analítica	48

3.1.3	Investigación experimental.....	48
3.2	Desarrollo.....	48
3.3	Normas Utilizadas para Realizar las Diferentes Pruebas.....	49
3.3.1	Norma NTE INEN 2203:2000.....	49
3.3.2	Norma NTE INEN 2204:2002.....	49
3.3.3	Norma ISO 1585.....	50
3.4	Importancia del Escáner Automotriz	50
3.5	Equipos a Utilizarse	51
3.5.1	Dinamómetro Dynocom serie x 2wd.....	51
3.5.2	Analizador de gases utilizado para realizar las pruebas	53
3.5.3	Escáner automotriz utilizado para realizar las pruebas	55
3.5.4	Osciloscopio utilizado para las pruebas.....	56
3.6	Metodología Aplicada.....	59
3.6.1	Preanálisis del vehículo	59
3.6.2	Revisión técnica del vehículo	59
3.6.3	Acondicionamiento del vehículo	60
3.6.4	Realización de las pruebas.....	60
3.7	Normas de Seguridad Industrial.....	61
3.7.1	Normas de seguridad en el dinamómetro	62
3.8	Procedimiento de las Pruebas de Torque y Potencia en el Dinamómetro Paso a Paso	65
3.9	Pruebas Realizadas con el Analizador de Gases Paso a Paso	66

3.10 Pruebas Realizadas con el Escáner Paso a Paso	67
3.11 Pruebas Realizadas con Osciloscopio Paso a Paso	67
3.12 Diagrama de Flujo.....	68
CAPÍTULO IV.....	69
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	69
4.1 Datos del Vehículo.....	69
4.2 Metodología Utilizada en el Proyecto.....	71
4.3 Preanálisis del Vehículo Chevrolet Sail.....	72
4.3.1 Revisión técnica del Chevrolet Sail:.....	72
4.3.2 Acondicionamiento del Chevrolet Sail.....	72
4.4 Gasolinas Utilizadas en el Proyecto.....	74
4.5 Realización de las Pruebas	76
4.5.1 Pruebas de torque y potencia	76
4.5.2 Análisis de los resultados de la prueba con dinamómetro.....	84
4.6 Pruebas con el Analizador de Gases	86
4.6.1 Análisis de los resultados de la prueba análisis de gases.	88
4.7 Pruebas con el Escáner.....	91
4.7.1 Análisis de los resultados de las pruebas con el ESCANER.....	98
4.8 Prueba con Osciloscopio.....	98
4.8.1 Análisis de los resultados de las pruebas con él osciloscopio.	99
CAPÍTULO V.....	100

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1 Conclusiones	100
5.2 Recomendaciones.....	102
REFERENCIAS.....	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operación de variables</i>	6
Tabla 2 <i>Tributos en Ecuador del año 2018</i>	8
Tabla 3 <i>Reducción de precios en los vehículos</i>	9
Tabla 4 <i>Resumen de la Industria Automotriz 2000-2018</i>	10
Tabla 5 <i>Principales modelos vendidos en Guayas</i>	10
Tabla 6 <i>Principales marcas vendidas en Guayaquil</i>	11
Tabla 7 <i>Clasificación del crudo según el grado API</i>	13
Tabla 8 <i>Petróleo según ubicación en Ecuador</i>	13
Tabla 9 <i>Población para la investigación</i>	37
Tabla 10 <i>Muestra para la investigación</i>	37
Tabla 11 <i>Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 87 octanos</i> .	42
Tabla 12 <i>Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 87 octanos</i> .	43
Tabla 13 <i>Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 92 octanos</i> .	44
Tabla 14 <i>Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 92 octanos</i> .	45
Tabla 15 <i>Efectos de volatilidad de la gasolina en el rendimiento del vehículo</i>	46
Tabla 16 <i>Características técnicas del dinamómetro dynocom</i>	51
Tabla 17 <i>Especificaciones del sensor óptico</i>	52
Tabla 18 <i>Gases medidos por el analizador</i>	54
Tabla 19 <i>Gases medidos por el analizador</i>	54
Tabla 20 <i>Datos técnicos del osciloscopio</i>	57
Tabla 21 <i>Datos técnicos del osciloscopio</i>	58
Tabla 22 <i>Datos del vehículo Chevrolet Sail</i>	69
Tabla 23 <i>Especificaciones técnicas del Chevrolet Sail</i>	70
Tabla 24 <i>Dimensiones y capacidades del Chevrolet Sail</i>	70

Tabla 25 <i>Verificación del estado del Chevrolet Sail</i>	72
Tabla 26 <i>Resultados de las pruebas de torque y potencia en el dinamómetro con gasolina ECOPAÍS</i>	78
Tabla 27 <i>Resultados de la prueba con mayor potencia</i>	78
Tabla 28 <i>Resultados de las pruebas de torque y potencia en el dinamómetro con gasolina EXTRA</i>	79
Tabla 29 <i>Resultado de la prueba de mayor potencia y torque con gasolina EXTRA</i>	80
Tabla 30 <i>Resultados de las pruebas de torque y potencia en el dinamómetro con gasolina SUPER</i>	81
Tabla 31 <i>Resultados de la prueba de mayor potencia con gasolina SUPER</i>	82
Tabla 32 <i>Resultados de la prueba de mayor potencia con gasolina SUPER</i>	83
Tabla 33 <i>Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina ECOPAÍS</i>	87
Tabla 34 <i>Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina EXTRA</i>	87
Tabla 35 <i>Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina SUPER</i>	88
Tabla 36 <i>Parámetros para las emisiones de gases</i>	88
Tabla 37 <i>Tipos de falta de los parámetros de emisiones de gases</i>	89
Tabla 38 <i>Velocidad del motor a la cual se realizan las pruebas de emisión de gases</i>	89
Tabla 39 <i>Comparación de los gases emitidos por el vehículo a 2500 rpm utilizando las distintas gasolinas</i>	90

Tabla 40 <i>Comparación de los gases emitidos por el vehículo a ralentí utilizando las distintas gasolinas.</i>	90
Tabla 41 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina ECOPAÍS a ralentí.</i>	92
Tabla 42 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina ECOPAÍS a 2500 rpm.</i>	93
Tabla 43 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina EXTRA a ralentí.</i>	94
Tabla 44 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina EXTRA a 2500 rpm.</i>	95
Tabla 45 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina SUPER a ralentí.</i>	96
Tabla 46 <i>Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina SUPER a 2500 rpm.</i>	97

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Clasificación de los vehículos nuevos comercializados en Ecuador (AEADE, 2019).	9
<i>Figura 2.</i> Procedencia y aplicación del etanol. (Masson Ricaurte, 2012)	22
<i>Figura 3.</i> Curva de consumo específico y par motor (Palomo & Pilataxi, 2012).35	
<i>Figura 4.</i> Mezcla para producción de gasolina con 87 octanos (Druet & Vera, 2017).	41
<i>Figura 5.</i> Dinamómetro Dynocom.....	52
<i>Figura 6.</i> Componentes del dinamómetro Dynocom.....	53
<i>Figura 7</i> Analizador de gases MGT5.	54
<i>Figura 8.</i> Escáner múltiple diagnostic interface 2 General Motors.....	55
<i>Figura 9.</i> Osciloscopio Hanket 1008c.	57
<i>Figura 10.</i> Diagrama de flujo de la metodología general.	68
<i>Figura 11.</i> Diagrama de flujo de la metodología utilizada en el proyecto.	71
<i>Figura 12</i> Compartimiento del motor Chevrolet Sail 2018.....	73
<i>Figura 13.</i> Bujías del Chevrolet Sail 2018.	73
<i>Figura 14</i> Filtro de aire del motor del Chevrolet Sail 2018.....	73
<i>Figura 15</i> Cuerpo de aceleración del motor del Chevrolet Sail 2018.	74
<i>Figura 16.</i> Gasolinera EP Petroecuador Guayaquil.....	74
<i>Figura 17.</i> Gasolinera EP Petroecuador estación Ventanas.	75
<i>Figura 18.</i> Gasolinera EP Petroecuador Guayaquil.....	75
<i>Figura 19.</i> Gasolina SUPER, ECOPÍS Y EXTRA.	76
<i>Figura 20.</i> Canister, Manguera, canister conectado al riel del motor, desconexión del relay de la bomba de combustible.....	77
<i>Figura 21.</i> Dinamómetro, Vehículo en él dinamómetro.....	77

<i>Figura 22.</i> Gráfica de Potencia & Torque VS Velocidad con gasolina ECOPAÍS.	79
<i>Figura 23.</i> Gráfica Torque VS Velocidad con gasolina ECOPAÍS.....	79
<i>Figura 24</i> Gráfica de Potencia VS Velocidad con gasolina EXTRA.	81
<i>Figura 25.</i> Gráfica de Torque VS Velocidad con gasolina EXTRA.	81
<i>Figura 26.</i> Gráfica de Potencia VS Velocidad con gasolina SUPER.....	83
<i>Figura 27</i> Gráfica de Torque VS Velocidad con gasolina SUPER.	84
<i>Figura 28.</i> Gráfica de Potencia VS Velocidad de las 3 gasolinas.	84
<i>Figura 29</i> Gráfica de Torque VS Velocidad de las 3 gasolinas.....	85
<i>Figura 30</i> Analizador de gases, Sonda y Programa del analizador de gases.....	86
<i>Figura 31</i> Escáner y Pantalla de datos que muestra el escanear.....	91
<i>Figura 32.</i> Osciloscopio y conexión al inyector y sensor de oxígeno.	98
<i>Figura 33.</i> Gráfica de la señal del sensor de oxígeno.....	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata del estudio de posibles variaciones de comportamiento del vehículo Chevrolet Sail al utilizar individualmente las gasolinas ecopaís, extra y super. Analizando como variantes la potencia, el torque y emisiones contaminantes.

En el capítulo 1 se plantean los objetivos de la investigación sobre el tema de estudio. El tema principal es obtener los parámetros de potencia y torque en el dinamómetro dynocom serie X al utilizar las distintas gasolinas. Además, realizar estudios en el vehículo utilizando el analizador de gases Maha MGT 5.

En el capítulo 2 se detalla el marco teórico donde se encuentran conceptos importantes que nos ayudan a entender el desarrollo de la investigación.

En el capítulo 3 se describe la metodología utilizada en este proyecto, parte fundamental que nos ayuda a realizar las pruebas de una manera estandarizada y obteniendo valores apropiados en cada caso.

En el capítulo 4 se describen las características fundamentales de cada instrumento utilizado para este trabajo investigativo. Además, todos los datos recolectados en cada prueba se los lleva a Tablas comparativas para el análisis de los resultados.

En el capítulo 5 se detallan las conclusiones y recomendaciones sobre los objetivos tratados en este tema de investigación.

Palabras clave: potencia, torque, gases contaminantes, dinamómetro, analizador de gases.

ABSTRACT

The present project focuses in the study of possible variations in the behavior of the Chevrolet Sail vehicle by individually using ecopaís, extra and super gasoline. Analyzing as variants the power, torque and polluting emissions.

Chapter 1 sets out the objectives of the research on the subject of study. The main theme is to obtain the power and torque parameters on the dynacom X series dynamometer when using the different gasoline. In addition, carry out studies on the vehicle using the Maha MGT 5 gas analyzer. Chapter 2 details the theoretical framework where the important concepts that help us understand the development of research are found.

In chapter 3 describes the methodology used in this project, a fundamental part that helps us to perform the tests in a standardized manner and obtaining specific values in each case.

Chapter 4 describes the fundamental characteristics of each instrument used for this research work. In addition, all the data collected in each test are carried comparative tables for the analysis of the results.

Chapter 5 details the conclusions and recommendations on the objectives discussed in this research topic.

Keywords: power, torque, polluting gases, dynamometer, gas analyzer.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador durante estos últimos años han venido incorporando una gasolina denominada ecopaís, que ha ido sustituyendo a la gasolina extra en la mayor parte de las provincias del país.

Esta gasolina resulta de una mezcla entre extra en un 95% con etanol en un 5%.

Actualmente en el país se comercializan las gasolinas: ecopaís, extra y super. La novedosa introducción al mercado de la gasolina ecopaís pone en duda si las características de desempeño en un vehículo son iguales a la gasolina extra o similares a la gasolina super. Por tal motivo, al realizar pruebas en un vehículo utilizando algunas herramientas especializadas como: el dinamómetro, analizador de gases, escáner y osciloscopio, podremos observar si al utilizar individualmente las distintas gasolinas el vehículo muestra variación de potencia, torque y emisiones contaminantes.

Los gases de escape que emite un vehículo al entrar en funcionamiento pueden variar de acuerdo a algunos factores como puede ser estado del motor, estado del sistema de alimentación de combustible, estado del sistema suministro de aire, funcionamiento de los sensores del vehículo, tipo de gasolina que utiliza, etc.

Estudios realizados por la asociación de empresas automotrices del Ecuador en el año 2018 dieron a conocer que el vehículo más vendido en la provincia del Guayas es el nuevo Chevrolet Sail con motor 1500 centímetros cúbicos.

Para la utilización del dinamómetro se debe seguir el procedimiento de la norma ISO 1585 y para realizar pruebas de análisis de gases se debe seguir la norma NTE INEN 2203:2000.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema de Investigación

Efectos de los tipos de gasolina en un vehículo Chevrolet Sail en relación con las curvas características del motor.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El problema está centrado en el alza de los precios de la gasolina en Ecuador, con esto nace la necesidad de realizar pruebas individuales de curvas características utilizando las gasolinas: eco país, extra y super. Con la finalidad de conocer los efectos de torque y potencia que implica utilizar los tipos de gasolina de bajo octanaje (eco país y extra) más económicos, y compararla con la de mayor octanaje (super) más costosas. Estas pruebas se realizan en un Chevrolet Sail por ser el más vendido en la provincia del Guayas en el año 2018.

La contaminación que emiten los vehículos es un tema de gran importancia debido al debilitamiento que el planeta ha sufrido durante los años. También afecta indirectamente a las todas las personas porque se estaría generando un exceso de contaminación. Este problema en el medio automotriz tiene varios causantes, entre ellas está el tipo de gasolina que consume el automóvil, existe muy limitada información sobre este causante que hace más o menos contaminante al automóvil.

Al realizar pruebas utilizando los distintos tipos de gasolinas comercializados en Ecuador y utilizando un analizador de gases podremos obtener datos exactos de los contaminantes de cada una de las gasolinas.

Me apego a la línea de investigación institucional de la Universidad Internacional del Ecuador, que trata sobre el medio ambiente.

Además, me enfoco al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una vida, objetivo 3 “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones”, literal 3.4 que dice: “Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global”.

La incidencia de las emisiones producidas en los vehículos a gasolina que son los más utilizados y tomando en cuenta los factores que influyen en la contaminación ambiental como son el tipo de vehículo, tipo de combustible, año de fabricación, motivo el cual es necesario conocer el efecto que tiene cada gasolina (ecopaís, extra, super) en los vehículos, en lo que respecta a las emisiones gases (Encalada & Ñauta, 2010).

El análisis de torque, potencia, consumo de combustible y las emisiones contaminantes producidas por un vehículo, se debe realizar un estudio de estos parámetros mencionados, para conocer qué tipo de combustible tiene un mejor funcionamiento en los motores a combustión interna que se utilizan mayormente en nuestro medio (Cabezas & Moyano, 2016).

El uso actual de las gasolinas debe ser estudiado para determinar el grado de influencia de la variación de octanaje con respecto al comportamiento del motor a combustión interna de los vehículos que circulan en el país y su incidencia de las emisiones que provocan (Ávila & Ayala, 2013).

1.2.3 Formulación del problema

¿Se podrá con este estudio comprobar los efectos producidos por cada una de las gasolinas comercializadas en Ecuador en función de las curvas características en un motor a gasolina de cilindrada media?

1.2.4 Sistematización del problema

- ¿Se podrá determinar los niveles de emisiones contaminantes en un vehículo al utilizar los distintos tipos de gasolina?

- ¿Se podrá conocer las variantes que presentan los sensores del vehículo al utilizar individualmente cada una de las gasolinas comercializadas en Ecuador?
- ¿Se podrá conocer las diferentes propiedades que tienen las gasolinas eco país, extra, súper?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar los efectos de torque y potencia que causan al utilizar individualmente cada una de las gasolinas comercializadas en Ecuador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles de emisiones contaminantes en un vehículo cilindrada media al utilizar individualmente las gasolinas circulantes en Ecuador.
- Probar si existen variaciones en los distintos sensores al utilizar individualmente las distintas gasolinas.
- Sintetizar las propiedades de las gasolinas eco país, extra y super.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

1.4.1 Justificación teórica

En la investigación se podrá comprobar los rangos de torque y potencia que entregan los motores de cilindrada media al utilizar individualmente las gasolinas comercializadas en Ecuador. Además, se podrá comprobar los niveles de gases contaminantes que emite el vehículo al aplicarle cada una de las gasolinas.

1.4.2 Justificación metodológica

En la investigación se podrá trabajar de manera técnica observando y analizando los datos obtenidos en los equipos automotrices a utilizar, realizando tablas comparativas de los distintos resultados de los parámetros obtenidos.

1.5 Marco de Referencia

1.5.1 Marco teórico

1.5.2 Marco conceptual

Vehículo: aparato con o sin motor que se mueve sobre el suelo, en el agua o el aire y sirve para transportar cosas o personas, especialmente el de motor que circula por tierra.

Motor: un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. En los automóviles este efecto es una fuerza que produce el movimiento.

Motor de explosión: un motor de explosión es un tipo de motor de combustión interna que utiliza la explosión de un combustible, encendido de manera provocada mediante una chispa, para expandir un gas que empuja un pistón, el cual está sujeto al cigüeñal por una biela, esta hace las veces de manivela y transforma el movimiento lineal del pistón en rotativo en el cigüeñal. El ciclo termodinámico utilizado es conocido como Ciclo Otto. Existen motores de explosión de dos tiempos y de cuatro tiempos.

Contaminación medio ambiental: la contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

Contaminación del medio ambiente por fuentes móviles: la contaminación producida por el tráfico es aquella contaminación causada por la combustión de combustibles fósiles, especialmente gasoil y gasolina. Los motores de combustión interna de los vehículos emiten varios tipos de gases y partículas que contaminan el medio ambiente.

Refinería: Producción de gasolina base y entrega de nafta de alto octano importada a través de poliductos a Terminales de EP-Petroecuador, donde se almacena, se mezcla en línea

y se despacha vía auto tanque hacia las gasolineras y/o estaciones de servicio para la distribución al consumidor.

1.6 Hipótesis

El vehículo al ser llenado individualmente por gasolinas de distinto octanaje variará en cada caso su torque, potencia y nivel de emisiones.

1.6.1 Variable de hipótesis

Variable dependiente

Realizar en un vehículo de cilindrada media mediciones de torque, potencia y emisiones contaminantes. Utilizando gasolinas de distinto octanaje.

Variable independiente

Experimentar una variación en las mediciones de torque, potencia y emisiones contaminantes, al utilizar gasolinas de distinto octanaje.

1.6.2 Operación de variables

Tabla 1

Operación de variables

Variable	Tipo de variable	Dimensión	Indicadores
Realizar mediciones de torque, potencia y emisiones contaminantes en un vehículo	Dependiente		
Varían los valores de torque y potencia	Independiente	Dinamómetro	Aumento o disminución de la potencia
Varían los valores de contaminación	Independiente	Análisis de gases	Índice de contaminación

Los tipos de variables. Autoría propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Asociación de Empresas Automotrices

La Asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEADE) se encarga de realizar estudios acerca del parque automotor en nuestro país, donde se obtuvieron datos muy relevantes, de diversas marcas de vehículos para elegir.

Entre los vehículos livianos y pesados existen alrededor de 76 marcas de diversas procedencias, las cuales rivalizan entre atributos, tecnología, accesorio para dar a los usuarios mayores beneficios en seguridad, economía y comodidad.

En el 2018 año en el cual se configuro como el segundo año de recuperación para el sector automotor después del 2017, debido a que en años anteriores este sector atravesó por las fuertes restricciones al comercio.

La recuperación provoco varios efectos positivos para la economía nacional. La dinamización pudo contribuir con USD 1.633 millones en el 2018 en tributos al Estado, esto es USD 738 millones más que el 2016 (AEADE, 2019).

Desde otro punto de vista y bajo el enfoque de la recuperación del sector en los años mencionados, hubo efectos positivos en la generación de fuentes de trabajo.

Según las cifras del INEC, en el 2016 hasta el 2018 se afiliaron 3.791 nuevos trabajadores en diversas empresas de producción, comercialización y mantenimiento de vehículos motorizados, lo cual representa un incremento significativo del 5,9%, hasta el momento el sector registra una gran cantidad de afiliados de 68.155 personas.

A continuación, en la tabla 2 se muestran los tributos que aportaron en el año 2018 las empresas importadoras y ensambladores en el país.

Tabla 2
Tributos en Ecuador del año 2018

TRIBUTOS AÑO 2018 (EMPRESAS IMPORTADORAS Y ENSAMBLADORAS)	
Advalorem	467 millones
IVA	364 millones
ICE Advalorem	287 millones
Impuestos a los vehículos motorizados	215 millones
Impuestos a la contaminación ambiental	119 millones
ISD	86 millones
Impuesto a la renta	85 millones
FODINFA	9 millones
Total	1.633 millones

Tributos en Ecuador del año 2018, AEADE, 2019.

La generación de empleo del sector automotor es en las siguientes áreas:

- Fabricación, mantenimiento, reparación y venta de vehículos automotores.
- Fabricación de carrocerías, partes, piezas y accesorios para vehículos automotores, remolques y semirremolques.
- Ventas de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores.
- Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus partes, piezas y accesorios.

En el transcurso del 2018 el sector automotor tuvo un incremento del 31% con respecto al 2017, cerrando el mercado con 137.615 unidades vendidas, cifra similar registrada en el 2011.

Esto sucedió gracias a la mejora en la economía, expansión del crédito y la eliminación de una serie de restricciones que limitaban a la comercialización de vehículos nuevos en el país.

En el siguiente gráfico se muestra clasificación de los vehículos nuevos comercializados en Ecuador:

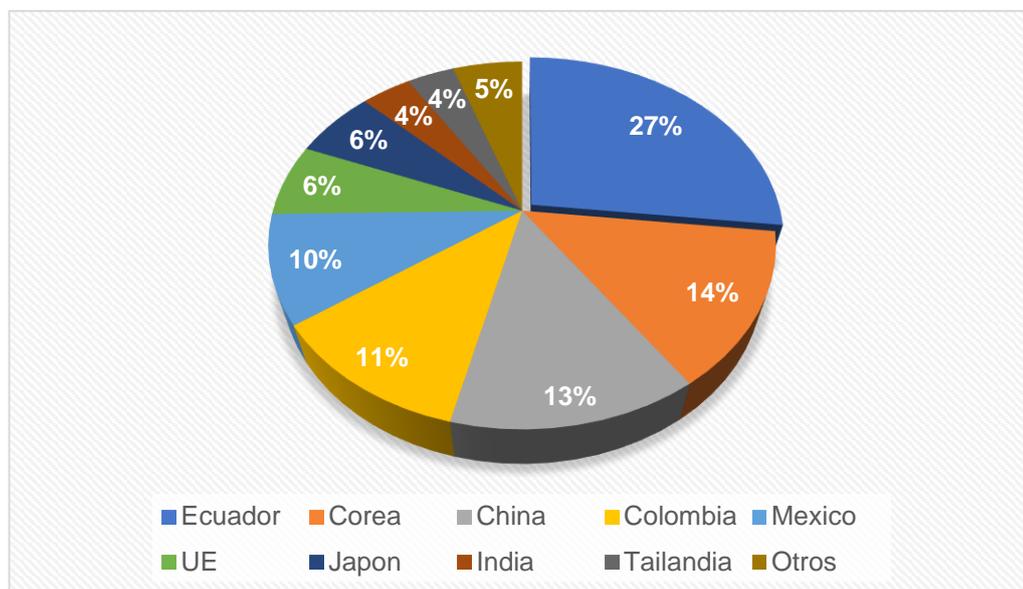


Figura 1. Clasificación de los vehículos nuevos comercializados en Ecuador (AEADE, 2019).

El crecimiento del sector automotor se vio reflejado con el ingreso de 15 nuevas marcas con 89 nuevos modelos, con precios atractivos para el usuario. Los precios de los vehículos livianos se estima que se redujeron en un promedio del 8% en el año 2018 con respecto al año 2016.

Tabla 3
Reducción de precios en los vehículos

REDUCCIÓN DE PRECIOS	
SEGMENTO	COMPARACIÓN 2018/2016
Automóvil	-8%
Suv	-9%
Camionetas	-6%
Van	-17%
Promedio ponderado	-8%

Reducción de precios en porcentaje del año 2018/2016. AEADE, 2019.

Tabla 4
Resumen de la Industria Automotriz 2000-2018

RESUMEN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN UNIDADES, 2000-2018					
Año	Exportación	Importación	Ventas de producción nacional	Ventas de vehículos importados	Ventas totales
2000	5.012	8.019	10.441	8.542	18.983
2001	7.493	42.394	20.316	36.634	56.950
2002	5.077	49.093	21.047	48.325	69.372
2003	8.754	30.956	22.768	35.327	58.095
2004	9.308	38.248	22.230	36.921	59.151
2005	13.481	55.310	29.528	50.882	80.410
2006	20.283	57.476	31.496	58.062	89.558
2007	25.916	54.104	32.591	59.187	91.788
2008	22.774	70.322	46.782	65.902	112.684
2009	13.844	40.649	43.077	49.687	92.764
2010	19.736	79.685	55.683	76.489	132.172
2011	20.450	75.101	62.053	77.840	139.893
2012	24.815	66.652	56.395	65.051	121.446
2013	7.211	62.595	55.509	58.303	113.812
2014	8.368	57.093	60.273	59.784	120.057
2015	3.274	33.640	44.210	37.099	81.309
2016	716	31.761	31.738	31.817	63.555
2017	640	70.203	40.138	64.939	105.077
2018	1.595	101.416	36.818	100.797	137.615

Resumen de exportaciones e importaciones en la industria Automotriz, AEADE, 2019.

Tabla 5
Principales modelos vendidos en Guayas.

Principales modelos vendidos en Guayas (En unidades, 2017-2018)			
Modelo	Marca	2017	2018
NUEVO SAIL	CHEVROLET	2.127	3.569
AVEO FAMILY 1.5L STD	CHEVROLET	2.444	2.588
RIO 4P SEDAN	KIA	-	1.560
SPORTAGE R 2.0 GSL MT AC	KIA	625	955

Modelos de vehículos más vendidos en la provincia del Guayas. AEADE, 2019

Tabla 6
Principales marcas vendidas en Guayaquil

PRINCIPALES MARCAS VENDIDAS EN GUAYAQUIL			
Marca	Unidades 2017	Unidades 2018	%Participación 2018
CHEVROLET	41.101	45.605	33,1%
KIA	18.223	23.141	16,8%
HYUNDAI	9.443	13.568	9,9%
OTROS	36.310	55.301	40,2%
TOTAL	105.077	137.615	100,0%

Marcas más vendidas de vehículos en Guayaquil. AEADE, 2019.

2.2 Petróleo

El petróleo de acuerdo con su etimología proviene de las palabras latinas petrus = roca y olumen = aceite, que significa “aceite de roca”. En la industria petrolera se incluye como petróleo al petróleo crudo y gas natural, este es una mezcla de hidrocarburos con otros compuestos de materia orgánica. El petróleo se lo encuentra en el subsuelo en diferentes estratos que se formaron en diferentes periodos geológicos a lo largo de los años (Paris, 2009).

2.3 Origen del Petróleo

El origen del petróleo está relacionado con algunos factores como la ausencia de aire, restos de plantas y animales, debido a la gran presión de las capas de tierra, a las altas temperaturas. Y a la acción de bacterias (Paris, 2009).

Es muy diverso el origen del petróleo, este depende de la combinación de los factores anteriormente mencionados, provocando que la presencia sea muy variada: en estado líquido se lo encuentra dentro de rocas porosas y entre los huecos de las piedras, petróleo volátil el cual es un líquido que al contacto con el aire se vuelve gas, semisólido en textura de ceras. En cualquier caso, el petróleo es un líquido que se lo encuentra con una mezcla de gases y agua (Santamaría, Amezcua, & Carrillo, 2009).

2.3.1 Estados del petróleo

El petróleo se puede encontrar en tres estados, los cuales presentan determinadas características:

- **Sólido:** Se lo encuentra aflorando, a veces en la superficie terrestre se presenta como brea, asfalto.
- **Líquido:** son hidrocarburos; se presentan como aceite, lubricantes, kérex y diésel. También se puede encontrar líquidos viscosos, de un color opaco, fluorescentes y con un olor muy desagradable.
- **Gaseoso:** se lo encuentran en el gas de cocina (propano + butano). Son incoloros, insípido e inodoro.

2.3.2 Grado API

Las siglas API están en idioma inglés que significan American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo).

Es un centro de alta tecnología el cual establece la norma o patrón para todos los petróleos del mundo a través del análisis de su composición química.

Los crudos se clasifican (Cortés, 2017) en: súper ligero, ligero, mediano, pesado, extrapesado y bitumen.

El crudo ligero presenta una gravedad API mayor a 39° .

El crudo ligero se encuentra entre $31,1^\circ - 39^\circ$.

El crudo mediano entre $22,3^\circ - 31,1^\circ$.

El crudo pesado entre $10^\circ - 22,3^\circ$.

El extrapesado al igual que el bitumen para valores menores a 10° .

Tabla 7
Clasificación del crudo según el grado API.

°API	Tipo de crudo
>39	Súper Ligero
31,1-39	Ligero
22,3-31,1	Mediano
10-22,3	Pesado
<10	Extra-pesado
-	Bitumen

La clasificación según API. Izurieta, 2017

El Ecuador produce petróleo liviano, semipesado (23° API), y pesado (18 – 21° API). El crudo semipesado se lo conoce como crudo Oriente mientras que el crudo pesado es denominado crudo Napo, los cuales representan la mayor cantidad de petróleo producido y exportado en el país (EP Petroecuador, 2013).

En Ecuador se tiene petróleo de distinto API según su ubicación:

Tabla 8
Petróleo según ubicación en Ecuador.

Localización	Tipo
Shuara	API 28-33
Shushuqui	API 28-32
Secoya	API 29-33
Charapa	API 20-36
Cuyabeno	API 27
Bermejo	API 30-36
Tetete	API 30-32

El petróleo según su ubicación en Ecuador. Armendáris Gerardo, Química orgánica 3, tercera edición, Gruleer 2007.

2.3.3 Composición química del petróleo

El petróleo tiene un origen fósil el cual es producto de las diversas transformaciones de materia orgánica proveniente del zooplancton y de las algas que se han depositado en grandes cantidades en los fondos marinos, cubiertas de espesas y pesadas capas de sedimentos iniciando su transformación química (Jaimes, 2012).

El petróleo líquido se encuentra asociado con capas de gas natural, se encuentra en yacimientos formados principalmente por hidrocarburos, compuestos por hidrógeno y carbono los cuales en su mayoría son parafinas, naftenos y aromáticos, que poseen cantidades variables de los derivados saturados provenientes del metano (Jaimes, 2012).

Como se conoce el petróleo es un recurso natural no renovable muy importante, es utilizado como fuente principal de energía, utilizados en todos los países. Desde el año 1859 los Estados Unidos de América adoptó la medición de los volúmenes en barriles, lo cual dos galones estadounidenses equivalen a 158,9 litros y los cuerpos de gas en pies cúbicos que equivalen a 28,3 litros. En otras partes la medición del volumen del petróleo es realizada en metros cúbicos (Santamaría, Amezcua, & Carrillo, 2009).

2.3.4 El petróleo como recurso estratégico y conflictivo

La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), en la II Cumbre realizada en Caracas el 30 de abril del año 2000, decidieron mantener como estrategia conservar los precios de su cesta entre unos límites superiores de venta, bajo la fórmula de subir o bajar su producción. Esta es una de las razones de sus precios altos, sin descuidar las razones políticas de inestabilidad en determinadas regiones.

Los costos también los arrastran a la industria manufacturera y del transporte, así como aspectos políticos mundiales, entre ellos la guerra y la muy conocida Pentagonización: gobierno de los generales cuatro estrellas estadounidenses. La Pentagonización es el principal causante de las grandes variaciones del precio petrolero en los diversos gobiernos locales, lo cual provoca fuertes impactos en la economía mundial (Klare, 2003).

2.3.5 Destilación del petróleo

Las torres de fraccionamiento son equipos utilizados para la destilación del petróleo. En estas torres es previamente calentado a temperaturas que varían entre los 200 °C a 400 °C, ingresa a la torre de destilación, donde los diversos compuestos hidrocarbonados se van

separándose debido a la diferencia de volatilidades, esto se realiza a medida que se desplaza a través de la torre hacia la parte superior o inferior. El grado de separación de los componentes del petróleo está relacionado al punto de ebullición de cada compuesto (Fernández, 2013).

El primer lugar de la columna en el que empieza la separación de los componentes del petróleo se lo conoce como “Zona Flash” (Gastelo, 2011).

Los compuestos volátiles son aquellos que poseen un menor punto de ebullición, estos ascienden por la torre mediante de platos instalados en forma tangencial al flujo de vapores. En los platos se instalan dispositivos llamados “copas de burbujeo”, que cuentan con perforaciones o espacios laterales con el fin de hacer condensar cierto porcentaje de hidrocarburos, los más pesados, y por consiguiente llenando el espacio entre las copas y el plato que lo sostiene, empezando de esta forma a inundar el plato (Soto, 2006).

2.3.6 La refinación del petróleo

La refinación del petróleo es una etapa única y muy fundamental dentro de la cadena de suministro, del pozo a la bomba. Las demás etapas de este proceso agregan valor al petróleo principalmente en su traslado y almacenamiento, por ejemplo, la extracción del crudo a superficie, traslado desde el yacimiento a los depósitos y luego a las refinerías y por último el traslado de los productos refinados desde las refinerías a los terminales de despacho e instalaciones de productos para el consumo final. La refinación agrega valor mediante la transformación del petróleo en una diversidad de productos refinados, incluidos los combustibles para transporte. El principal objetivo económico de la refinación del petróleo consiste en maximizar el valor agregado que hay entre la conversión del crudo en productos terminados (Pro, 2011).

Las refinerías son grandes plantas de producción, que cuentan con sistemas de procesamiento muy complejos. Estos sistemas se encargan de convertir el petróleo crudo y otros flujos de entradas en subproductos refinados como ejemplo: gas licuado de petróleo,

gasolina, queroseno, combustible pesado, diésel, lubricantes, ceras, asfalto, entre otros (Pérez, 2012).

Los subproductos de mayor valor son los combustibles utilizados para transporte, mientras que el asfalto y aceites combustibles son de menor valor. La producción de los productos refinados, como la gasolina cumple con diferentes especificaciones y estándares por eso su producción en diferentes grados como por ejemplo los índices de octano o contenido de azufre (Pro, 2011).

2.4 Combustibles

Los combustibles son cualquier tipo de material que pueden liberar energía cuando se quema transformando su estructura química. Por lo general el termino combustible es limitado a aquellas sustancias que en presencia de aire u oxígeno arden fácilmente, emitiendo grandes cantidades de calor. Esta liberación de energía de su forma potencial a una energía utilizable es debido a una reacción química que se la conoce como energía química, en general son sustancias fáciles de quemarse (Córdova , 2013).

La característica principal de un combustible es el poder calorífico que poseen, calor el cual es desprendido por la combustión completa de una unidad de masa de combustible. Al poder calorífico también se lo conoce como capacidad calorífica, se puede medir en julios (Joules en inglés), en calorías o BTU, dependiendo del sistema de unidades que se utilice (Córdova , 2013).

2.4.1 Clases de combustibles

Se conocen varios tipos de combustibles estos son:

- Combustibles sólidos.
- Combustibles líquidos.
- Combustibles gaseosos.

2.3.1.1 Combustibles sólidos

Los combustibles sólidos más comunes por su potencial calorífico son: el carbón, coque, la madera, bagazo, caña de azúcar y la turba. La combustión de estos materiales mencionados produce la descomposición del combustible y con ello la formación de materiales volátiles como el gas. Se tienen combustibles artificiales como carbón vegetal, aglomerados o briquetas y alcoque de petróleo (Herrera, 2016).

2.3.1.2 Combustibles líquidos

Desde el punto de vista industrial los combustibles líquidos son que aquellos productos que provienen del alquitrán de hulla o del petróleo bruto, se los puede clasificar según su viscosidad o por su fluidez. Entre los combustibles líquidos más conocidos son la gasolina, nafta derivada del petróleo, el fuel; también son de suma importancia el alquitrán de hulla, el benzol obtenido de la elaboración de coque, y el alcohol. Se pueden obtener a partir del crudo un gran número de combustibles líquidos (Encalada & Ñauta, 2010).

Las principales características que posee un combustible líquido son:

- Poder calorífico: es la energía liberada en el momento que se somete el combustible a un proceso de oxidación rápido.
- Densidad específica: fue la primera característica que se usó para catalogar estos combustibles. Estos se comercializan en volumen, por ellos es de suma importancia conocer la densidad que poseen a temperatura ambiente.
- Viscosidad: es una propiedad de los fluidos que mide la resistencia interna de un fluido al desplazamiento de sus moléculas. Si se aumenta la temperatura provoca un aumento en la viscosidad. Se encuentran dos tipos de viscosidades: la cinemática y la dinámica.
- Volatilidad: se la conoce como la capacidad de una sustancia para evaporarse a una temperatura y presión determinada.

- Punto de inflamación: es la temperatura mínima a la cual los vapores originales y durante el calentamiento a cierta velocidad de una muestra de combustibles se inflaman en el momento que se ponen en contacto con una llama.
- Punto de enturbiamiento: es la temperatura mínima en el momento que se somete el combustible a un enfriamiento controlado, se forman los primeros cristales de parafina en el seno del mismo.
- Congelación: temperatura a la cual se ha solidificado toda la muestra.

2.3.1.3 Combustibles gaseosos

Los combustibles gaseosos son aquellos hidrocarburos naturales fabricados exclusivamente para su empleo como combustibles, estos son obtenidos como subproducto en algunos procesos industriales y que se pueden utilizar con carburantes (Herrera, 2016).

La clasificación de los combustibles gaseosos es la siguiente:

- Gaseosos naturales.
- Gaseosos manufacturados.

2.3.2 Consumo de combustible

Si hablamos de la problemática ambiental a nivel global debemos tener en cuenta uno de los principales aspectos que es el consumo de combustible, considerando que en los últimos 50 años del siglo XX el uso de vehículos motorizados aumento de 50 a 450 millones de unidades, y que por cada 0,74 kg de gasolina causa una emisión de 2,28 kg de dióxido de carbono (CO₂). Las emisiones de CO₂ no pueden ser disminuidas por las tecnologías de control para la contaminación a diferencia de otras formas de contaminación vehicular, solo pueden disminuirse quemando menos combustible o que este contenga menos carbono (Andrade & Zúñiga, 2017).

Los componentes del petróleo son los hidrocarburos que estos están formados por cadenas de hidrógeno y carbono, los cuales representan entre el 50-98% en relación con la

composición total. El carbono se encuentra en un 80-87% y el hidrógeno en un 10-15%, estos dos elementos son aquellos que están en mayor abundancia y son los principales en la composición del petróleo, también en menor porcentaje se encuentra otros elementos como el azufre entre 0-10%, nitrógeno en un 0-1%, y el oxígeno en un 0-5% ya sea en su forma elemental o como constituyentes heterocíclicos y grupos funcionales. Algunos metales como el níquel, vanadio, hierro, cobre y aluminio se reportan en el petróleo dependiendo de la región donde se formó y el tipo de crudo (Clark y Brown, 1977).

2.5 Las Gasolinas

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos obtenida de los derivados del petróleo utilizada como combustible en motores de combustión interna. Este combustible es ampliamente utilizado a nivel mundial, debido a que es un combustible que se lo puede obtener de una manera fácil, éste almacena grandes cantidades de energía calorífica que se la puede aprovechar transformándola en otro tipo de energía (Encalada & Ñauta, 2010).

2.5.1 Principales propiedades de la gasolina

Número de octano: es una medida de su calidad antidetonante del carburante para evitar las detonaciones y explosiones, es decir sin causar la detonación en las máquinas de combustión interna, provocando que se libere la mayor cantidad de energía útil. Esta es una propiedad muy importante porque se encuentra relacionada con el rendimiento del motor del vehículo (Córdova , 2013).

Curva de destilación: propiedad se relacionada con la volatilidad, con la composición de la gasolina y su presión de vapor. Considerando un 10% de destilación y con una temperatura de ebullición menor a los 70 °C, se puede asegurar la presencia de componentes volátiles para un fácil arranque en frío. Ahora considerando una temperatura de ebullición inferior a 140 °C y un 50% de destilación, se asegura una correcta volatilidad a una máxima potencia durante la aceleración del motor. Con un 90% y al punto final de destilación, y con

una temperatura de ebullición menor que este entre los 190 °C y 225 °C respectivamente, se proporciona un buen rendimiento del combustible y se evita tanto depósitos en el motor como dilución del aceite (Herrera, 2016).

Volatilidad: se conoce que la gasolina es un combustible muy volátil, la volatilidad representa de manera directa el contenido de los componentes volátiles brindando seguridad en el transporte y almacenamiento de la gasolina. Esta propiedad se mide como la presión de vapor teniendo valores entre 0,7-0,85 mmHg (Córdova , 2013).

Contenido de azufre: es la cantidad de azufre que está presente en el producto. Es por ello que si la cantidad presente en la gasolina sobrepasa la norma establecida esta tendrá efectos corrosivos en las partes del motor del vehículo de combustión interna, así como en los tubos de escape. También provoca efectos nocivos sobre el medio ambiente, siendo un factor muy importante dentro de la producción de lluvia ácida (Herrera, 2016).

En la actualidad existen diferentes tipos de gasolinas, estos están en función del número de octanos, por eso se debe utilizar el tipo de gasolina recomendada por el fabricante del vehículo, que fue obtenida en función de la relación de compresión del motor, teniendo en cuenta entre mayor sea la relación de compresión, mayor debe ser el octanaje de la gasolina. Si se utilizara una gasolina de menor octanaje que el adecuado, se crea un fenómeno conocido pre-encendido que es una expansión muy brusca y descontrolada (Masson Ricaurte, 2012).

2.5.2 Combustibles alternativos

Los combustibles alternativos son carburantes que fueron pensados para sustituir los combustibles fósiles o derivados del petróleo. Éstos deben ser más económicos y ecológicos, estos no han logrado alcanzar la potencia de los combustibles tradicionales, puesto que es una tecnología en desarrollo y podrían alcanzar una mayor eficiencia e incluso superar a los derivados del petróleo en un futuro cercano (Ortiz , 2010).

2.6 Biocarburantes

También conocidos como biocombustibles líquidos, son productos que se obtienen a partir de la materia prima de origen agrícola.

Los cultivos destinados a la producción de biomasa con propósitos energéticos se los puede clasificar en tres tipos los cuales depende del destino final de la biomasa: (Masson Ricaurte, 2012).

Oleaginosos: empleado en la producción de aceite que será quemado ya sea directamente o transformado en biodiésel, el que será quemado es para sustituir parcial o totalmente la gasolina.

Alcoholígenos: utilizados para la producción de alcoholes, que tienen como fin sustituir parcial o totalmente a la gasolina, producen componentes antidetonantes sustitutos del plomo como el ETBE.

Lignocelulósicos: utilizados con fines térmicos en la producción de biocombustibles sólidos.

2.7 Alcoholes

Como principales alcoholes aplicables a motores de combustión interna se tienen el metanol y etanol.

En muchos países han experimentado y planteado otros tipos de alcoholes como lo son el iso-butanol, glicol, n-butanol y alcohol terbutílico, la incidencia de estos tipos alcoholes ha sido poca significativa además tienen un origen petroquímico.

El dimetil éter es un tipo de alcohol que también es utilizado en laboratorios que desarrollan nuevas tecnologías en cuanto a gasolinas que proporcionen menos impacto con el medio ambiente, este alcohol que es gaseoso se encuentra siendo estudiado para ser utilizado como posible carburante en distintos países (Fernández, 2013).

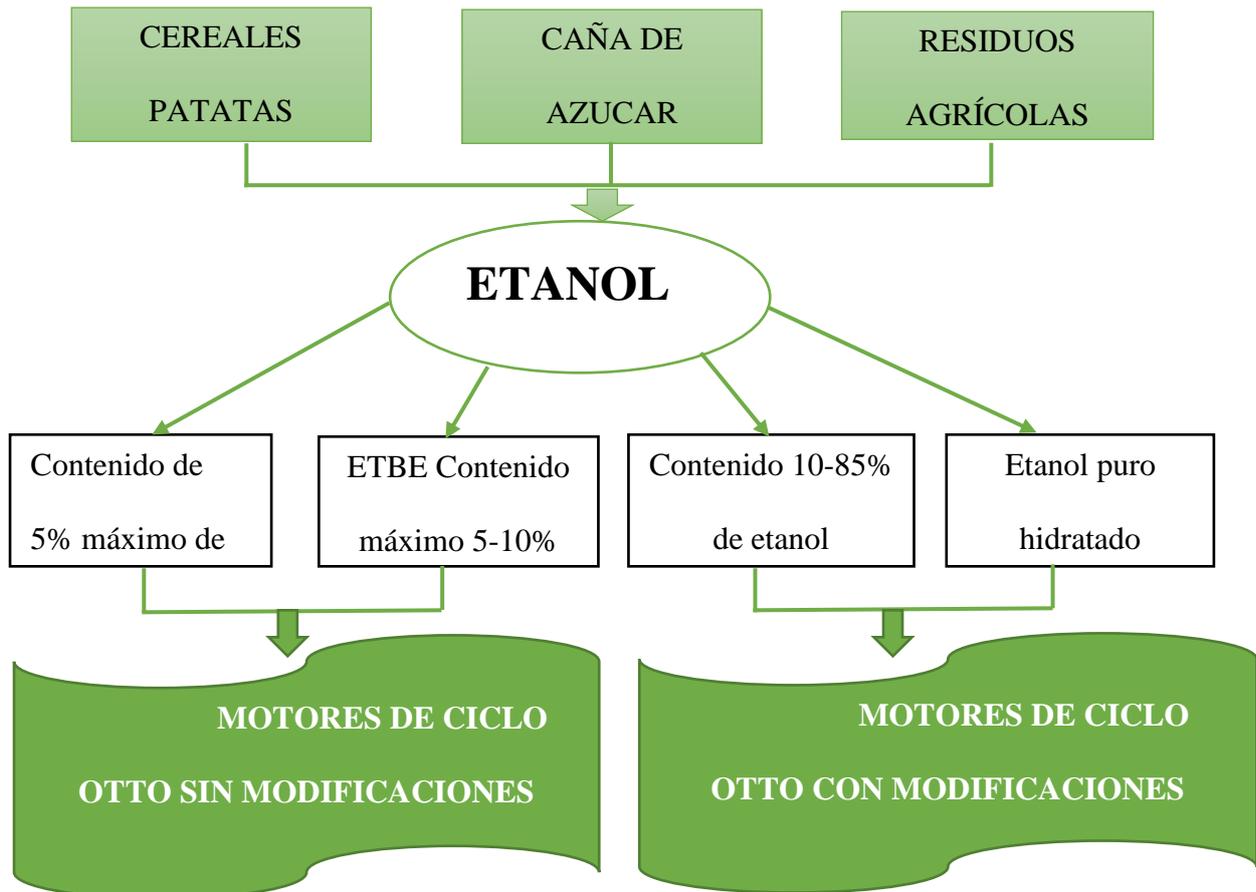


Figura 2. Procedencia y aplicación del etanol. (Masson Ricaurte, 2012).

Se consideran tres razones fundamentales que explican el predominio de los alcoholes con uno o dos átomos de carbono:

- La fabricación y la inflamabilidad.
- Son líquidos a la temperatura ambiente, su volatilidad es razonable y sus cualidades como combustibles son buenas.
- Se obtienen fácilmente de la fermentación y/o destilación de productos orgánicos.
- Debido a las excelentes características del etanol que proviene de materia vegetal, conocido como bioetanol.

2.8 Etanol

Al compuesto químico etanol también conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se muestra en condiciones normales de temperatura y presión, como un líquido que es incoloro e inflamable que posee un punto de ebullición de 78 °C. Se puede mezclar con agua en

cualquier proporción, con 95% de concentración en peso, formándose así una mezcla azeotrópica (Masson Ricaurte, 2012).

El etanol se lo puede utilizar en la mezcla de algunos productos para la obtención de bebidas alcohólicas siendo así uno de los ingredientes principales. Por ejemplo, en el vino está compuesto por etanol alrededor de 13%, la cerveza alrededor de un 5% y otros licores que poseen hasta un 50% de este compuesto.

El etanol es un compuesto químico que se obtiene a partir de la fermentación de azúcares, estos pueden utilizarse como combustible, ya sea solo, o mezclado en cantidades variadas con la gasolina, el uso se ha extendido para poder reemplazar el consumo de los derivados de petróleo (Fernández, 2013).

2.9 Contaminación

2.9.1 Contaminación urbana

La contaminación atmosférica es definida como la presencia o la acumulación de los contaminantes en la atmósfera, como gases, olores, polvo, vapores o nieblas, que se encuentran en cantidades, con una duración, que ocasionan daño a la salud de las personas, sus bienes, a la flora y fauna, como conclusión afecta al medio ambiente en general. La contaminación urbana puede ser causada por diversos orígenes, entre ellos se encuentran fuentes móviles y fuentes fijas, la primera es caracterizada por el uso del transporte vehicular y las segundas se utilizan en las industrias (Páez, 2008).

La contaminación ambiental es ocasionada por algunos sectores:

- Transporte causa alrededor de 60% de contaminación.
- La industria causa alrededor 18% de contaminación.
- Generación de energía causa alrededor 13% de contaminación.
- Calefacciones domésticas causa alrededor 6% de contaminación.
- Incineradores y otros causan alrededor 3% de contaminación.

2.9.2 Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

La contaminación atmosférica puede ser causada por contaminantes primarios y secundarios. Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten de manera directa a la atmósfera como el dióxido de azufre (SO_2), que ocasiona daños directamente a la vegetación y es perjudicial para los pulmones. Los contaminantes secundarios son los que se forman a partir de procesos químicos atmosféricos, estos actúan sobre los primarios, o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Entre los contaminantes secundarios más destacados tenemos el ácido sulfúrico (H_2SO_4), formándose a partir del SO_2 y el NO_2 (Páez, 2008).

2.9.3 Principales tipos de contaminantes del aire

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil (Martínez & Díaz, 2004).

La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles de hogar.

2.9.4 Gases tóxicos

El monóxido de carbono (CO) es uno de los productos de la combustión incompleta, debido a que el carbono no encuentra la cantidad suficiente de oxígeno para poder formar el CO_2 . La presencia de este gas muy tóxico aumenta considerablemente debido a una mezcla rica en combustible (Martínez & Díaz, 2004).

Este gas es altamente tóxico y muy peligroso, ya que respirarlo por al menos 30 minutos al 0,3% resulta ser mortal, puesto que se puede combinar con los glóbulos rojos de la sangre, provocando una sustitución del oxígeno provocando irreparables daños en los seres vivos.

Los hidrocarburos que no se logran quemar por completo, son moléculas de combustible parcialmente oxidadas. Algún factor no permite que la mezcla de estos gases se quemara correctamente en la cámara de combustión, ya sea en las bujías, demasiado avance del encendido, tiempo insuficiente, baja compresión, una mezcla pobre, etc. (Páez, 2008).

Las mezclas pobres con un exceso de oxígeno causan una velocidad de inflamación muy baja, causando a que no se produzca una combustión correcta dando como resultado el combustible sin quemar que son los hidrocarburos que salen por el escape. Las mezclas que son muy ricas es decir con un exceso de combustible, por la falta de oxígeno producen una combustión incorrecta esto causa que se ensucien las bujías y esto provocaría el aumento del desgaste del motor (Spedding, 2002).

La presencia de hidrocarburos se puede detectar de una manera fácil debido a su característico olor y también que son altamente tóxicos, llegando a ser cancerígenos en muchos casos, porque dentro de éstos se incluyen las parafinas, cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos, etileno, acetileno, hollín, hidrocarburos policíclicos, entre otros. En motores que se encuentran en un buen estado, el valor frecuente de hidrocarburos debe ser menor a 350 ppm, mientras que en vehículos catalizados disminuye de 50 a 100 ppm (Spedding, 2002).

El dióxido de nitrógeno (NO_2) que se encuentra en el escape aparece en forma de óxidos de nitrógeno. Debido a las condiciones favorables de presión y temperatura se produce esta combinación que ocurren en las cámaras de combustión. El volumen de NO_x que es generado depende de la cantidad de gases restantes de la combustión que quedan recirculando en la cámara, cantidad que incrementa cuando el régimen y la carga del motor son bajos.

Se debe tener en cuenta que a pesar de su escaso volumen en comparación con el total de los gases que son emitidos por un vehículo, se está tratando con compuestos agresivos para los seres vivos afectando a los tejidos pulmonares. Este al combinarse con el vapor de agua de

la atmosfera forman compuestos ácidos que provocan la lluvia ácida. La principal fuente de la causa de este contaminante son los vehículos (Martínez & Díaz, 2004).

Otro gas contaminante es la emisión de dióxido de azufre (SO_2) a la atmósfera causado en la combustión del carbón que contiene azufre. El resultante de la combustión del azufre se oxida y provoca la formación del ácido sulfúrico (H_2SO_4), que es uno de los componentes de la lluvia ácida, el cual es perjudicial para las plantas, produciendo manchas donde han caído gotas del ácido en las hojas.

La humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o dióxido de azufre formando la llamada lluvia ácida, estos gases son emitidos por centrales eléctricas, fábricas y automotores que queman aceite o carbón. Esta combinación química de gases y el vapor de agua forman el ácido nítrico y el ácido sulfúrico, provocando la lluvia ácida. Los componentes de la lluvia ácida pueden recorrer distancias muy grandes, los vientos pueden trasladarlos miles de kilómetros antes de precipitarse en llovizna, lluvia granizo, nieve o niebla según las condiciones del lugar, que se vuelven ácidos al unirse con los gases residuales (Garcés & Hernández, 2004).

El dióxido de azufre también es perjudicial para las construcciones que pueden estar formadas por minerales carbonatados como el mármol, piedra caliza, formando sustancias solubles en agua, afectando la integridad y la vida de esculturas y edificios.

El metano conocido como CH_4 es un gas que se produce cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en las que hay carencia de oxígeno, esto sucede en los arrozales de los países húmedo-tropicales, en los pantanos y en las ciénagas. También ocurre en el proceso de digestión y defecación de los animales herbívoros (Garcés & Hernández, 2004).

El CH_4 es un gas de efecto invernadero, este contribuye al calentamiento global porque este aumenta la retención del calor por la atmósfera.

2.9.5 Efectos de los gases contaminantes en el clima

La contaminación del aire es causada por las sustancias no deseadas que llegan a la atmósfera, estas sustancias pueden estar en forma de gases, sólidos o líquidos.

Los contaminantes por lo general se elevan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta que lleguen a niveles peligrosos.

Algunos gases retienen la energía que emite la tierra cuando esta ha sido calentada por la radiación solar provocando el fenómeno conocido como el efecto invernadero. Esto quiere decir, que tienen frecuencias moleculares vibratorias, en el rango espectral de la radiación varios componentes atmosféricos como el CO₂ y vapor de agua (Vintimilla, 2015).

El efecto invernadero causado por los gases que absorben y emiten la radiación en onda larga, la devuelven a la superficie terrestre provocando un aumento en la temperatura.

2.10 Fuentes Móviles

Las fuentes móviles en su mayoría la conforman el transporte terrestre el cual es el mayor contribuyente de la contaminación atmosférica. La proporción en que se emiten los contaminantes del aire dependen de una serie de factores en el transporte como el tipo de motor que tiene el vehículo, el combustible usado y el mantenimiento que se le realice (Vintimilla, 2015).

2.10.1 Los vehículos y las emisiones contaminantes

El combustible utilizado en los vehículos pasa por una serie de procesos evaporativos antes de salir por el tubo de escape, los cuales resultan en emisiones de hidrocarburos como:

Emisiones húmedas calientes: este tipo de emisiones ocurren debido a la volatilización del combustible una vez cuando el motor se apague. El combustible del sistema de dosificación se volatiliza por el calor residual del motor (Martinez, 2005).

Emisiones evaporativas en circulación: estas se presentan cuando el motor está operando y son aquellas emisiones de fugas de combustible ya sea en fase líquida o de vapor.

Emisiones diurnas: son las emisiones que se producen en el tanque de combustible debido a las altas temperaturas en líquido y también al incremento de la presión de vapor del combustible, resultantes del aumento en las temperaturas ambientales, del calor reflejado por el asfalto y la aportación de calor del sistema de escape del vehículo (Martínez & Díaz, 2004).

Emisiones evaporativas en reposo: estas emisiones son provocadas por la permeabilidad o fugas de los conductos de combustible.

Emisiones evaporativas de la recarga de combustible: son aquellas emisiones desplazadas del tanque de combustible durante la recarga de este. Estas son las emisiones mientras el vehículo se encuentra en reposo en las estaciones de servicio, estas emisiones son tratadas como fuente de área (Martinez, 2005).

2.10.2 Efectos en salud y medioambiente

La contaminación del medio ambiente afecta a la salud de las personas en diferentes sistemas del cuerpo humano tales como:

Sangre: los efectos en la sangre son los siguientes:

- Reología alterada.
- Aumento coagulación.
- Partículas desplazadas.
- Trombosis periféricas.
- Reducción de saturación de oxígeno.

Cerebro: los efectos ocasionados en el cerebro son:

- Aumento isquemia cerebrovascular.

Tejido vascular: los efectos en el tejido vascular provocan:

- Aterosclerosis.
- Progresión acelerada y desestabilización de las placas.
- Disfunción endotelial.

- Vasoconstricción e hipertensión.

Corazón: las consecuencias de la contaminación provocan:

- Función cardiaca autónoma alterada.
- Incremento en la susceptibilidad de arritmia.
- Repolarización cardiaca alterada.
- Aumento de la isquemia del miocardio.

Pulmones: los efectos que provocan en los pulmones pueden ser:

- Inflamación.
- Estrés oxidativo.
- Progresión acelerada y exacerbación del EPOC.
- Incremento de síntomas respiratorios.
- Efectos reflejos pulmonares.
- Reducción de función pulmonar.

Estrés oxidativo: este problema causa:

- Inflamación sistémica.
- Mediadores proinflamatorios.
- Activación de leucocitos y plaquetas.

En el Ecuador la contaminación atmosférica por parte de los vehículos tiene mayores efectos en las zonas más frías del país, esto sucede debido a los efectos en los arranques en frío, ya que las mayores concentraciones se encuentran en las horas y meses con temperaturas bajas. Como se conoce que una de las fuentes principales de la contaminación atmosférica son las fuentes móviles que son los vehículos a gasolina y diésel, motivo el cual a nivel mundial se han establecido normas para regular el nivel de contaminación vehicular según su año de fabricación, tipo de combustible utilizado y el sistema de alimentación del vehículo (Oyarzún, 2010).

2.11 Motor de Combustión Interna

Un motor de combustión interna también se lo conoce como motores de explosión, éste mezcla el oxígeno con combustible gasificado. La mezcla se realiza en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse. Respecto al diseño, el motor se encarga de usar el calor generado por la combustión como energía, para producir el movimiento giratorio (Palomo & Pilataxi, 2012).

2.11.1 Características de los motores de combustión interna

Las pérdidas térmicas y mecánicas propias del funcionamiento del motor, así como la efectividad en el proceso de transformación de calor en trabajo, determinan la capacidad de rendimiento.

Las características importantes que tienen un motor son: la potencia, el par motor, el consumo específico de combustible. Datos que permiten tener una idea del tipo de motor que es y de sus prestaciones sobre el vehículo. Estos datos son suministrados por el fabricante, ya que son obtenidos mediante los ensayos en el banco de potencia o dinamómetro (Palomo & Pilataxi, 2012).

2.11.2 Rendimiento del motor

El motor transforma la energía mediante el siguiente proceso: la energía contenida en el combustible que es de origen químico se transforma en calor mediante la combustión que es una energía de origen térmico. Provocando el aumento de presión que permite el desplazamiento del pistón, obteniéndose así la energía mecánica.

Como en todo proceso la energía del combustible no es transformada en su totalidad en trabajo útil. Una buena parte de esta energía se pierde, por ende, la energía aprovechable que se obtiene es menor a la inicial (Cabezas & Moyano, 2016).

El rendimiento de una maquina no es más que, el balance resultante entre la cantidad de energía aportada y la obtenida en una máquina, se expresa en porcentaje del trabajo que se aporta.

$$\eta = \frac{\text{energía obtenida}}{\text{energía aportada}} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

Mientras menores sean las pérdidas durante la transformación de energía el rendimiento de un motor será mayor.

Tenemos varios tipos de rendimiento que son:

- Rendimiento térmico.
- Rendimiento mecánico.
- Rendimiento efectivo.
- Rendimiento volumétrico.

2.11.3 Par motor

El par de giro es el efecto de la rotación que se obtiene aplicando una fuerza sobre un brazo de palanca.

El valor del par es el producto de la fuerza que se aplica por la distancia, desde donde se aplica hasta el punto de giro.

Entonces el par motor está en función de la fuerza (F) aplicada sobre la biela, y de la distancia (longitud) del codo del cigüeñal (d), siendo esta igual a la mitad de la carrera. La fuerza que se le aplica al codo del cigüeñal es proporcional a la presión media efectiva que actúa sobre el pistón (Palomo & Pilataxi, 2012).

$$M = F \cdot d \quad (2)$$

- M = Par motor
- F = Fuerza
- d = Distancia

La potencia mecánica se define como la cantidad de trabajo realizado en una unidad de tiempo.

$$P = \frac{T}{t} \quad (3)$$

Para calcular la potencia de un motor conviene expresarlo en función de la velocidad: el trabajo es el producto de la fuerza por el distancia o espacio.

$$T = F \cdot e \quad (4)$$

$$P = \frac{T}{t} = \frac{F \cdot e}{t} \quad (5)$$

Y la velocidad es el resultado de dividir el espacio o distancia por el tiempo.

$$v = \frac{e}{t} \quad (6)$$

En conclusión, la potencia se puede obtener en función de la fuerza y la velocidad lineal.

$$P = \frac{F \cdot e}{t} = F \cdot v \quad (7)$$

$$P = F \cdot v \quad (8)$$

P = potencia

$v = \text{velocidad}$

T = trabajo

e = espacio

t = tiempo

F = fuerza

2.11.4 Factores que determinan la potencia de un motor

Cilindrada: en cada ciclo a medida que aumenta el volumen también aumenta la cantidad de combustible quemado, en consecuencia, es mayor la cantidad de calor que se transforma en trabajo mecánico (Córdova , 2013).

Llenado de los cilindros: estos admiten una cantidad de gas determinada, si se logran que admitan una cantidad mayor de gas, la presión interna aumenta y también aumenta el par motor, obteniendo una mayor potencia. Se mejora la carga de los cilindros con dispositivos de admisión y distribución de variables, en casos similares se recurre a la sobrealimentación (Herrera, 2016).

Relación de compresión: la relación de compresión a medida que incrementa, el rendimiento térmico mejora y por ende también lo hace la potencia obtenida.

Régimen de giro: este es un dato inseparable de la potencia, debido a que la potencia crece progresivamente con la velocidad, en otras palabras, con el número de ciclos que se efectúan por minuto (Palomo & Pilataxi, 2012).

2.11.5 Consumo específico de combustible

El consumo específico se lo conoce como la cantidad de combustible que es consumido por cada unidad de trabajo que es desarrollado por el motor.

Otra definición es la relación que existe entre la masa del combustible consumido y la potencia entregada. Este consumo es obtenido mediante pruebas en el banco, y se expresa como C_s , y se mide en g/kW.h (gramos por kilovatio hora) y en g/CV.h (gramos por caballo vapor hora) (González, 2011).

Los factores principales del consumo de combustible son el rendimiento térmico, el rendimiento volumétrico y de la combustión.

Rendimiento térmico: este aumenta con la relación de compresión, debido a que se consiguen altas temperaturas y presiones. Motivo el cual el diésel se consume menos.

Rendimiento volumétrico: a medida que aumenta el régimen este empeora, por lo cual el consumo se incrementa. El consumo mínimo se obtiene a partir del régimen de par máximo, debido a que en este punto coinciden el valor máximo del rendimiento volumétrico, y la máxima presión media efectiva y por ende el mínimo consumo (Zurita, 2018).

2.12 Curvas Características de los Motores de Combustión Interna

Estas curvas características se grafican a partir de data obtenida en las pruebas en un dinamómetro. La grafica representan los valores que toman la potencia, el par motor, y el consumo específico de combustible a medida que va variando el número de revoluciones.

Los puntos más particulares de estas curvas son el régimen de máximo par (n_1) y el régimen de máxima potencia (n_2). En este tramo de revoluciones se alcanza el máximo rendimiento del motor y un óptimo consumo de combustible (Herrera, 2016).

2.12.1 Curva de par motor

Es representada por la evolución del par en función del régimen del motor. Normalmente se expresa en Nm o en mkg.

La curva asciende a medida que se incrementa el número de revoluciones hasta el par máximo (M_{max}), punto el cual representa el máximo rendimiento volumétrico, en otras palabras, el llenado óptimo de los cilindros y, por ende, la presión media máxima. Al aumentar el régimen, el llenado de los cilindros decae y el par descende, a pesar de que la potencia sigue aumentando. El régimen de máximo par necesita de las características de los conductos de admisión y del diagrama de distribución (González, 2011).

2.12.2 Curva de potencia

Curva la cual muestra los valores que va tomando la potencia en función del número de revoluciones. Se lo expresa en kW o en CV.

La potencia no es más que el resultado de multiplicar el par motor por la velocidad de rotación, si ambos incrementan la potencia crece rápidamente.

El régimen máximo de un motor indica el límite al que se puede llegar a mantenerse funcionando sin riesgo de deterioros (Ávila & Ayala, 2013).

2.12.3 Curva de consumo específico de combustible

Esta curva representa el consumo de combustible respecto al número de revoluciones. Este se lo puede medir en g/kW. h, esto es la masa de combustible que es consumida en relación con la potencia que es entregada en una unidad de tiempo.

Esta curva tiene simetría con la curva del par, debido a que los valores máximos del rendimiento volumétrico son iguales con los del mínimo del consumo (Palomo & Pilataxi, 2012).

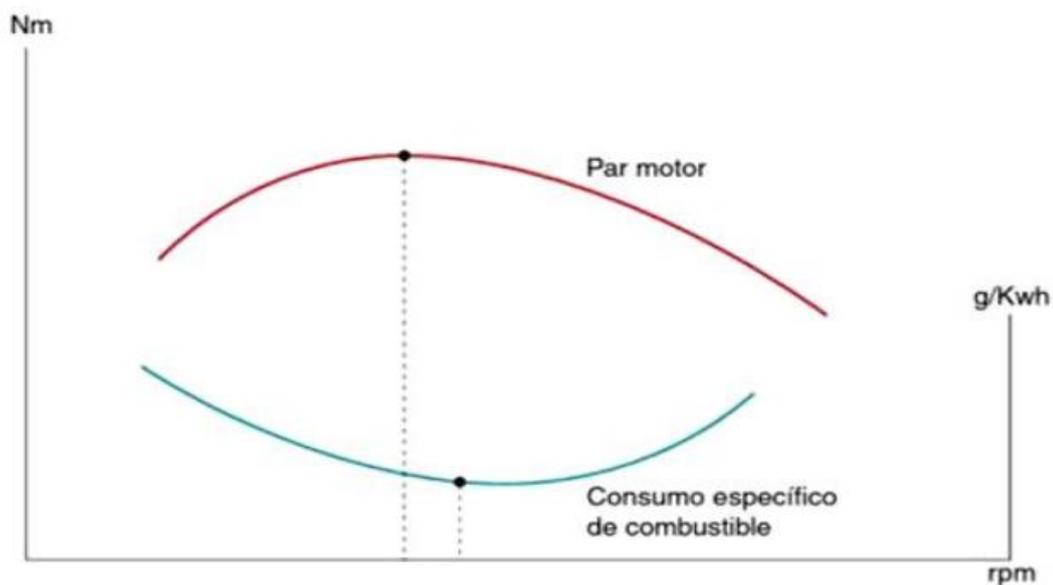


Figura 3. Curva de consumo específico y par motor (Palomo & Pilataxi, 2012).

El consumo específico de combustible en los motores que son de cuatro tiempos es mínimo en las zonas media de revoluciones. Para regímenes ya sean superiores o inferiores el consumo es más elevado.

El número de revoluciones correspondiente al par máximo es un punto de referencia a la hora de circular con un vehículo, ya que si se mantiene el régimen en las proximidades de este punto se consigue el mejor rendimiento con el mínimo consumo (Escudero, González, Ruivas, & Suárez, 2013).

2.12.4 Obtención de las curvas características

Solo es posible obtener las prestaciones reales de un motor mediante pruebas de banco de potencia o de freno dinamométrico (González, 2011).

Los parámetros fundamentales que se miden en el banco son:

- Par motor
- Potencia

2.13 Dinamómetro

El dinamómetro es un instrumento de medición mayormente empleado para determinar el par mecánico, velocidad o potencia de cualquier fuerza motriz rotatoria, como un motor de combustión interna o motor eléctrico.

Esta herramienta de comprobación permite aplicar carga sobre un motor al proporcionarle un torque opuesto a su giro, simulando el escenario de la vida real en el que el motor debe entregar la potencia y torque necesaria para impulsar el vehículo y llevarlo a la velocidad comandada por el conductor.

2.13.1 Dinamómetro de chasis

Esta herramienta es muy útil porque permite observar y probar en su conjunto los elementos que integran al vehículo, por lo que los resultados de las pruebas y ensayos obtenidos reflejan de una forma más cercana al comportamiento que el vehículo tendrá en condiciones reales de operación (Salazar, 2016).

Los usos más utilizados son para conocer la verificación de los niveles de emisiones contaminantes de los vehículos que se encuentran en circulación, porque mediante la simulación de patrones de carga, velocidad y aceleración, que se encuentran estandarizados buscando emular la forma típica de conducir para un lugar determinado (Salazar Arellano, 2016).

El dinamómetro de chasis es un equipo el cual permite realizar la medición de la potencia y el par motor en las ruedas motrices del automotor, los resultados que se obtengan serán representados de forma gráfica mediante curvas.

Tabla 9
Población para la investigación

Marca	Chevrolet
Modelo	Sail
Serie de motor	L2B
Cilindraje	1500 centímetros cúbicos
Información del vehículo utilizado en el proyecto. Autoría propia	

Tabla 10
Muestra para la investigación

Marca	Chevrolet
Nro. Chasis	8LAHD52H4J0394339
Nro. Motor	L2B172853360
Información del vehículo utilizado en el proyecto. Autoría propia	

2.14 Contaminación en Guayaquil

Uno de los problemas más graves que sufren las ciudades importantes del país es la contaminación del medio ambiente que causan efectos extremadamente negativos para la salud de su población.

La ciudad de Guayaquil, una de las más grandes e importantes del Ecuador, es muy popular por ser un territorio extenso y poblado con una basta cantidad de oportunidades de crecimiento económico. Conocida como la ciudad puerto del país, debido a que, es el punto de llegada de las embarcaciones que abastecen a todo el país de productos importados y también un punto de salida de los productos que se exportan a numerosos países, esto conlleva a una preocupante consecuencia, la contaminación del medio ambiente, principalmente la generada por fuentes móviles.

2.15 Efectos del Grado de Octano de la Gasolina

Cuando el octanaje es mayor, el grado de activación del combustible será mayor. El grado de activación es la cantidad de energía que se utiliza para empezar una reacción química. Aquellos combustibles que contienen etanol poseen un nivel más alto de octanaje, pero aportan una cantidad más baja de energía por volumen. Esto se presenta debido que el etanol es un

hidrocarburo parcialmente oxidado. Cuando al etanol se lo mezcla con gasolinas puras se tiene como resultado gasolinas cuya densidad por volumen de energía quemada es menor que la que entregaría la misma gasolina pura (Ávila & Ayala, 2013).

2.16 Sensor de Golpeteo

Recién llegada la implementación de la inyección electrónica en los vehículos, no llevaban un sistema de encendido. Con el tiempo fueron mejorando el sistema de inyección hasta incluir la relación entre la inyección y el sistema de encendido. Los parámetros de revoluciones, avance y retardo de encendido representar datos importantes para obtener una perfecta combustión dentro del motor, por esta razón la unidad de control del motor adelanta el punto de encendido para proporcionar la mayor potencia, sin embargo, al modificar el punto de encendido, el motor comienza a cascabelear. Para solucionar este inconveniente, se retarda el punto de encendido. El punto de encendido ideal lo proporciona la unidad de control del motor y el sensor de golpeteo es quien le proporciona la información necesaria (Ávila & Ayala, 2013).

El sensor de golpeteo está constituido de un material piezoeléctrico, que normalmente está ubicado en la parte superior del bloque de cilindros del motor. Este sensor comúnmente es un generador de tensión eléctrica.

2.17 Sensor de Oxígeno

El sensor de oxígeno está constituido por materiales químicos que le permiten generar una señal de voltaje que le informan al módulo principal del motor si la mezcla oxígeno/combustible es rica (poco oxígeno) o si es pobre (mucho oxígeno). Los elementos internos del sensor de oxígeno basan su funcionamiento en ciertas reacciones químicas las cuales representan las variaciones de oxígeno en los gases de escape (Urgilés & Erreyes, 2018).

El sensor de oxígeno principalmente compara la cantidad de oxígeno del aire exterior con la cantidad que tenga lugar en el interior del tubo de escape. La mínima diferencia entre la

comparación de oxígeno interno y externo significa una mezcla pobre (voltaje bajo generado por el sensor de oxígeno), mientras que, una máxima diferencia de la comparación se traduce a una mezcla rica (voltaje elevado generado por el sensor de oxígeno). Existe un punto intermedio denominado punto de equilibrio o relación estequiométrica (Ávila & Ayala, 2013).

El sensor de oxígeno de titanio produce voltaje que siempre oscila entre 0,5 voltios (una mezcla pobre) y 4,0 V (una mezcla rica).

2.18 Inyectores

Los inyectores constituyen una parte fundamental del vehículo, por esta razón siempre tiene que estar funcionando en óptimas condiciones. Los inyectores son los encargados de dosificar el combustible en la cámara de admisión dependiendo del modelo, puede ser antes de las válvulas de admisión o directo en la cámara de combustión del motor (Masson Ricaurte, 2012).

El inyector se la define como una electroválvula que está constituida en su interior por un bobinado eléctrico, un núcleo magnético solidario con la aguja que cumple la función de hacer estanqueidad en la zona inferior del cuerpo del inyector. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace abrir la válvula. El campo magnético creado por los impulsos eléctricos que son enviados a la central electrónica del motor provoca el desplazamiento vertical de la aguja y con ello la salida intermitente de la gasolina (Zurita, 2018).

La unidad de control del motor envía pulsos eléctricos a la bobina, con lo que el campo magnético atrayendo al obturador hacia el núcleo. Al cortarse el pulso eléctrico, un muelle de membrana devuelve el obturador de cabeza redonda a la posición normal y así asegurando el cierre de los orificios. El exceso de combustible se desliza hacia el regulador de presión a través del orificio superior del inyector (Cabezas & Moyano, 2016).

2.19 Gasolinas en Ecuador

2.19.1 Gasolinas utilizadas en las pruebas

Las gasolinas en Ecuador provienen de la Refinería Libertad, Refinería Estatal de Esmeraldas y Refinería Shushufindi.

La clasificación de las gasolinas según la norma INEN 935 se clasifican por su grado de octanaje en dos tipos: gasolina SUPER que tiene aproximadamente un grado de octano de 92, y las gasolinas EXTRA y ECOPAÍS que poseen aproximadamente 87 octanos.

La gasolina ECOPAÍS se obtiene de la mezcla de la gasolina extra con un 5% de etanol anhidro (obtenido de la caña de azúcar), esta mezcla se realiza en el terminal de Hidrocarburos de Pascuales en la ciudad de Guayaquil donde es comercialidad principalmente (Druet & Vera, 2017).

La gasolina ecopaís y la extra se comercializan solo en ciertas regiones del país, es imposible encontrar en una misma gasolinera los dos tipos de gasolina.

Las normas ASTM son normas de aplicación internacional que se toman en cuenta al igual que las normas de carácter local como lo son la norma INEN, las cuales conforman ensayos estandarizados para las gasolinas de motor, que tienen como fin indicar al organismo competente y al consumidor las características de calidad del producto.

En todos los países existen entes que regulan las especificaciones oficiales que deben cumplir las gasolinas comerciales.

En el Ecuador estas especificaciones las fija la norma INEN 935 norma que establece límites permisibles mínimos y máximos para los parámetros que influyen en las gasolinas (Druet & Vera, 2017).

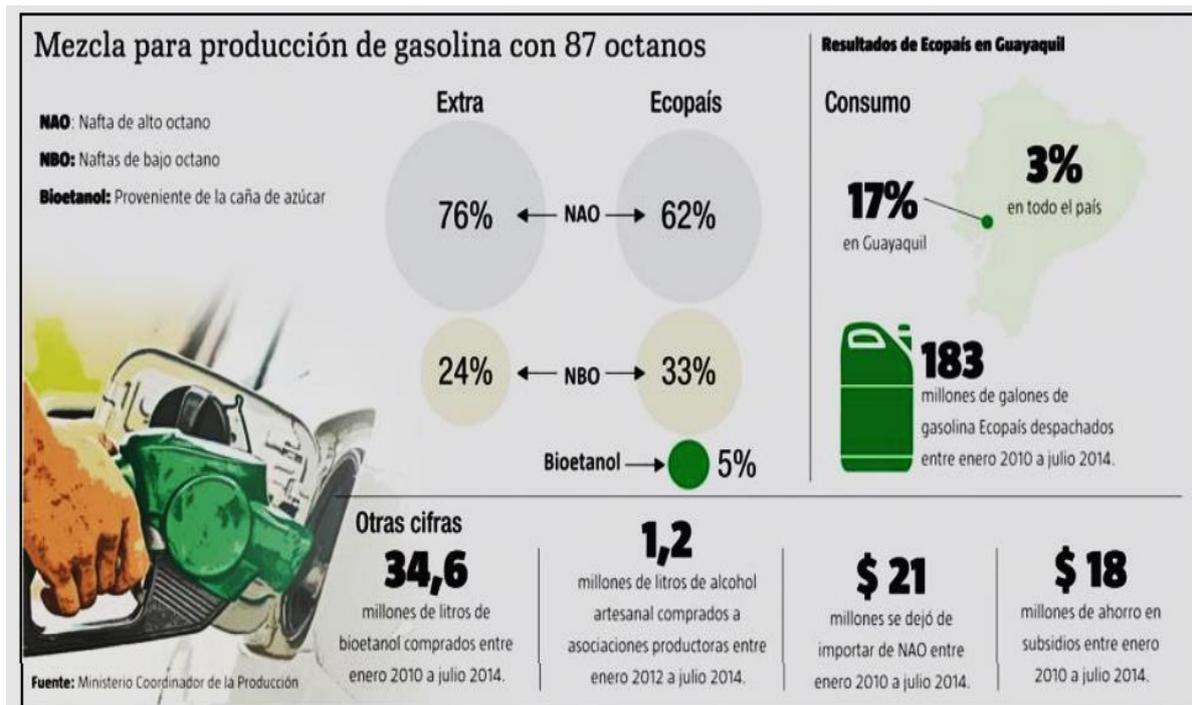


Figura 4. Mezcla para producción de gasolina con 87 octanos (Druet & Vera, 2017).

La gasolina ecopaís representa una sustancial explotación de cultivos para su elaboración, la caña de azúcar principalmente es la fuente de ingresos para el sector agrícola ecuatoriano, lo que representa una economía fortalecida y amplios estándares de crecimiento económico.

El Guayas es la provincia con más demanda de gasolina ecopaís, al ser una de las provincias más extensas de la costa ecuatoriana y con un número elevado de vehículos circulando, es de suma importancia surtirse de grandes cantidades de gasolina.

La gasolina super en los últimos años ha tenido un aumento de precio muy drástico, por este motivo la gasolina ecopaís es la opción más viable al hablar sobre temas económicos para la ciudadanía.

En las tablas 11 y 12 se muestran los requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 87 octanos, mientras que en las tablas 13 y 14 se muestran para las gasolinas de 92 octanos.

Tabla 11

Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 87 octanos

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS GASOLINAS ECUATORIANAS DE 87 OCTANOS				
REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Numero de octano Research (RON*)	..	87	--	NTE INEN 2102
DESTILACION: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50%	°C	77	121	ASTM D86
90%	°C	--	189	ASTM D86
PUNTO FINAL	°C	--	220	ASTM D86
RESIDUO DE DESTILACION	%b	--	2	ASTM D86
RELACION VAPOR - LIQUIDO A 60 °C	--	--	20	ASTMD5188
PRESION DE VAPOR	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
CORROSION A LA LAMINA DE COBRE (3h A 50 °C)	..	--	1	ASTM D130
CONTENIDO DE GOMAS	mg/ 100 mL	--	3	ASTM D381
CONTENIDO DE AZUFRE	%c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
CONTENIDO DE AROMATICOS	%b	--	30	ASTM D1319
CONTENIDO DE BENCENO	%b	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730

Los requisitos de calidad de la gasolina ecuatoriana. NTE INEN 935, 2016.

Tabla 12

Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 87 octanos

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS GASOLINAS ECUATORIANAS DE 87 OCTANOS				
REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
CONTENIDO DE OLEFINAS	%b	--	18	ASTM D1319
ESTABILIDAD DE LA OXIDACION	min	240	--	ASTM D525
				ASTM D7525
CONTENIDO DE OXIGENO	%c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
CONTENIDO DE PLOMO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
CONTENIDO DE MANGANESO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
CONTENIDO DE HIERRO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

* Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

Los requisitos de calidad de la gasolina ecuatoriana. NTE INEN 935, 2016.

Tabla 13

Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 92 octanos

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS GASOLINAS ECUATORIANAS DE 92 OCTANOS				
REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Numero de octano Research (RON*)	..	92	--	NTE INEN 2102
DESTILACION: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50%	°C	77	121	ASTM D86
90%	°C	--	190	ASTM D86
PUNTO FINAL	°C	--	220	ASTM D86
RESIDUO DE DESTILACION	%b	--	2	ASTM D86
RELACION VAPOR - LIQUIDO A 60°C	--	--	20	ASTMD5188
PRESION DE VAPOR	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
CORROSION A LA LAMINA DE COBRE (3h A 50 °C)	..	--	1	ASTM D130
CONTENIDO DE GOMAS	mg/ 100 mL	--	4	ASTM D381
CONTENIDO DE AZUFRE	%c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
CONTENIDO DE AROMATICOS	%b	--	35	ASTM D1319
CONTENIDO DE BENCENO	%b	--	2	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
CONTENIDO DE OLEFINAS	%b	--	25	ASTM D1319

Los requisitos de calidad de la gasolina ecuatoriana. NTE INEN 935, 2016.

Tabla 14
Requisitos de calidad para las gasolinas ecuatorianas de 92 octanos

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS GASOLINAS ECUATORIANAS DE 92 OCTANOS				
REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
ESTABILIDAD DE LA OXIDACION	min	240	--	ASTM D525
CONTENIDO DE OXIGENO	%c	--	2,7	ASTM D7525 ASTM D4815 ASTM D5845
CONTENIDO DE PLOMO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
CONTENIDO DE MANGANESO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D3831
CONTENIDO DE HIERRO	mg/ L	--	No detectable	ASTM D5185 ASTM D5185

NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.

* Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.

b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.

c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

Los requisitos de calidad de la gasolina ecuatoriana. NTE INEN 935, 2016.

2.19.2 Características físicas de las Gasolinas

Las características físicas de la gasolina son muy importantes en la industria para el manejo, distribución y almacenamiento seguro del producto.

Estas propiedades son importantes para indicar el comportamiento de la gasolina dentro del motor del vehículo, esto es: arranque, puesta en operación y comportamiento en caliente (Encalada & Ñauta, 2010).

En la tabla que se muestra a continuación, observamos detalles específicos de los efectos que causa la volatilidad de la gasolina en el rendimiento del vehículo en condiciones reales de carga y funcionamiento del motor.

Tabla 15
Efectos de volatilidad de la gasolina en el rendimiento del vehículo

EFFECTOS DE VOLATILIDAD DE LA GASOLINA EN EL RENDIMIENTO DEL VEHÍCULO	
VOLATILIDAD DEMASIADO BAJA	VOLATILIDAD DEMASIADO ALTA
ARRANQUE POBRE EN FRÍO	EMISIONES MUY EVAPORATIVAS
BAJO RENDIMIENTO EN CALENTAMIENTO	SOBRECARGA Y PURGA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE
POBRE MANEJABILIDAD EN CLIMA FRÍO	PROBLEMAS DE MANEJABILIDAD EN CALIENTE / TAPÓN DE VAPOR
INCREMENTO DE DEPÓSITOS	EL CONSUMO DE CARBURANTE PUEDE DETERIORARSE
CÁRTER	
CÁMARA DE COMBUSTIÓN	
BUJÍAS DE ENCENDIDO	
DISTRIBUCIÓN DESIGUAL DEL CARBURANTE EN VEHÍCULOS CARBURADOS	

Muestra los efectos de volatilidad de la gasolina. Encalada Cajisaca & Ñauta Uzhca, 2010.

2.19.3 Características químicas de las Gasolinas

Las propiedades químicas de la gasolina tendrán cierta variación dependiendo del tipo de gasolina que se experimente. Por esta razón, cada vehículo debe utilizar la gasolina apropiada, la cual debe estar acorde con las necesidades de funcionamiento del motor.

Estas propiedades químicas de la gasolina tienen un efecto directo sobre la calidad de la combustión del motor y que tipos de gases son expulsados por el sistema de escape.

La gasolina dependiendo de los aditivos incorporados y la naturaleza de los elementos que la constituyen presenta una aptitud a favor o en contra de las auto detonaciones del motor que producen el golpeteo, para expresar esta propiedad se utiliza una denominación que abarca todo el tema que es el octanaje (Encalada & Ñauta, 2010).

2.19.4 Definición de octanaje

Es la principal propiedad de la gasolina debido a que se encuentra íntimamente vinculada con el rendimiento del motor de un vehículo. El régimen de compresión de un motor establece el grado de octanaje requerido en la gasolina que se debe utilizar para ese motor. La forma ideal para incrementar la potencia de un motor es incrementar el régimen de compresión (Urgilés & Erreyes, 2018).

Las grandes empresas que se enfocan en la fabricación de automóviles han disminuido la exigencia de octanaje para motores que se encuentran en una localización de mayor altitud geográfica. En ausencia de controles electrónicos, la exigencia de octano de un motor es menor a mayor altitud. Las directivas ASTM permiten menor octanos a mayor altitud. La justificación de los fabricantes de vehículos es que en la actualidad los sistemas de gestión compensan los cambios de la presión barométrica ajustando la regulación del encendido y la mezcla aire/combustible, por lo tanto, la exigencia de octano de estos vehículos es la misma a diferentes altitudes (Masson Ricaurte, 2012).

2.19.5 Valor RON de la gasolina

Este valor es usado para establecer las características detonantes de las gasolinas a un régimen de conducción a baja velocidad (Encalada & Ñauta, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Métodos y Técnicas de la Investigación

El estudio consta de 3 tipos de investigación analítica, experimental y bibliográfica.

3.1.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica también está inmersa en el capítulo anterior en el marco teórico. La información fue obtenida de papers, tesis, libros que permitieron fundamentar la investigación.

3.1.2 Investigación analítica

La investigación analítica se desarrolló en el capítulo 2, donde se fundamentó la base teórica de los motores a combustión interna, los tipos de gasolinas que se utilizan en el país.

3.1.3 Investigación experimental

La investigación de experimental se la realizó en la ciudad de Guayaquil, se utilizó un vehículo Chevrolet Sail del año 2018 para realizar las diferentes pruebas guiándonos en las normas establecidas que serán mencionadas posteriormente.

3.2 Desarrollo

Este proyecto está enfocado en determinar el torque y la potencia que causa el utilizar individualmente las distintas gasolinas que se comercializa en Ecuador, estos datos son obtenidos mediante el uso del dinamómetro.

Este capítulo tendrá como aporte principal una metodología a seguir para realizar las pruebas en el dinamómetro y las emisiones de gases producidos por el vehículo, también se analiza el efecto que causan las propiedades de las gasolinas al ser utilizadas individualmente en el vehículo seleccionado para las pruebas.

3.3 Normas Utilizadas para Realizar las Diferentes Pruebas

3.3.1 Norma NTE INEN 2203:2000

Es una norma técnica ecuatoriana, es la norma de Gestión Ambiental, Aire, Vehículos Automotores. Determinación De La Concentración De Emisiones De Escape En Condiciones De Marcha Mínima O Ralentí. Prueba Estática. El objetivo de esta norma es establecer un método de ensayo para poder determinar la concentración de las emisiones producidas por el vehículo que provienen del sistema de escape (Antamba , Reyes, & Granja, 2016).

El método de ensayo para realizar la prueba estática se describe en la sección 5 de la norma NTE INEN 2203, la cual establece que se debe realizar una prueba con el vehículo a 820 rpm que es a ralentí con una temperatura del aceite del motor que sea constante de 94 °C. Es recomendable realizar tres pruebas para obtener los valores promedio de las emisiones. El analizador de gases utilizado para las pruebas estáticas corresponde a la marca alemana MAHA, modelo MTG 5, es un analizador de gases de corriente parcial para analizar monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), hidrocarburos (HC), calculador del valor lambda, con certificado de calibración vigente a la fecha de los ensayos. El convertidor catalítico utilizado en el vehículo es nuevo para garantizar los resultados obtenidos a ser comparados en todos los ensayos y evitar que esta variable no cambie en función del recorrido del vehículo (Antamba , Reyes, & Granja, 2016).

3.3.2 Norma NTE INEN 2204:2002

Norma ecuatoriana que es de Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos De Emisiones Producidas Por Fuentes Móviles Terrestres De Gasolina, esta establece cuales son los límites permitidos de emisiones contaminantes ocasionadas por los automotores a gasolina. Esta norma es aplicada a fuentes móviles terrestres y que utilicen gasolina. Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, náuticos, motores

para tracción, aeronaves, tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales (INEN, 2002).

3.3.3 Norma ISO 1585

La norma ISO 1585 es un protocolo que se debe seguir para realizar pruebas de torque y potencia considerados en ensayos internacionales para generar mediciones óptimas a partir de las pruebas para motores aislados o en vehículos (Zurita, 2018).

3.4 Importancia del Escáner Automotriz

El sistema de diagnóstico es el requisito principal en la fabricación de vehículos hoy en día, debido al papel fundamental que desempeña en la ayuda de mantener al vehículo funcionando en óptimas condiciones.

Este sistema proporciona información de fallas ocurridas en el vehículo y las almacena como códigos para el posterior análisis.

Un sistema de diagnóstico nos muestra cuando un vehículo está funcionando de manera irregular, fuera de los parámetros normales y además facilita la localización de la falla para agilizar la solución del problema.

Sistema OBD-II

Este sistema tiene como objetivo informar de todo lo que ocurre en el automóvil, ya sea fallas o simplemente chequear el funcionamiento de los sistemas del vehículo. Los datos que transmite el sistema OBD-II están codificados dentro de la memoria RAM de la computadora del vehículo, para obtenerlos se ha estandarizado tanto el hardware como el software.

Software

Su propósito es la obtención de datos y cuenta con nueve modos para este fin, cada uno de estos modos trabaja con los denominados parámetros ID (PIDs), que son los códigos que muestra el escáner al conectarlo al automóvil. Con esta conexión y al tener los códigos podemos acceder a todos los sensores, cada uno bajo su modo de funcionamiento.

3.5 Equipos A Utilizarse

3.5.1 Dinamómetro Dynocom serie x 2wd

Este dinamómetro es construido y ensamblado en la ciudad de Texas – Estados Unidos, está diseñado para soportar una variedad de escenarios de pruebas para automóviles con tracción 2wd (Ávila Avelino, 2016).

- Número de serie: 00843
- Modelo: 2WD Dyno X
- Inercia (kgm^2): 4,5
- Brazo de torque (pulg): 18,5
- Diámetro rodillo (cm): 21,6
- RPM máximos: 5000
- Fecha de construcción: enero 2016

En la siguiente tabla se detallan las especificaciones técnicas del dinamómetro dynocom serie x 2wd, Manual redactado por el fabricante del instrumento de medición donde se especifican los cuidados de peso y velocidad máximos que puede medir este instrumento sin ser afectado en su funcionamiento normal.

Tabla 16

Características técnicas del dinamómetro dynocom.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DINAMÓMETRO	
MAX EJE PESO	6500 lb
MAX POTENCIA	800 HP
VELOCIDAD MÁXIMA	155 + mp
VEHÍCULO TRACK	16" (mínimo dentro)- 86" (máximo)
RANGO	
DISTANCIA ENTRE EJES MÁXIMA	86 pulg
MAX STEADY ESTADO TORQUE	1800 pies libras por retardador
MAX DINÁMICA DE PAR	5000 pies libras por eje
REQUISITOS ELÉCTRICOS	220/240 VAC @25AMPs

Muestra las características del dinamómetro. Ávila Avelino, 2016

En la siguiente tabla se muestran algunas especificaciones del sensor óptico:

Tabla 17

Especificaciones del sensor óptico.

MÁXIMA DISTANCIA DE OPERACIÓN	2,14 m
MÁXIMA DISTANCIA DE OPERACIÓN	1-250000 rpm
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-10 a 70 °C
PODER REQUERIDO	3,3 a 15 VDC @ 40mA
SEÑAL DE SALIDA	TTL pulso proporcional a la entrada
DIMENSIONES	16 * 73 mm

Muestra las especificaciones del sensor óptico. Ávila Avelino, 2016

Bajar un vehículo del dyno:

Cuando se ha terminado de trabajar con un vehículo, hay que cerciorarse que el freno del dyno este en on. Las ruedas fijas deberían también estar bloqueadas con los tacos de ruedas (Salazar Arellano, 2016).

- Comenzar desatando las bandas de sujeción.
- Sacar los tacos de seguridad.
- Deslizar el vehículo suavemente para liberarlo de los rodillos.
- Proceder con cuidado para bajar el vehículo del elevador de cuatro postes.



Figura 5. Dinamómetro Dynocom.

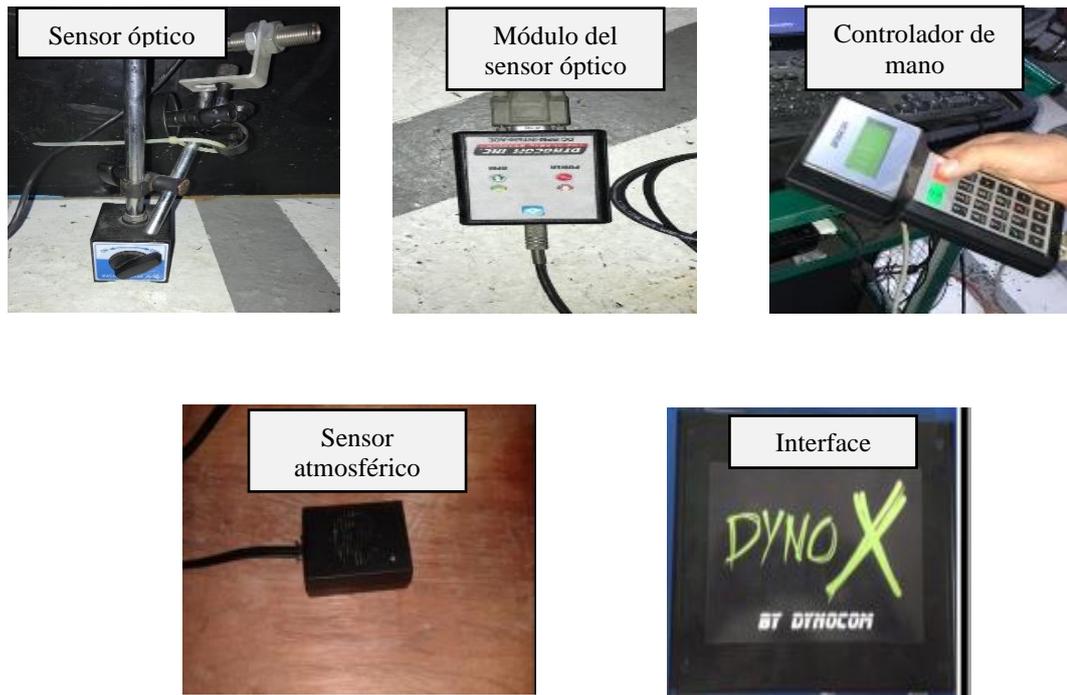


Figura 6. Componentes del dinamómetro Dynocom.

3.5.2 Analizador de gases utilizado para realizar las pruebas

Marca: MAHA MGT 5

Analizador de emisiones de 4/5 gases para motores a gasolina, con terminal de mano.

Esta máquina puede ir desde un sencillo e independiente aparato móvil con LED (diodo emisor de luz) y terminal de mano, a un equipo conectado a una computadora y equipado con un programa de muy fácil manejo.

Es un analizador de gases de corriente parcial sin indicador, para análisis de hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno; con cálculos del valor lambda.

Este analizador de gases también se puede utilizar en vehículos con gas GLP (gas licuado de petróleo) o CNG (gas natural comprimido).

Esta máquina tiene incorporado internamente un sistema de protección de condensación, también utiliza un separador de agua condensada mediante una bomba separadora de membrana. Incorpora un filtro de carbón activo, sensor de oxígeno externo,

conexión al gas de calibración, manguera de sonda con filtro anterior y receptor de la sonda gas metálica 400 mm.

En las tablas 18 y 19 se muestran los gases medidos por el analizador.



Figura 7 Analizador de gases MGT5.

Tabla 18

Gases medidos por el analizador.

GASES MESURABLES	HC, CO, CO ₂ , O ₂ , NO (OPCIONAL)
PRINCIPIO DE MEDICIÓN ESPECTROMETRÍA DE INFRARROJO	HC, CO, CO ₂
PRINCIPIO DE MEDICIÓN DETECCIÓN ELECTROQUÍMICA	O ₂ , NO
TIEMPO DE CALENTAMIENTO	480 s
ÍNDICE DE FLUJO	3,5 l/min
PRESIÓN DE TRABAJO	0,75 bar- 1,1 bar
CLASE DE PRECISIÓN	O (OIML)
TENSIÓN DE ABORDO	12V/42V
ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE	1/N/PE85V/285V50Hz

Muestra los gases medidos por el analizador. Urgilés & Erreyes, 2018.

Tabla 19

Gases medidos por el analizador

GASES MESURABLES	HC, CO, CO ₂ , O ₂ , NO (OPCIONAL)
DIMENSIONES TOTALES (La*An*Al)	240 mm*560 mm*300 mm
PESO	10 kg
CO- RANGO DE MEDICIÓN/ EXACTITUD (Máx.)	-15% Vol./0,001
CO ₂ - RANGO DE MEDICIÓN/ EXACTITUD (Máx.)	-20% Vol./0,001
HC - RANGO DE MEDICIÓN/ EXACTITUD (Máx.)	-9999 ppm/0,1 (HEXAN) 0-20000 ppm/ (PROPAN)
O ₂ - RANGO DE MEDICIÓN/ EXACTITUD (Máx.)	-25% Vol./0,001
LAMBDA (CALCULADA)	0,5-9,99/0,01
NO (OPCIONAL) - RANGO DE MEDICIÓN/ EXACTITUD (Máx.)	-5000 ppm/1

Muestra los gases medidos por el analizador. Urgilés & Erreyes, 2018.

3.5.3 Escáner automotriz utilizado para realizar las pruebas

Marca: Escáner múltiple diagnostic interface 2 GM (Unidad principal de programación). Este escáner es un modelo de comunicación compacto que realiza el procedimiento de transferir datos entre el sistema de diagnóstico a bordo del vehículo y una computadora personal.

La conexión entre la interfaz y la PC se puede realizar a través de un cable USB, un cable de red o una conexión inalámbrica.

Con esta herramienta se puede realizar la transferencia de datos y reprogramación a la unidad de control electrónica del vehículo (ECU).

Esta interfaz ofrece mayor velocidad para el diagnóstico de problemas que presente el vehículo, debido a que este interfaz tiene suscripción a TiS MSF se tendrá acceso al más actual modelo de control de calibraciones para vehículos de la línea General Motors.

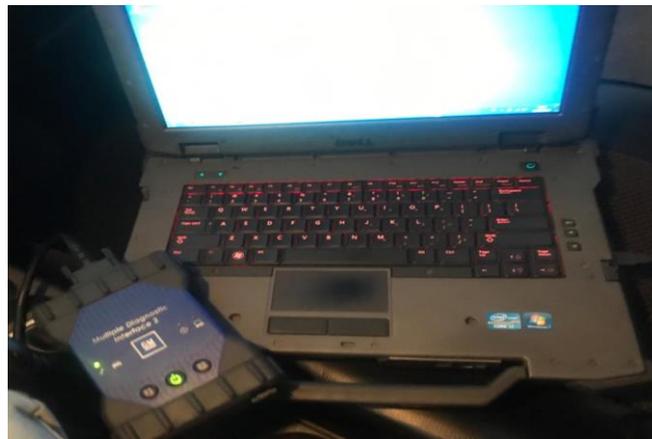


Figura 8. Escáner múltiple diagnostic interface 2 General Motors.

Características principales:

- La unidad tiene una red de comunicación (LAN y WLAN).
- Está fabricado con la intención de recibir energía de la batería del vehículo a través del cable DLC.

- El MDI contiene un localizador de audio que se puede utilizar para opciones de usuario como indicaciones de inicio y finalización de pruebas e indicaciones de error.
- Características especiales:
- Maximiza la inversión de su PC.
- Documentación técnica actualizada en CD.
- Soporta protocolos GM OBDI, OBDII y GM-LAN.
- Enlace de datos serial para la conexión al vehículo vía DLC.
- Múltiples opciones de conexión mediante puertos (USB, Ethernet o inalámbrico).
- Kit de alimentación para cualquier sistema de toma existente en su región desde 100/240 VAC.

3.5.4 Osciloscopio utilizado para las pruebas

Marca: Hanket 1008 C. Es un osciloscopio profesional de ocho canales con conexión a una computadora personal vía USB.

Vehículos compatibles según la procedencia:

- Americanos
- Asiáticos
- Europeos
- Multimarca

Posee una velocidad de muestreo de 2.4 millones de muestras por segundo en tiempo real y una resolución vertical de 12 bits.

En las tablas 20 y 21 se detallan datos técnicos del osciloscopio.

Características:

- Conexión USB 2.0
- Entrada de prueba de voltaje 10 mV a 5 V, máximo 400 V.
- No necesita fuente extra de alimentación
- Software fácil de instalar y usar. Compatible con Windows 7 y Windows XP.



Figura 9. Osciloscopio Hanket 1008c.

Detalles técnicos del osciloscopio se muestran en las tablas 20 y 21:

Tabla 20

Datos técnicos del osciloscopio.

Marca y modelo	1008c HANTEK	
Vertical	Canal analógico	8
	Impedancia de entrada	RESISTENCIA: 1 mΩ
	Sensibilidad	10 mV / div a 5V / div
	Acoplamiento	DC
	Resolución	12 bits
Horizontal	Profundidad de memoria	4K
	Max. Entrada	400 v (DC+ CA pico)
	Frecuencia de muestreo en tiempo real	2.4 msa / s
	Rango base de tiempo	1 ns / div a 20000 S / div (1-2-5 secuencias)
	Base de tiempo de precisión	50 ppm (+/-)

Datos técnicos del osciloscopio. Cabezas & Moyano, 2016.

Tabla 21
Datos técnicos del osciloscopio.

Marca y modelo	1008c HANTEK	
Desencadenar	Fuente	CH1. CH2. CH3. CH4. ch5. CH6. ch7. ch8 borde
Alcance actual	Modo	
Modo XY	De entrada, al eje X	
Cursores y medición	Entrada de eje Y	
	Medición de la tensión	CH1
	La medición del tiempo	
	Medición cursores	CH2
		VVP, empeine, vmax, vmin, Vtop, VMID, Vbase, vpromedio, Vrms, vcrms, preimpulso, rebasamiento frecuencia, período, tiempo de subida, tiempo de caída, anchura positiva, anchura negativa, ciclo de trabajo pista, modos de medición automática verticales horizontales +, -, *, /, FFT, invertido
Proceso de señal de toma de onda		
Rango de voltaje		10 mV a 5v / div @x 1 sonda
Mates		100 mV a 50v / div @x 10 sonda
	Generador programable	
Canal		100V a 50000v / div @x 10000 sonda
Nivel de salida		200 mV a 100v / div @x 20:1
Rango de frecuencia		0-250 kHz
Interfaz		USB 2.0
Poder		no necesita fuente de alimentación adicional
Medición	Tamaño	185*150*127 (mm)
	Peso	0,35 Kg

Datos técnicos del osciloscopio. Cabezas & Moyano, 2016.

Pruebas que se pueden realizar en un vehículo con este osciloscopio:

- Ignición primaria y secundaria, válvula de vacío, ajuste de válvulas, pruebas al arranque y pruebas de aceleración.
- Pruebas para verificar funcionamiento del sensor MAP (sensor de presión absoluta en el múltiple), sensor de cigüeñal, sensor lambda.

- Pruebas CAN (controlador de la red de zona): prueba de datos, prueba de integridad, prueba de señal, prueba de señal.
- Circuito de arranque y encendido.
- Pruebas en señales analógicas.
- Generador programable.
- Generador programable de 8 canales (genera secuencias programables de señal cuadrada).
- Pruebas en señales analógicas de cigüeñal, árbol de levas, etc.

3.6 Metodología Aplicada

La metodología de este proyecto se la ha dividido en tres partes primero se realizará una revisión previa del vehículo para que este en óptimas condiciones a esta parte se la llamará Preanálisis del vehículo, siguiente será la realización de las respectivas pruebas y por último el análisis de las pruebas con los resultados obtenidos.

3.6.1 Preanálisis del vehículo

Esta parte consta de la revisión técnica del vehículo y del acondicionamiento del mismo para las pruebas.

Con el preanálisis podemos determinar en qué condiciones se encuentra el vehículo al cual se le realizan las distintas pruebas detalladas en los objetivos de la investigación.

3.6.2 Revisión técnica del vehículo

La revisión técnica del vehículo se la realiza con el objetivo de comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas y que se encuentre en óptimas condiciones para las pruebas, consiste en:

- Verificar el estado de la batería del vehículo.
- Verificar la banda de accesorios del vehículo.
- Verificar el estado del filtro de aire del vehículo.

- Verificar el estado del filtro de la gasolina.
- Verificar el estado del aceite del motor.
- Verificar el estado del refrigerante.
- Verificar el labrado de las llantas.
- Verificar el estado de las bujías.
- Verificar el estado de los cables de la bujía.
- Verificar la compresión del motor.
- Verificar el estado eléctrico y mecánico del vehículo.
- Verificar que la dirección, suspensión del vehículo esté funcionando correctamente.

En la revisión técnica del vehículo se debe contar con algunos equipos para realizar las verificaciones como son:

Medidor de profundidad de las llantas: para verificar el labrado de las llantas.

Multímetro: utilizado para verificar el estado de los cables de la bujía.

Manómetro: sirve para medir la compresión del motor y determinar si está en funcionamiento óptimo

Escáner: permite verificar que el vehículo no tenga fallas eléctricas ni mecánicas

Densímetro: utilizado para verificar el estado del refrigerante del vehículo.

3.6.3 Acondicionamiento del vehículo

Una vez hecha las respectivas verificaciones de la revisión técnica se deben cambiar las partes que no estén en un correcto funcionamiento y de esta manera realizar las respectivas pruebas y así obtener resultados para un vehículo en óptimas condiciones de funcionamiento.

3.6.4 Realización de las pruebas

Para realizar las pruebas en un vehículo se tienen algunos métodos para la colocación de la gasolina como son:

- **Desmontar el tanque de combustible:** se coloca la primera gasolina para realizar las pruebas con dinamómetro, analizador de gases y escáner, y se procede a desmontar el tanque para limpiarlo y así proceder con el siguiente tipo de gasolina.
- **Fabricación de un nuevo tanque de combustible:** se fabrica un nuevo tanque de combustible con una bomba de gasolina independiente para realizar las pruebas con cada tipo de gasolina sin desmontar el tanque del vehículo.
- **Utilización del canister:** este equipo es comúnmente utilizado para la limpieza de inyectores, en este caso, se lo puede utilizar como tanque externo, se introducen en el recipiente cada tipo de gasolina de manera independiente, se conecta a un compresor de aire que simula la presión de la bomba de combustible, este se conecta directamente al riel de inyección del motor.

Se escoge el método más conveniente para la realización de las pruebas.

El método aplicado en este proyecto es el de la utilización del canister, debido a que es la opción más viable por las siguientes razones:

- Se evita el trabajo de desmontar el tanque.
- Se evita fabricar un tanque externo para colocar las gasolinas.
- Se evita utilizar una bomba de gasolina externa.

3.7 Normas de Seguridad Industrial

Como en toda industria se debe tomar en cuenta las normas, con el objetivo de prevenir y limitar riesgos, así como la protección en contra accidentes que son capaces de causar daños a las personas, bienes o al medio ambiente.

En la elaboración este proyecto de investigación se siguieron algunas normas y protocolos de seguridad, pensando en la protección de las personas involucradas en las pruebas realizadas, a continuación, detallamos las normas.

3.7.1 Normas de seguridad en el dinamómetro

- Mantener el orden y limpieza en todo el lugar de trabajo.
- Las herramientas manuales se colocan y transportan en los carros, paneles, cajas, lugares destinados a este fin se procederá a eliminar de forma inmediata del lugar de trabajo las piezas o materiales sobrantes, las manchas de productos resbaladizos o que puedan contaminar el medio ambiente.
- Objetos o materiales que sobrepasen de 40 kg se deberá utilizar grúas o carros para su elevación y/o transporte.
- Comprobar el correcto estado de las cadenas, así como de los ganchos y pestillos de seguridad antes de proceder a la utilización de los equipos de elevación y transporte.
- Nunca superar la carga máxima del elevador de vehículos y gatos hidráulicos, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Se debe asegurar el vehículo con caballetes mientras este suspendido con gatos hidráulicos.
- Utilizar equipo de protección personal.
- No se debe retirar los protectores, ni se debe anular los sistemas de seguridad de la maquinaria que se esté utilizando.
- Si se realizan trabajos de limpiezas con disolventes se debe utilizar guantes y máscara de protección contra vapores.
- Prohibido fumar al momento de utilizar disolventes, se manipulen piezas o partes de motores que puedan contener restos de combustibles o se trabaje en fosos.
- Utilizar iluminación portátil cuando se trabaje en fosos, esta iluminación debe ser alimentada a tensión de seguridad de 12 o 24 V ósea alimentada a 220 V con transformador de aislamiento.

- Al momento de realizar cualquier levantamiento manual de cargas se debe hacerlo siguiendo los pasos de ergonomía en el levantamiento de peso.
- Una vez concluido el trabajo, se debe colocar los equipos y herramientas en su lugar específico y realizar orden y limpieza.
- Se debe mantener fuera del perímetro del elevador al momento de su descenso.
- Se debe mantenerse fuera de la zona de actuación de la máquina de instalación y extracción de los neumáticos.
- Realizar maniobras con los vehículos a una velocidad prudente debido a que estén personas cercas del perímetro del vehículo y dentro del garaje.
- El dinamómetro trabaja hasta con 5000 rpm.
- Se coloca el carro en el dinamómetro.
- Se posiciona los neumáticos de manera que quede entre los rodillos del dinamómetro.
- Se revisa la banda de rodadura, la clasificación de velocidad y la presión de los neumáticos.
- No se debe exceder los niveles de presión recomendados por el fabricante cuando se realice la comprobación de presión en los neumáticos.
- Se revisa los niveles de refrigerante, aceite, líquido de freno y líquido de embrague.
- Se coloca las correas de sujeción tanto en las llantas delanteras como posteriores para su correcta sujeción del vehículo.
- Se comprueba que las correas de sujeción y la correcta instalación de carrocería del vehículo.
- No se debe accionar los frenos del vehículo mientras se esté realizando la prueba del dinamómetro.

- No accionar el volante del vehículo mientras se esté realizando la prueba en el dinamómetro.
- Ninguna persona puede estar delante o detrás del dinamómetro al momento de realizar las pruebas correspondientes.
- Mantener las manos y pies alejados de las piezas giratorias del dinamómetro.
- Verificar que el diámetro de las ruedas del vehículo sea igual o mayor a rin 13 y que los aros sean de fábrica.
- Verificar que los neumáticos no posean algún material alojado en el labrado.
- Verificar que la temperatura del motor sea la ideal, si no lo es, se debe iniciar con un período de calentamiento del motor para obtener una temperatura adecuada.
- Colocar el sensor óptico de revoluciones en la polea del cigüeñal una vez que el carro se encuentre sujetado.
- Verificar que los neumáticos estén totalmente rectos y apoyados correctamente en los rodillos e ir acelerando el vehículo lentamente hasta llegar a una velocidad de 20 Km/h, mantenerse a esa velocidad por unos 2 minutos para comprobar que todo este correcto.
- Antes de realizar una prueba en el dinamómetro se debe proceder a la aplicación de procesos que posee el software para el registro de potencia y torque
- Después de la inspección respectiva revisión del área del trabajo se debe realizar los siguientes pasos para evitar que el software del equipo pierda comunicación, pueda entrar en choque el sistema, esto causara el fin de la comunicación USB y no se podrán registrar los datos de las pruebas realizadas.
- El computador donde se registren los datos debe tener apagado todos los modos de ahorro de energía de pantalla e hibernación.

3.8 Procedimiento de las Pruebas de Torque y Potencia en el Dinamómetro Paso a Paso

Las pruebas se las realizó en el taller de la Universidad Internacional del Ecuador siguiendo el procedimiento de ensayo de torque y potencia en el dinamómetro:

1. Ingresar el vehículo al taller de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil de la carrera de Ingeniería automotriz.
2. Colocar el vehículo de manera centrada con el eje motriz sobre los rodillos del dinamómetro, con la palanca de cambios en la posición neutral.
3. Realizar las operaciones de ajuste en el sensor óptico y demás sistemas que utiliza el dinamómetro para su correcto funcionamiento.
4. Encender la PC y realizar el proceso de configuración con los datos característicos del vehículo para este proyecto se utilizó el Chevrolet Sail.
5. Se debe fijar el vehículo al dinamómetro, por medio de correas de tensión adecuadas a partes fijas del vehículo. Tener en cuenta que el vehículo debe estar totalmente sujeto.
6. Encender el vehículo para que alcance la temperatura normal de funcionamiento.
7. Seleccionar en la interfaz de la PC del dinamómetro el vehículo a utilizar en la prueba (turismo-vehículo ligero/camión-pesado).
8. Seleccionar la prueba de ensayo para vehículos livianos ciclo Otto.
9. Introducir en la PC los datos técnicos del vehículo como:
 - a) Tipo de motor.
 - b) Sobrealimentación.
 - c) Refrigeración.
 - d) Tipo de caja de transmisión.
 - e) Tipo de accionamiento de tracción (delantero o trasero).

- f) Rango de potencia.
 - g) Velocidad límite del vehículo (tomar en cuenta velocidad máxima de los neumáticos).
 - h) RPM de medición máxima especificado por el fabricante.
 - i) Temperatura del motor ideal especificado por el fabricante.
10. Sincronizar el número de revoluciones de las ruedas del vehículo con los rodillos del dinamómetro.
 11. Verificar en que cambio el vehículo tiene la relación de transmisión 1:1 (marcha directa).
 12. Se inicia la prueba para determinar torque y potencia.

3.9 Pruebas Realizadas con el Analizador de Gases Paso a Paso

1. Se enciende el analizador de gases para iniciar un periodo de calentamiento y estabilización, según indica el fabricante.
2. Limpiar detalladamente la sonda de cualquier tipo de partículas o sustancias para tener un análisis de los gases correcto.
3. Verificar que el vehículo se encuentre en la posición neutro cuando es de transmisión manual o en parqueo cuando es de transmisión automática.
4. Revisar que los accesorios del vehículo (luces, aire acondicionado, etc) estén apagados.
5. Revisar que el sistema de escape del vehículo este en óptimas condiciones de funcionamiento, sin ninguna obstrucción y sin ninguna fuga adicional a las del diseño.
6. Revisar el nivel de aceite con el motor apagado y en posición horizontal, debe estar entre el nivel mínimo y máximo recomendado por el fabricante.

7. Proceder a encender el vehículo y esperar que alcance la temperatura normal de funcionamiento.
8. Una vez que el vehículo se encuentre en la temperatura ideal proceder a introducir la sonda del analizador de gases en el tubo de escape asegurándose que permanezca fijo durante toda la prueba.
9. Proceder a realizar las pruebas e imprimir las lecturas estabilizadas de las emisiones medidas.
10. Es muy importante fijarse cuantas salidas tiene el tubo de escape. Si el vehículo por diseño tiene doble sistema de escape, se debe medir por separado cada salida. Se toma el valor de la mayor lectura registrada.

3.10 Pruebas Realizadas con el Escáner Paso A Paso

1. Localizar en el vehículo el puerto OBD II para conectar el escáner automotriz.
2. Conectar el escáner automotriz al puerto OBD II del vehículo.
3. Encender el escáner y entablar la comunicación con el vehículo.
4. Entrar en el modo de revisión de datos.

3.11 Pruebas Realizadas con Osciloscopio Paso a Paso

1. Antes de iniciar las pruebas con el osciloscopio se debe encender el vehículo y llevarlo a su temperatura adecuada de funcionamiento.
2. Conectar el osciloscopio Hanket 1008c a la PC para poder apreciar las gráficas.
3. Las pruebas se realizan primero con el sensor de oxígeno, se conecta la punta de medida al sensor de oxígeno y con el lagarto negro del osciloscopio se conecta a tierra, es importante conectar a señal de negativo que genera la unidad de control del motor.
4. Se acelera el vehículo a 2500 rpm para tomar los datos fluctuantes del sensor de oxígeno a esas revoluciones.

5. Con el vehículo a ralentí se toman nuevamente los datos fluctuantes del sensor de oxígeno.
6. Se desconecta la punta lógica del sensor de oxígeno y se la conecta en uno de los inyectores.
7. Se acelera el vehículo a 2500 rpm para tomar los datos de pulso de inyección a dichas revoluciones.
8. Con el vehículo a ralentí se toman los datos de pulso de inyección.

3.12 Diagrama de Flujo

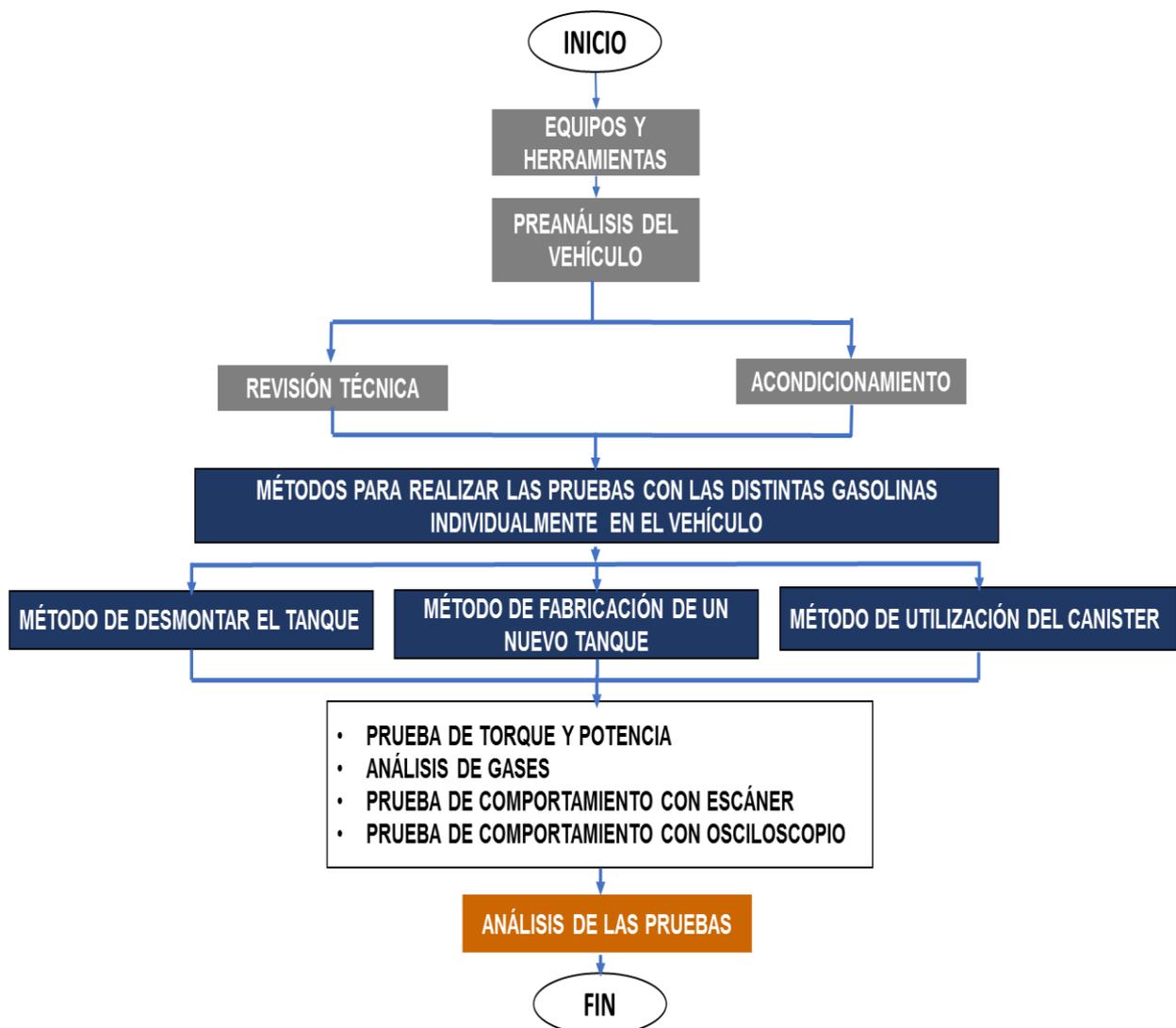


Figura 10. Diagrama de flujo de la metodología general.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Datos del Vehículo

El vehículo que se utilizó en este proyecto es un Chevrolet Sail del año 2018 al cual se le realizaron algunas pruebas técnicas para la recolección de datos, necesarios para el desarrollo de este proyecto de investigación.

En las especificaciones detalladas en las tablas 22 y 23 encontraremos que el fabricante nos muestra valores de potencia y torque establecidos a ciertas revoluciones por minuto, cabe mencionar que dichos valores son obtenidos por la marca bajo otros parámetros distintos a los que tenemos en el momento de realizar este trabajo investigativo.

En la tabla 22 se puede apreciar especificaciones del vehículo Chevrolet Sail, el número de chasis y de motor es muy importante para verificar la procedencia del vehículo.

A continuación, en la siguiente Tabla se detalla la información del vehículo:

Tabla 22

Datos del vehículo Chevrolet Sail

Marca	Chevrolet
Modelo	Sail
Serie de Motor	L2B
Cilindraje	1500 centímetros cúbicos
Año	2018
Nro. Chasis	8LAHD52H4J0394339
Nro. Motor	L2B172853360

Especificaciones del vehículo Chevrolet Sail utilizado en el proyecto. Autor.

En la tabla que se detalla a continuación, se muestran las especificaciones técnicas del vehículo Chevrolet Sail como el número de cilindros del motor, el número de velocidades de la caja de cambios, tipo de freno delantero y posterior, entre otras especificaciones.

Este vehículo que se describe fue objeto de estudio en la presente investigación, por tal razón, se detalla sus especificaciones en la Tabla 23.

Tabla 23
Especificaciones técnicas del Chevrolet Sail.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHEVROLET SAIL	
Dirección	Asistida
Frenos Delanteros	Discos Ventilados
Frenos Traseros	Tambor
Motor	1.5 Dohc
Número De Cilindros	4 en Línea Montaje Transversal
Número De Válvulas	16 válvulas
Potencia	109 a 6000 Rpm
Suspensión Delantera	Independiente
	Mc Pherson
Suspensión Trasera	Eje De Torsión
Torque	141 Nm A 4000 Rpm
Tracción	Delantera
Transmisión	Manual De 5 Velocidades

Especificaciones técnicas del Chevrolet Sail. Chevrolet 2018.

A continuación, se muestran valores especificados de dimensiones y capacidades del vehículo Chevrolet Sail, describiendo alto, ancho, capacidad de combustible, distancia entre ejes, entre otros. Estos valores son tomados en cuenta para verificar que no excedan de los valores permitidos en el uso del dinamómetro.

Tabla 24
Dimensiones y capacidades del Chevrolet Sail.

DIMENSIONES Y CAPACIDADES	
Alto (mm)	1504
Ancho (mm)	1735
Capacidad de combustible (lt)	39
Distancia entre ejes (mm)	2500
Largo (mm)	4300
Peso bruto del vehículo-tara+conductor+carga (Kg)	1485
Peso neto del vehículo-tara (Kg)	1160
Volumen zona de carga (lts)	357

Dimensiones y capacidades del vehículo. Chevrolet 2018.

4.2 Metodología Utilizada en el Proyecto

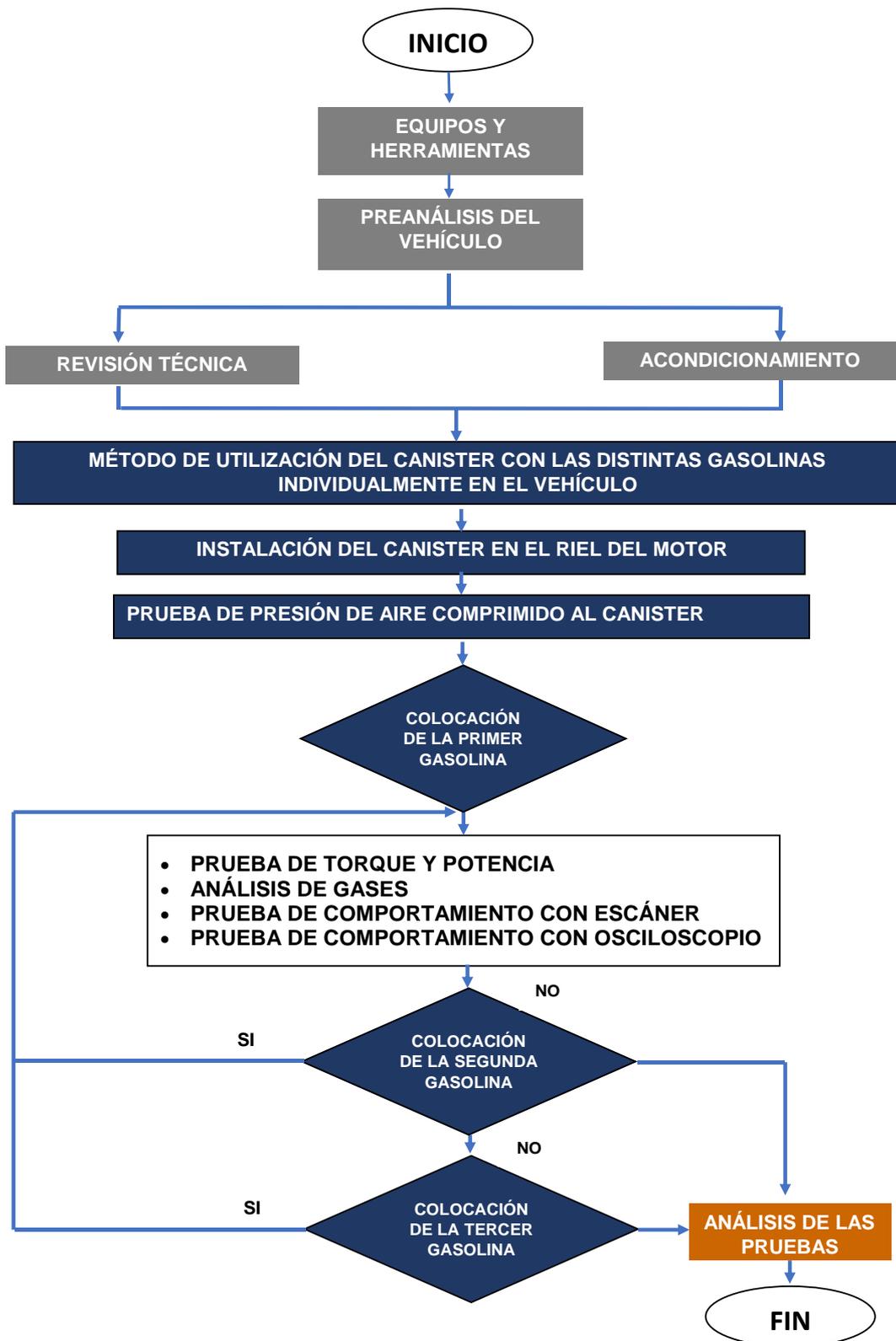


Figura 11. Diagrama de flujo de la metodología utilizada en el proyecto.

4.3 Preanálisis del Vehículo Chevrolet Sail

4.3.1 Revisión técnica del Chevrolet Sail

Se procedió al chequeo del vehículo Chevrolet Sail, verificando el estado de funcionamiento en general, debido a que para obtener datos acertados en las mediciones debemos tener un vehículo en óptimas condiciones.

Tabla 25

Verificación del estado del Chevrolet Sail.

Verificaciones	Estado
Verificar el estado de la batería del vehículo.	Ok
Verificar la banda de accesorios del vehículo.	Ok
Verificar el estado del filtro de aire del vehículo.	Cambiar
Verificar el estado del filtro de la gasolina.	Ok
Verificar el estado del aceite del motor.	Ok
Verificar el estado del refrigerante.	Ok
Verificar el labrado de las llantas.	Ok
Verificar el estado de las bujías.	Cambiar
Verificar el estado de los cables de la bujía.	Ok
Verificar la compresión del motor.	Ok
Verificar el estado eléctrico y mecánico del vehículo.	Ok
Verificar que la dirección, suspensión del vehículo esté funcionando correctamente.	Ok

Verificaciones del estado del vehículo. Autoría propia.

4.3.2 Acondicionamiento del Chevrolet Sail

Las bujías se encontraron desgastadas en la parte del electrodo por lo que se tuvieron que cambiar por unas nuevas.

El filtro de aire se encontraba sucio por lo que se tuvo que cambiar por un nuevo. El cuerpo de aceleración se desmontó para verificar las condiciones, se encontró sucio por lo cual se procedió a realizar la limpieza.



Figura 15 Cuerpo de aceleración del motor del Chevrolet Sail 2018.

4.4 Gasolinas Utilizadas en el Proyecto

- **Gasolina ECOPAÍS:** esta gasolina es comercializada en la zona costa del Ecuador, en este caso, la adquisición fue en la estación de la gasolinera Petroecuador de la ciudad de Guayaquil.



Figura 16. Gasolinera EP Petroecuador Guayaquil.

- **Gasolina EXTRA:** este tipo de gasolina no se la puede conseguir en la provincia del Guayas, por este motivo la adquisición se realizó en el cantón Ventanas provincia de los Ríos.



Figura 17. Gasolinera EP Petroecuador estación Ventanas.

- **Gasolina SUPER:** este tipo de gasolina es comercializada en todas las estaciones de servicio del país, en este caso, la adquisición se la realizo una estación de Petroecuador de la ciudad de Guayaquil.



Figura 18. Gasolinera EP Petroecuador Guayaquil.



Figura 19. Gasolina SUPER, ECOPÍS Y EXTRA.

4.5 Realización de las Pruebas

Las pruebas en el dinamómetro, analizador de gases y con el escáner automotriz se las realizo siguiendo normas estandarizadas, utilizando distintas gasolinas individualmente y aplicando un método efectivo que incluye el apoyo de la herramienta canister.

4.5.1 Pruebas de torque y potencia

Se realizan las pruebas al vehículo Chevrolet Sail con cada tipo de gasolina en el dinamómetro al cual se procedió a configurar para tomar valores de torque y potencia hasta los 6000 rpm. La prueba se la realiza en cuarta marcha debido a que el motor tiene una relación directa con la caja de cambios.

El canister se conecta al riel de inyección del motor, por lo tanto, se desconecta la manguera rígida que suministra gasolina desde el tanque de combustible al riel para en su lugar conectar la maguera con acople del canister. En la caja de fusibles se localiza el relay de la bomba de combustible y se lo desconecta para así cortarle alimentación a dicha bomba y evitar que el combustible se derrame.

El canister se conectó a una línea de aire comprimido para de esta manera darle una presión al combustible y así pueda ser inyectado al motor. En este vehículo Chevrolet Sail la presión que necesitamos fue de 55 psi, medida que se le regula en las perillas de ajuste del canister.

El vehículo encenderá el control de tracción debido a que las ruedas delanteras se deslizan en los rodillos del dinamómetro y las ruedas posteriores se encuentran ajustadas con

las correas de tensión, con lo cual se genera una tensión que hace al vehículo activar sus alarmas de posible patinaje. Se desactiva este sistema presionando el botón que se encuentra en el panel del vehículo, justo en a parte inferior del equipo de sonido.

Las pruebas en el dinamómetro fueron utilizando primeramente gasolina Ecopaís, seguidamente de la gasolina Extra y por último se realizaron utilizando gasolina Super.



Figura 20. Canister, Manguera, canister conectado al riel del motor, desconexión del relay de la bomba de combustible.

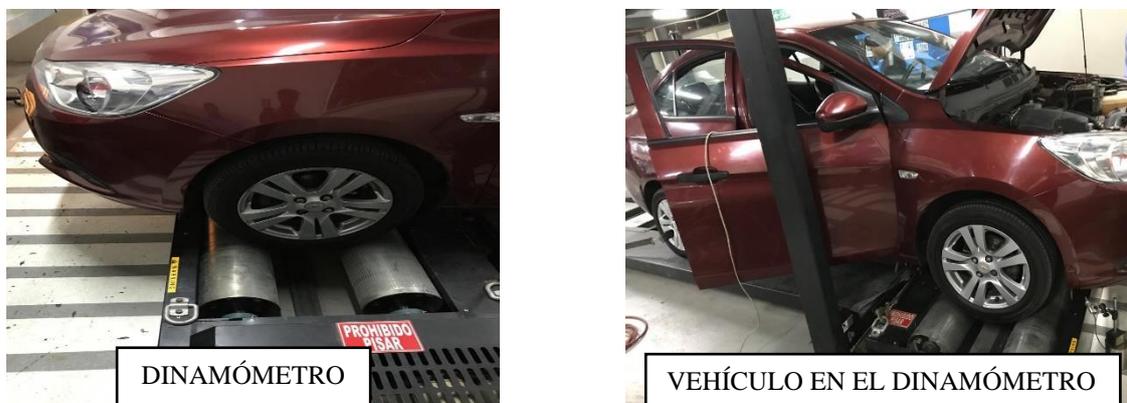


Figura 21. Dinamómetro, Vehículo en él dinamómetro.

- **Pruebas con gasolina ECOPAÍS**

Tabla 26

Resultados de las pruebas de torque y potencia en el dinamómetro con gasolina ECOPAÍS.

COMBUSTIBLE	POTENCIA (HP)	TORQUE (lb*ft)	RPM
ECOPAÍS	82,3	92,4	6000

Resultados de la potencia y torque. Autoría propia.

En las tablas 27 se detallan los valores de potencia y torque obtenido en el transcurso de la prueba, utilizando la gasolina ecopaís:

Tabla 27

Resultados de la prueba de potencia y torque con gasolina ecopaís.

Velocidad (mph)	Potencia (HP)	Torque(lb*ft)
34	30,9	75,4
35	32,7	77,6
36	34,4	79,3
37	35,9	80,7
38	37,4	81,7
39	38,7	82,5
40	40	83,1
41	41,2	83,5
42	42,3	83,7
43	43,4	83,8
44	44,5	84,1
45	45,8	84,5
46	47	85
47	48,4	85,5
48	49,8	86,2
49	51,3	86,9
50	52,7	87,6
52	55,7	89
53	57,2	89,6
54	58,7	90,3
55	60,2	90,8
56	61,7	91,3
57	63,1	91,8
58	64,4	92,1
59	65,7	92,3
60	66,8	92,4
61	67,8	92,2
62	68,6	91,8
63	69,2	91,2
64	69,8	90,5
78	76,7	81,8
79	77,9	82
80	79	82,2
81	80,2	82,3
82	81,3	82,4
83	82,3	82,9

Muestra los resultados de la prueba de potencia y torque. Autoría propia.

Se muestran las gráficas tanto de potencia como de torque:

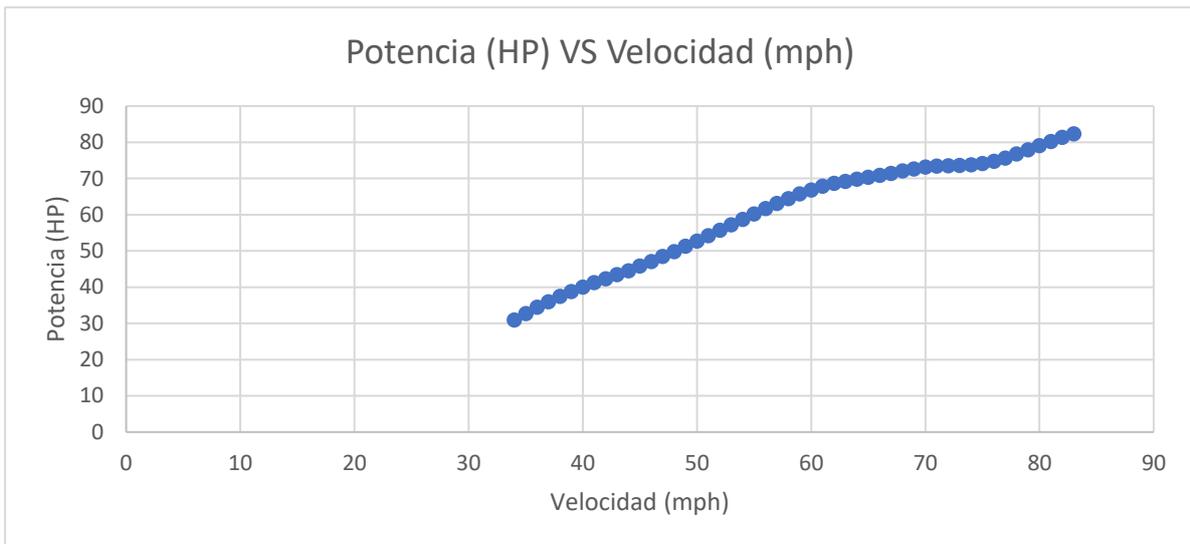


Figura 22. Gráfica de Potencia & Torque VS Velocidad con gasolina ECOPAÍS.

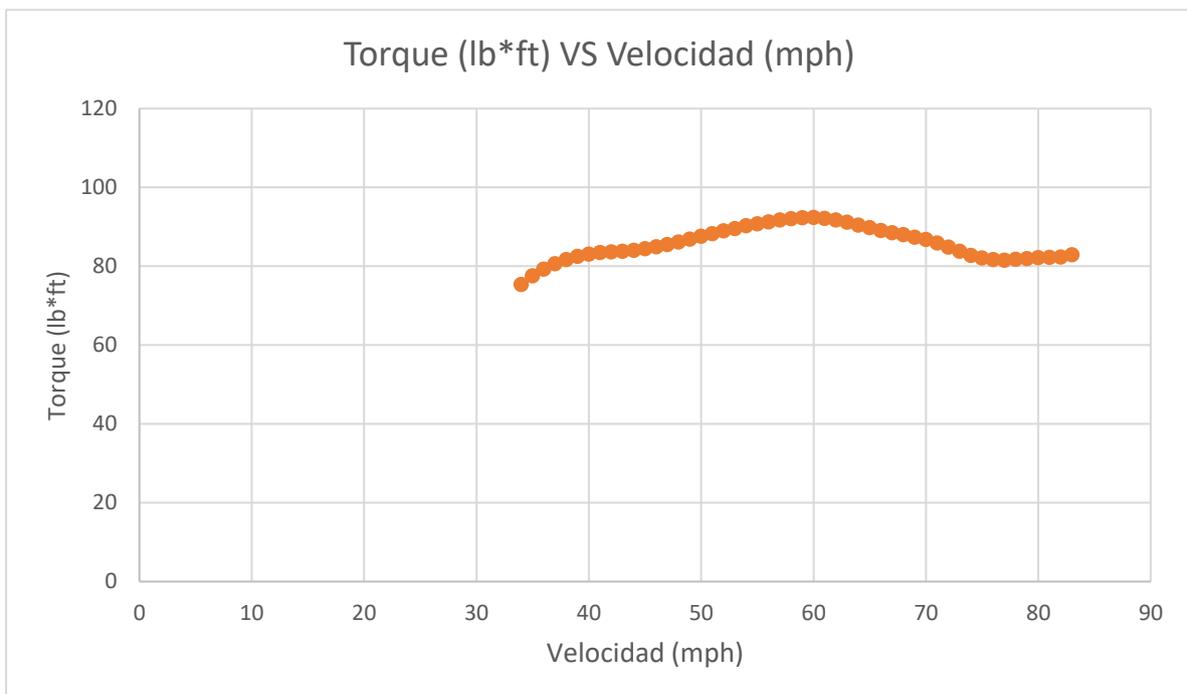


Figura 23. Gráfica Torque VS Velocidad con gasolina ECOPAÍS.

- **Pruebas con gasolina EXTRA**

Tabla 28

Resultados de las pruebas del mayor torque y potencia en el dinamómetro con gasolina EXTRA.

COMBUSTIBLE	POTENCIA (HP)	TORQUE	RPM
EXTRA	85,70	94,6	6000

Muestra los resultados de la prueba en el dinamómetro con la gasolina extra. Autoría propia.

En las tablas 29 se detallan los valores de potencia y torque obtenido en el transcurso de la prueba, utilizando la gasolina extra:

Tabla 29

Resultado de la prueba de potencia y torque con gasolina EXTRA.

Velocidad (mph)	Potencia (HP)	Torque(lb*ft)
40	40,3	83,7
41	41,6	84,4
42	42,8	84,8
43	44	85,1
44	45,1	85,3
45	46,3	85,6
46	47,5	85,9
47	48,8	86,3
48	50,2	86,9
49	51,7	87,7
50	53,3	88,7
51	55,1	89,8
52	56,9	90,9
53	58,7	91,9
54	60,4	92,9
55	62	93,6
56	63,5	94,2
57	64,9	94,5
58	66,1	94,6
59	67,2	94,6
60	68,3	94,5
61	69,3	94,4
62	70,4	94,3
63	71,4	94,1
64	72,4	94
65	73,4	93,8
66	74,3	93,6
67	75,1	93,2
68	75,9	92,7
69	76,5	92,1
70	77,1	91,5
71	77,7	90,9
72	78,2	90,3
73	78,8	89,7
74	79,3	89,1
75	79,9	88,6
76	80,5	88,1

Muestra los resultados de la prueba de potencia y torque. Autoría propia.

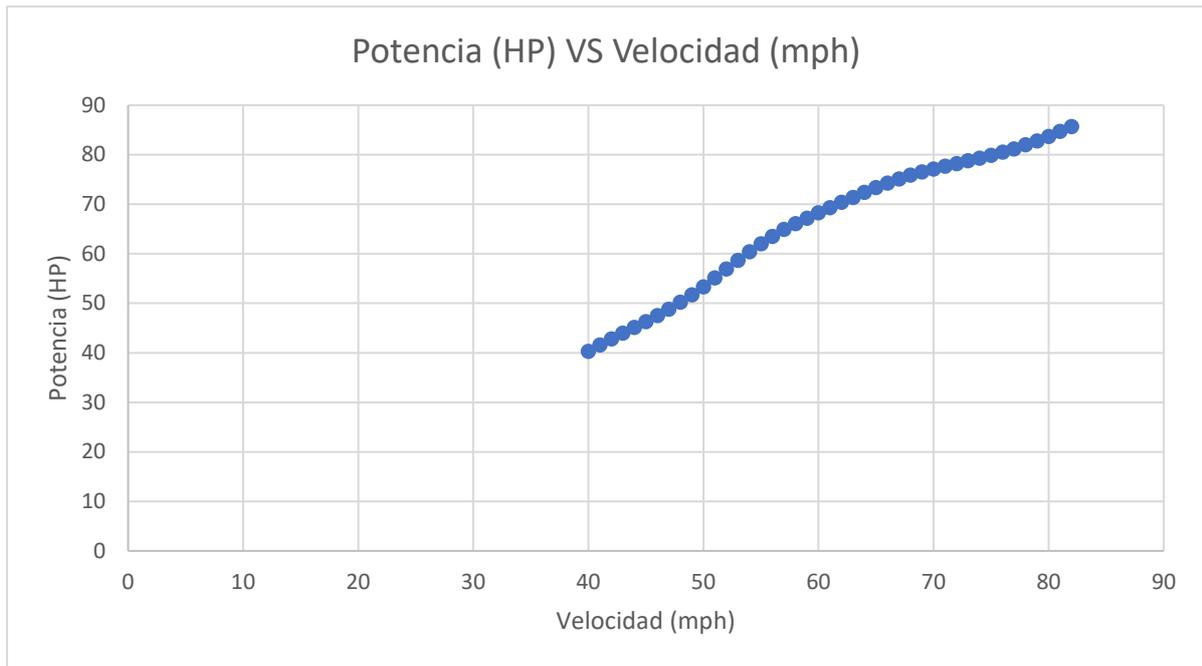


Figura 24 Gráfica de Potencia VS Velocidad con gasolina EXTRA.

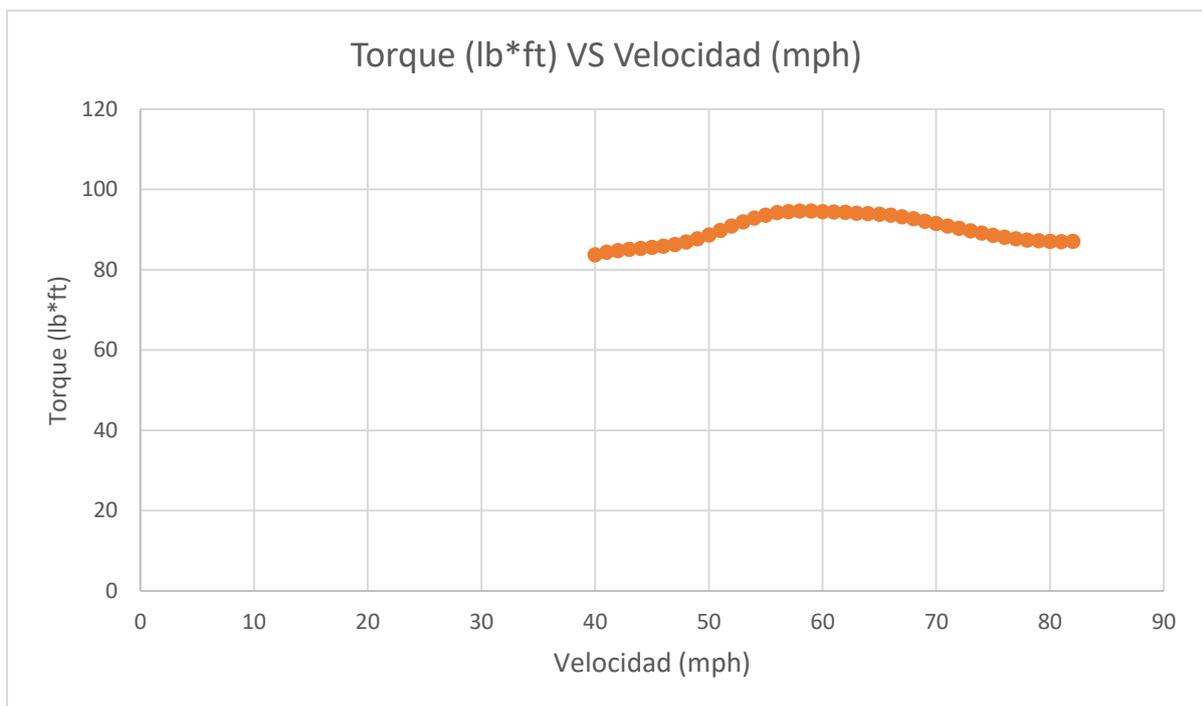


Figura 25. Gráfica de Torque VS Velocidad con gasolina EXTRA.

- **Pruebas con gasolina SUPER**

Tabla 30

Resultados de las pruebas de mayor torque y potencia en el dinamómetro con gasolina SUPER.

COMBUSTIBLE	POTENCIA (HP)	TORQUE	RPM
SUPER	87,9	97,8	6000

Resultados de la prueba realizada en el dinamómetro con gasolina super. Autoría propia.

En las tablas 31 y 32 se detallan los valores de potencia y torque obtenido en el transcurso de la prueba, utilizando la gasolina super:

Tabla 31

Resultados de la prueba de potencia con gasolina SUPER.

Velocidad (mph)	Potencia (HP)	Torque(lb*ft)
37	37,7	84,2
38	39	85,2
39	40,3	85,7
40	41,4	86
41	42,5	86,1
42	43,5	86,1
43	44,6	86,2
44	45,7	86,3
45	46,8	86,5
46	48,1	86,9
47	49,6	87,7
48	51,3	88,7
49	53,1	89,9
50	54,9	91,2
51	56,8	92,5
52	58,7	93,7
53	60,5	94,7
54	62,2	95,6
55	63,8	96,3
56	65,4	96,9
57	66,9	97,3
58	68,3	97,7
59	69,6	97,8
60	70,7	97,7
61	71,6	97,4
62	72,4	96,9
63	73	96,2
64	73,6	95,4
65	74,1	94,6
66	74,6	93,8
67	75,3	93,2
68	75,9	92,7
69	76,7	92,3
70	77,4	91,8

Muestra la prueba de potencia y torque. Autoría propia.

Tabla 32
Resultados de la prueba de potencia con gasolina SUPER.

Velocidad (mph)	Potencia (HP)	Torque(lb*ft)
70	77,4	91,8
71	78	91,3
72	78,6	90,7
73	79,2	90,1
74	79,7	89,4
75	80,2	88,9
76	80,8	88,3
77	81,5	87,9
78	82,2	87,6
79	83,1	87,4
80	84	87,3
81	84,9	87,2
82	85,9	87,1
83	86,8	87
84	87,8	87,5

Muestra la prueba con mayor potencia y torque. Autoría propia.

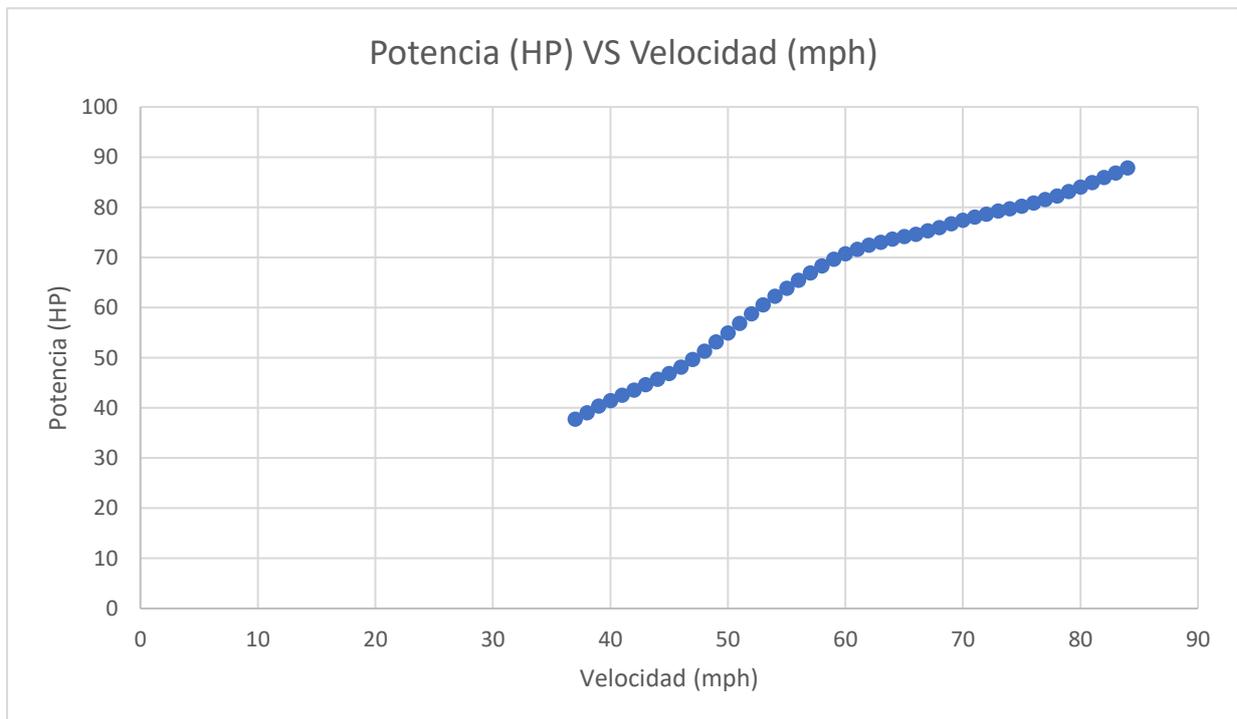


Figura 26. Gráfica de Potencia VS Velocidad con gasolina SUPER.

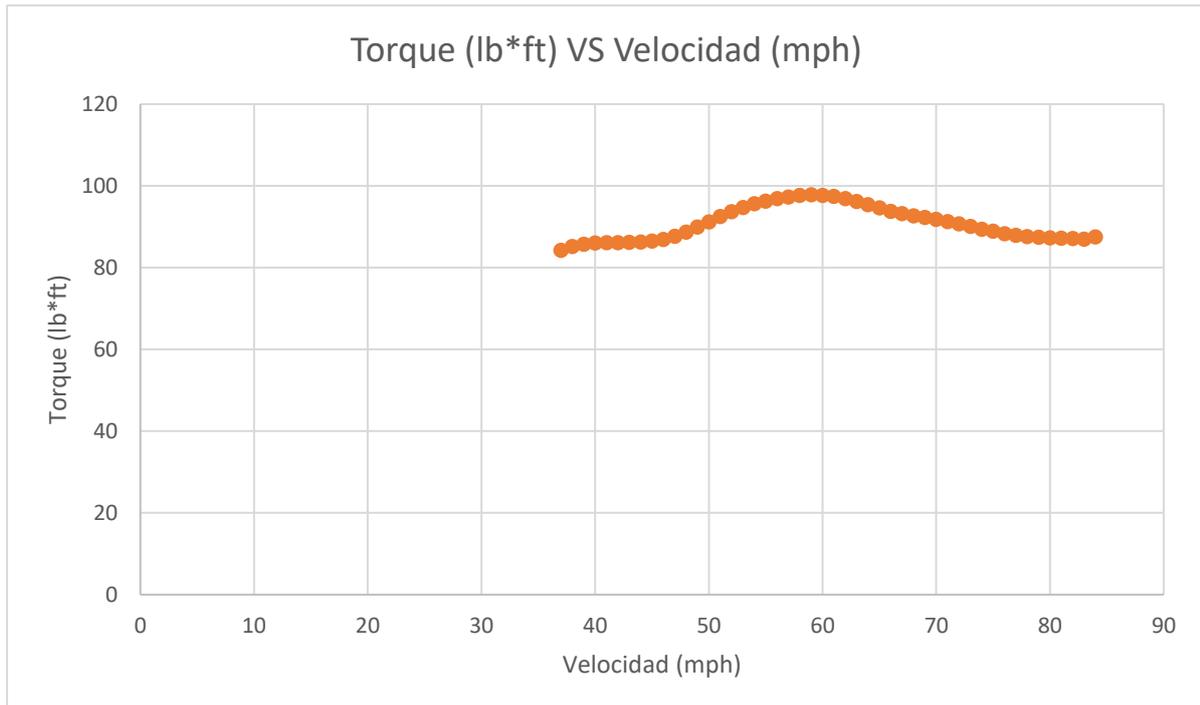


Figura 27 Gráfica de Torque VS Velocidad con gasolina SUPER.

4.5.2 Análisis de los resultados de la prueba con dinamómetro

Se muestra la gráfica comparativa de potencia:

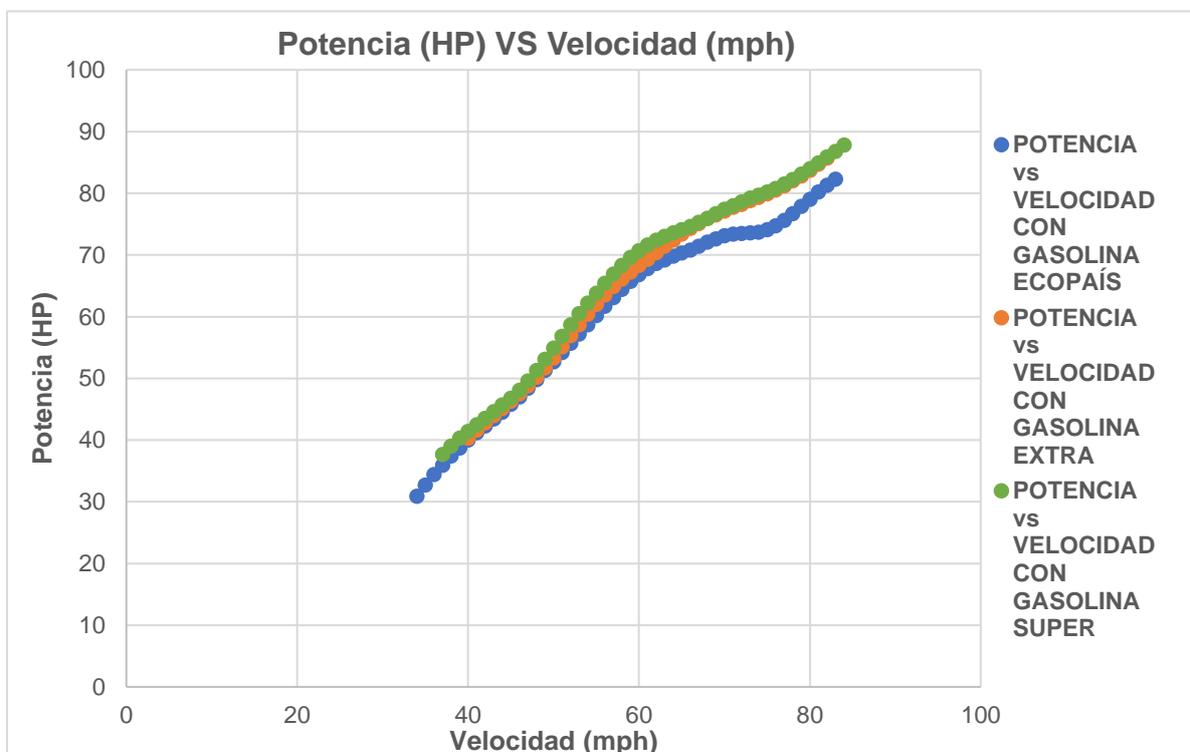


Figura 28. Gráfica de Potencia VS Velocidad de las 3 gasolinas.

Al realizar las pruebas en el dinamómetro los resultados de medir potencia y toque con la gasolina ecopaís obtuvimos una potencia máxima de 82,3 HP a los 5217 rpm.

Realizando el cambio de gasolina en el botellón del canister, llenando con gasolina extra y esperando unos considerables 15 minutos para que la gasolina anterior sea totalmente vaciada del riel de inyección a la cámara de combustión.

Una vez transcurrido el tiempo de espera se comenzaron a tomar los valores de torque y potencia con la gasolina extra, con resultados de potencia máxima de 85,7 HP a los 5165 rpm.

Llenando la gasolina super en el botellón del canister y esperando el tiempo debido se procedió a tomar los valores, obteniendo una potencia máxima de 87,8 HP a los 5273 rpm.

Se muestra la gráfica comparativa de potencia:

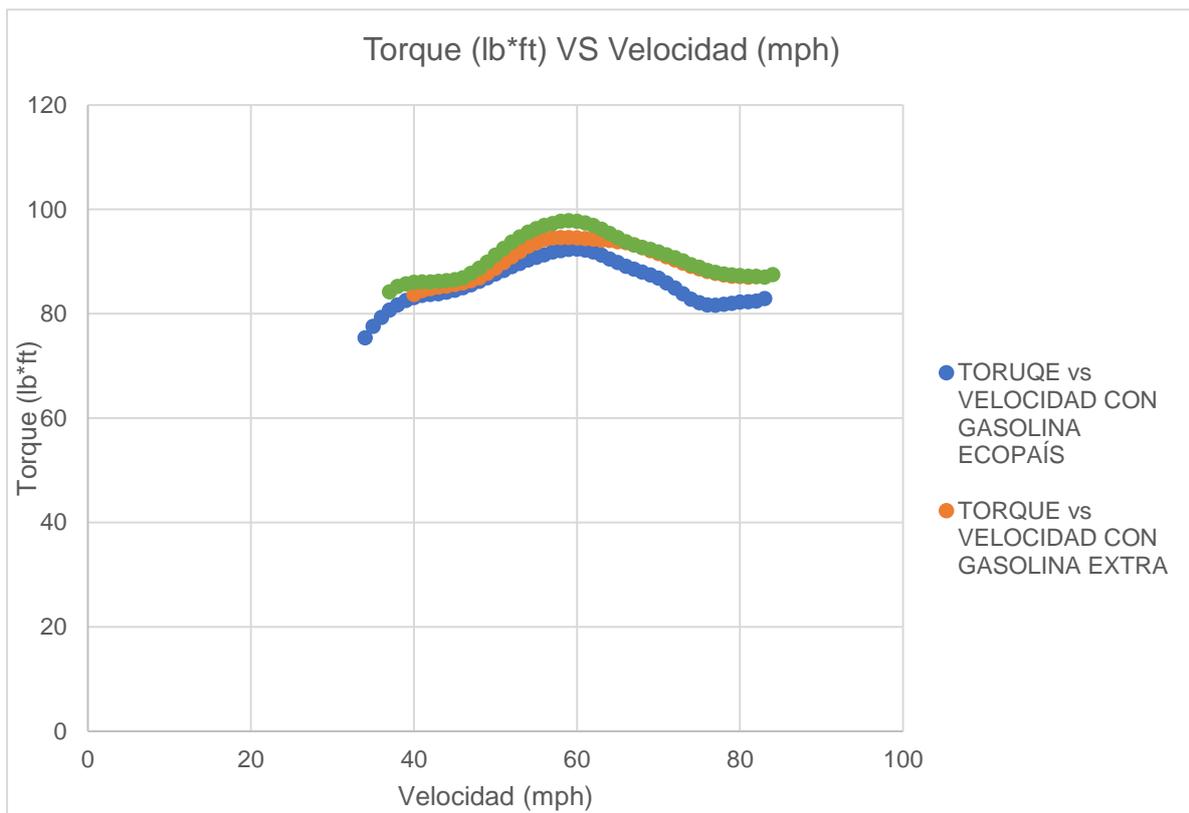


Figura 29 Gráfica de Torque VS Velocidad de las 3 gasolinas.

Como se puede apreciar en la gráfica el vehículo al utilizar la gasolina ecopaís alcanzo un torque máximo de 92,4 ft.lbs a los 3861 rpm, mientras que al utilizar gasolina extra alcanzo un torque máximo de 94,6 ft.lbs a los 4047 rpm y utilizando la gasolina super alcanzo un torque máximo de 97,8 ft.lbs a los 3863 rpm.

4.6 Pruebas con el Analizador de Gases

Para esta prueba se utilizó el analizador de gases MGT5, la conexión del analizador se lo realiza con una sonda.

Para estas pruebas también se utilizaron los tres tipos de gasolina individualmente, para lograr una manera sencilla de realizar el cambio de gasolina y que no se mezclen se utilizó el mencionado método del canister, introduciendo las gasolinas en el botellón de esta herramienta y cambiando de sustancia cuando sea necesario.

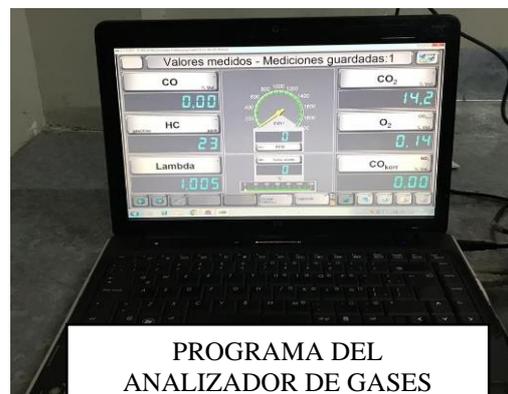


Figura 30 Analizador de gases, Sonda y Programa del analizador de gases.

- **Pruebas con gasolina ECOPAÍS**

Tabla 33

Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina ECOPAÍS.

PRUEBA CON GASOLINA ECOPAÍS			
GAS	PRIMERA MEDICION 2500 RPM	SEGUNDA MEDICION RALENTÍ	UNIDADES
CO	0,00	0,00	% Vol.
CO ₂	14,20	13,90	% Vol.
CO _{corr}	0,00	0,00	% Vol.
HC	26,00	11	ppm
O ₂	0,14	0,56	% Vol.
NO _x	---	---	ppm
Lambda	1,005	1,027	

Muestra los resultados de las pruebas con el analizador de gases con la gasolina ECOPAÍS. Autoría propia.

- **Pruebas con gasolina EXTRA**

Tabla 34

Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina EXTRA.

PRUEBA CON GASOLINA EXTRA			
GAS	PRIMERA MEDICION 2500 RPM	SEGUNDA MEDICION RALENTÍ	UNIDADES
CO	0,1	0,1	% Vol.
CO ₂	14,3	13,8	% Vol.
CO _{corr}	0,2	0,1	% Vol.
HC	48,0	31,0	ppm
O ₂	0,2	0,8	% Vol.
NO _x	---	---	ppm
Lambda	1,002	1,034	

Muestra los resultados del analizador de gases con gasolina EXTRA. Autoría propia.

- **Pruebas con gasolina SUPER**

Tabla 35

Resultados de las pruebas con el analizador de gases con gasolina SUPER.

PRUEBA CON GASOLINA SUPER			
GAS	PRIMERA MEDICION 2500 RPM	SEGUNDA MEDICION RALENTÍ	UNIDADES
CO	0,08	0,07	% Vol.
CO ₂	14,40	14,10	% Vol.
CO _{corr}	0,08	0,07	% Vol.
HC	26,00	23,00	ppm
O ₂	0,13	0,67	% Vol.
NO _x	---	---	ppm
Lambda	1,002	1,030	

Resultados del analizador de gases con la gasolina SUPER. Autoría propia.

4.6.1 Análisis de los resultados de la prueba análisis de gases

Tabla 36

Parámetros para las emisiones de gases.

PARAMETRÓS PARA EMISIONES DE GASES				
AÑO	HC EN PPM	CO EN %	C2 EN %	TIPO DE FLTA
DEL 2000 EN ADELANTE X>=2000	0<=X<250	0<=X<1.2	0<=X<3	OK
	250<=X<350	1.2<=X<1.7	3<=X<4	1
	350<=X<=400	1.7<=X<2	4<=X<7	2
	X>400	X>2	X>7	3
DE 1990 A 1999 1990<=X<=1999	0<=X<700	0<=X<4.5	0<=X<3	OK
	700<=X<800	4.5<=X<6	3<=X<4	1
	800<=X<=850	6<=X<6.5	4<=X<7	2
	X>850	X>6.5	X>7	3
DE 1989 Y ANTERIORES X<=1989	0<=X<1200	0<=X<6	0<=X<3	OK
	1200<=X<1350	6<=X<7.5	3<=X<4	1
	1350<=X<=1450	7.5<=X<8	4<=X<7	2
	X>1450	X>8	X>7	3

Parámetros para la emisión de gases. INEN,2002.

En la tabla 36 podemos observar la explicación de la sección tipo de falta de la tabla 37, cuando se detalla la palabra OK (no se tiene problemas), el número 1 (aceptable), el número 2 (deficiente) y el número 3 (grave) en cuanto a las emisiones del vehículo.

Tabla 37

Tipos de falta de los parámetros de emisiones de gases.

	SIN PROBLEMAS	OK
TIPO DE FALTA	ACEPTABLE	1
	DEFICIENTE	2
	GRAVE	3

Muestra los tipos de falta de los parámetros para la emisión de gases. INEN,2002.

Tabla 38

Velocidad del motor a la cual se realizan las pruebas de emisión de gases.

VELOCIDAD DEL MOTOR	
BAJAS	X<1100
ALTAS	X=2500 +/-50

Muestra la velocidad del motor a la cual se realizan las pruebas de la emisión de gases. INEN,2002.

Analizando los datos mostrados en el analizador de gases al utilizar las gasolinas ecopaís, extra y super en un vehículo Chevrolet Sail. Se puede evidenciar que en todos los casos el vehículo esta entre los rangos permitidos de emisiones contaminantes.

Cabe mencionar que el vehículo analizado se encontraba en óptimas condiciones de trabajo, realizado mantenimiento previo a las pruebas.

En la tabla 39 y 40 se muestra la comparación de los gases emitidos por el vehículo a 2500 rpm y a ralentí, cuyos datos fueron obtenidos en el analizador de gases.

Al observar las tablas podemos darnos cuenta, que el vehículo al utilizar la gasolina ecopais emite unos gases de menor impacto medio ambiental que al utilizar las otras dos gasolinas.

Tabla 39

Comparación de los gases emitidos por el vehículo a 2500 rpm utilizando las distintas gasolinas.

GAS	PRUEBA CON GASOLINA ECOPAÍS A 2500 RPM	PRUEBA CON GASOLINA EXTRA A 2500 RPM	PRUEBA CON GASOLINA SUPER A 2500 RPM	UNIDADES
CO	0,00	0,1	0,08	% Vol.
CO ₂	14,20	14,3	14,40	% Vol.
CO _{corr}	0,00	0,2	0,08	% Vol.
HC	26,00	48,0	26,00	ppm
O ₂	0,14	0,2	0,13	% Vol.
NO _x	---	---	---	ppm
Lambda	1,005	1,002	1,002	

Resultados comparativos de los gases emitidos por el vehículo con las distintas gasolinas. Autoría propia.

Tabla 40

Comparación de los gases emitidos por el vehículo a ralentí utilizando las distintas gasolinas.

GAS	PRUEBA CON GASOLINA ECOPAÍS A RALENTÍ	PRUEBA CON GASOLINA EXTRA A RALENTÍ	PRUEBA CON GASOLINA SUPER A RALENTÍ	UNIDADES
CO	0,00	0,1	0,07	% Vol.
CO ₂	13,90	13,8	14,10	% Vol.
CO _{corr}	0,00	0,1	0,07	% Vol.
HC	11	31,0	23,00	ppm
O ₂	0,56	0,8	0,67	% Vol.
NO _x	---	---	---	ppm
Lambda	1,027	1,034	1,030	

Resultados comparativos de los gases emitidos por el vehículo con las distintas gasolinas. Autoría propia.

4.7 Pruebas con el Escáner

Con el escáner automotriz original GM se procedió a revisar datos del motor en general, para tener en cuenta en que parámetros se encontraba el motor.

El interfaz original nos muestra datos más certeros sobre el comportamiento del motor, con datos en vivo de varios factores que influyen en el funcionamiento del motor.

Principalmente se escaneo el vehículo para revisar en qué condiciones se encuentra el motor y si presenta algún código de falla.

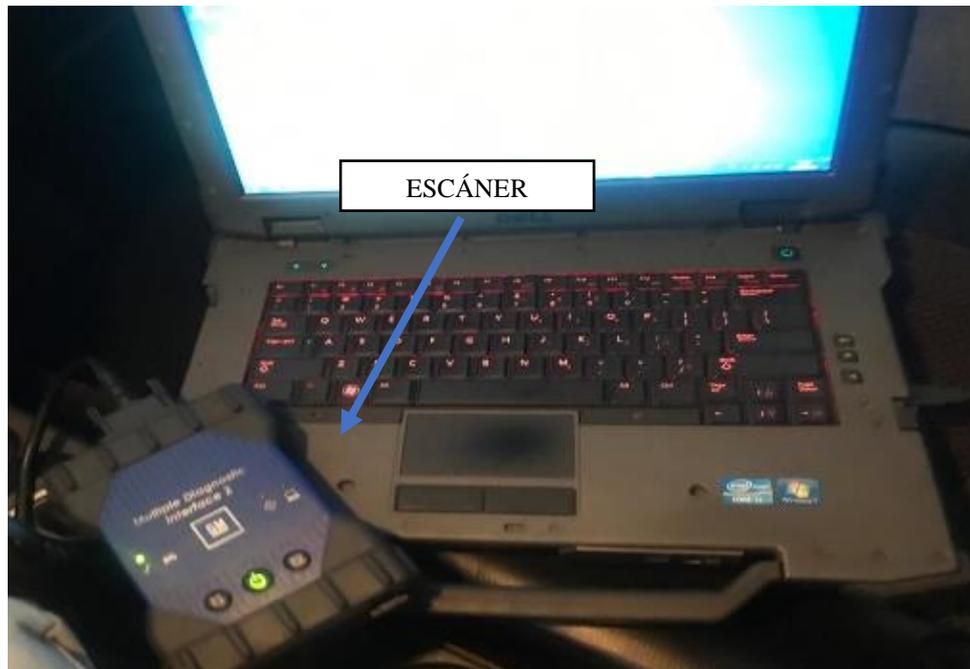


Figura 31 Escáner y Pantalla de datos que muestra el escanear.

- **Pruebas con gasolina ECOPAÍS.**

Tabla 41

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina ECOPAÍS a ralentí.

PRUEBA CON GASOLINA ECOPAÍS A RALENTÍ	
Sensor ECT	92 °C
Carga del motor	19%
Tiempo de apagado del motor	217 s
Tiempo de ejecución del motor	00:18:17 hh:mm:ss
Velocidad del motor	748 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	10%
Ahorro de combustible	0,0 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Aceptar
HO ₂ S 1	30080 mV
HO ₂ S 2	186875 mV
Sensor IAT	36 °C
Regulación de ignición	1,5 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,57 ms
Sensor MAP	32 kPa
Posición del acelerador	2,7 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina ECOPAÍS a ralentí. Autoría propia.

Tabla 42

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina ECOPAÍS a 2500 rpm.

PRUEBA CON GASOLINA ECOPAÍS A 2500 rpm	
Sensor ECT	92 °C
Carga del motor	15%
Tiempo de apagado del motor	217 s
Tiempo de ejecución del motor	00:22:38 hh:mm:ss
Velocidad del motor	2535 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	0%
Ahorro de combustible	1,5 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Aceptar
HO ₂ S 1	183675 mV
HO ₂ S 2	177915 mV
Sensor IAT	36 °C
Regulación de ignición	41,0 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,05 ms
Sensor MAP	25 kPa
Posición del acelerador	12,8 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina ECOPAÍS a 2500 rpm. Autoría propia.

- **Pruebas con gasolina EXTRA**

Tabla 43

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina EXTRA a ralentí.

PRUEBA CON GASOLINA EXTRA A RALENTÍ 750 rpm	
Sensor ECT	96 °C
Carga del motor	19%
Tiempo de apagado del motor	568 s
Tiempo de ejecución del motor	00:16:48 hh:mm:ss
Velocidad del motor	737 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	10%
Ahorro de combustible	0,0 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Falló
HO ₂ S 1	27515 mV
HO ₂ S 2	180475 mV
Sensor IAT	35 °C
Regulación de ignición	2,0 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,52 ms
Sensor MAP	31 kPa
Posición del acelerador	2,5 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina EXTRA a ralentí. Autoría propia.

Tabla 44

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina EXTRA a 2500 rpm.

PRUEBA CON GASOLINA EXTRA A 2500 rpm	
Sensor ECT	98 °C
Carga del motor	14%
Tiempo de apagado del motor	568 s
Tiempo de ejecución del motor	00:19:09 hh:mm:ss
Velocidad del motor	2583 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	0%
Ahorro de combustible	1,5 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Falló
HO ₂ S 1	175970 mV
HO ₂ S 2	175355 mV
Sensor IAT	35 °C
Regulación de ignición	41,0 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,05 ms
Sensor MAP	25 kPa
Posición del acelerador	13,0 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina EXTRA a 2500 rpm. Autoría propia.

- **Pruebas con gasolina SUPER.**

Tabla 45

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina SUPER a ralentí.

PRUEBA CON GASOLINA SUPER A RALENTÍ 750 rpm	
Sensor ECT	96 °C
Carga del motor	19%
Tiempo de apagado del motor	201 s
Tiempo de ejecución del motor	00:05:59 hh:mm:ss
Velocidad del motor	746 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	0%
Ahorro de combustible	0,0 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Falló
HO ₂ S 1	27525 mV
HO ₂ S 2	157435 mV
Sensor IAT	34 °C
Regulación de ignición	2,0 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,52 ms
Sensor MAP	32 kPa
Posición del acelerador	2,6 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina SUPER a ralentí. Autoría propia.

Tabla 46

Resultados de las pruebas con el escáner con gasolina SUPER a 2500 rpm.

PRUEBA CON GASOLINA SUPER A 2500 rpm	
Sensor ECT	98 °C
Carga del motor	14%
Tiempo de apagado del motor	201 s
Tiempo de ejecución del motor	00:07:41 hh:mm:ss
Velocidad del motor	2488 rpm
Comando de válvula solenoide de purga de EVAP	12%
Ahorro de combustible	1,0 L/h
Estado de prueba de alto voltaje de circuito de control de relevador de bomba de combustible	Falló
HO ₂ S 1	18555 mV
HO ₂ S 2	177915 mV
Sensor IAT	34 °C
Regulación de ignición	41,0 °
Ciclo de trabajo del inyector	2,07 ms
Sensor MAP	25 kPa
Posición del acelerador	12,0 %

Muestra los resultados del escáner con la gasolina SUPER a 2500 rpm. Autoría propia.

4.7.1 Análisis de los resultados de las pruebas con el ESCANER

Realizando un chequeo previo de códigos de falla del motor y analizando los parámetros observados en tiempo real, se pudo verificar que el vehículo se encontraba en óptimas condiciones de funcionamiento.

Los datos más relevantes que podemos observar son: la temperatura del motor, temperatura del aire de entrada al motor, la carga del motor, la velocidad del motor, voltaje de los sensores de oxígeno, regulación de ignición y ciclo de trabajo del inyector.

Al analizar los valores que nos da el escáner, observamos como fluctúan constantemente, por la razón principal de que en cada instante los valores externos que influyen en el funcionamiento del motor varían, al igual que las condiciones internas del motor, la computadora siempre pasara modificando los pulsos de inyección buscando una combustión idónea, por lo tanto, todos los parámetros eléctricos del motor varían.

En la figura 32 podemos apreciar el osciloscopio utilizado en las pruebas y la manera de conexión entre dicho osciloscopio y uno de los inyectores.

4.8 Prueba con Osciloscopio



Figura 32. Osciloscopio y conexión al inyector y sensor de oxígeno.

4.8.1 Análisis de los resultados de las pruebas con el osciloscopio

Al osciloscopio se lo calibro para que nos mida en cuadrículas de 1000 mV y a un tiempo de 2,00s.

Al conectar el osciloscopio a la señal del sensor de oxígeno que esta antes del catalizador podemos observar en la Figura 33 la oscilación normal que desempeña al enviar las señales a la unidad de control.

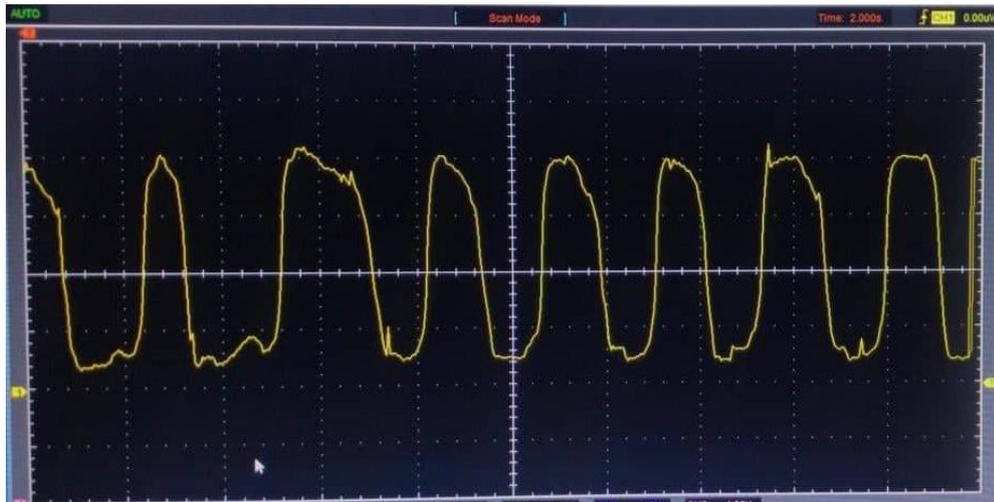


Figura 33. Gráfica de la señal del sensor de oxígeno.

Lo que nos muestra el osciloscopio son: voltaje de pico a pico, voltaje mínimo, frecuencia, periodo.

El osciloscopio muestra los siguientes datos que están dentro de los parámetros normales de funcionamiento. Voltaje de pico a pico: 3500 mV, Frecuencia de 284,1 mHz, Periodo de 3,52 s. Cabe mencionar que para obtener estos valores se lo realiza en un tiempo determinado.

Al realizar la medición con cada una de las gasolinas, los valores que muestra el osciloscopio fluctúan bajo los mismos rangos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las pruebas realizadas en el dinamómetro con el vehículo Chevrolet Sail motor 1500 centímetros cúbicos, utilizando individualmente las distintas gasolinas comercializadas en Ecuador, reflejaron como resultado principal que el vehículo al utilizar la gasolina super obtuvo la mayor potencia, seguido de la gasolina extra y por último la gasolina ecopaís. Al analizar estos datos podemos concluir que la gasolina super al tener un mayor número de octanos que las demás gasolinas ofrece mayores prestaciones para el motor. Se debe tomar en cuenta que las pruebas con el dinamómetro se realizaron bajo parámetros normalizados.
- Las pruebas realizadas en el dinamómetro nos muestran resultados de potencia y datos de torque. El vehículo al utilizar la gasolina super mostro un torque superior, seguido de la gasolina extra y por último la gasolina ecopaís. Al analizar los datos obtenidos podemos concluir que la gasolina super nos ofrece mejores prestaciones, para que el motor pueda tener una mayor fuerza.
- El estudio realizado muestra que la gasolina ecopaís al ser utilizada en el vehículo resulta ser una sustancia amigable con el medio ambiente, debido a que los resultados obtenidos por el analizador de gases muestran valores de emisiones bajos comparados con la gasolina extra y super. Bajo los mismos parámetros la gasolina super muestra ser una sustancia menos contaminante que la gasolina extra.
- Se realizo un estudio del comportamiento de los sensores del vehículo Chevrolet Sail al utilizar las distintas gasolinas de manera individual. Aplicando herramientas de diagnóstico como el escáner automotriz de la marca General Motors (GM) y un osciloscopio. Analizando el comportamiento de la mayor parte de los sensores se puede

concluir que los parámetros mostrados por el escáner y al visualizar las señales con el osciloscopio muestran fluctuaciones constantemente, esto se debe a que la computadora del vehículo trabaja en constante búsqueda de la mezcla ideal (aire/combustible), por esta razón no encontraremos parámetros fijos de cada uno de los sensores.

- En el estudio del comportamiento de los sensores cabe mencionar que los parámetros que más interesan son las señales del sensor de oxígeno y los pulsos de inyección, debido a que son los actuadores que están relacionados de manera directa con el tipo de gasolina que se utilice para llevar a cabo la combustión en el motor. La unidad de control del motor es quien dirige la cantidad de gasolina que se debe inyectar a la cámara de combustión y lo realiza analizando varios parámetros, al variar constantemente la cantidad de gasolina a inyectar variará las señales que envía el sensor de oxígeno a la unidad de control. Al realizar esta prueba se dieron resultados fluctuantes entre estas dos señales sin importar que gasolina se utilice, los rangos varían bajo las mismas circunstancias, por esta razón no existe una comparación de variaciones entre los sensores mencionados al utilizar una gasolina u otra.
- Al analizar las distintas pruebas que se realizaron al vehículo, podemos concluir que las gasolinas al tener distintas propiedades una de otra, repercuten en el funcionamiento del motor de tal manera que llegan a modificar los resultados de potencia, torque y emisiones contaminantes.

5.2 Recomendaciones

- Calibrar de manera adecuada los equipos y utilizarlos siguiendo la normativa relacionada con cada uno de ellos.
- Al realizar las pruebas seguir los protocolos de seguridad especificados en cada normativa para utilizar los equipos de manera segura.
- Realizar una revisión general del vehículo utilizando el escáner automotriz para descartar una falla en los sistemas que ocasionen variación en las pruebas realizadas.
- Para tomar valores del dinamómetro con mayor exactitud se debe utilizar una cámara hermética para no tener parámetros externos que influyan en los resultados.
- Tomar en cuenta que al utilizar la herramienta canister se debe revisar el acople con el riel de inyección, deben quedar precisamente acoplados para evitar fugas de gasolina y posibles accidentes.
- La manguera que conecta la herramienta canister con el riel de inyección del motor debe ser una manguera industrial que pueda resistir presiones elevadas.
- Al desconectar la cañería de suministro de gasolina del riel de inyección, se debe desconectar el relay de la bomba, evitando así que la bomba de gasolina actúe, previniendo posibles derrames de sustancia inflamable.
- Al realizar una prueba de emisiones de gases se debe escoger un instrumento que este en buenas condiciones para obtener datos precisos, realizar una prueba de estanqueidad para verificar su correcto funcionamiento.
- Una norma de seguridad importante es manipular las gasolinas de manera adecuada, preferencialmente fuera de áreas calientes y colocándola en recipientes adecuados.

REFERENCIAS

- Antamba , J., Reyes, G., & Granja, M. (27 de Septiembre de 2016). *Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1.*. Obtenido de Scielo:
<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n3/1390-6542-enfoqueute-7-03-00110.pdf>
- AEADE. (Enero de 2019). *Vehículos mas vendidos en la provincia del Guayas.* Obtenido de aeade.net: <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2019/03/Anuario%202018.pdf>
- Andrade , J. P., & Zúñiga, O. (2017). *Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción, en dinamometro de chasis.* Cuenca.
- Ávila , D., & Ayala, J. (Agosto de 2013). *Estudio del comportamiento de Motores a Gasolina respecto de la variación del Octanaje.* Obtenido de Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8034/4/CD-5028.pdf>
- Ávila Avelino, A. (Marzo de 2016). *ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM.* Obtenido de Repositorio de la UIDE:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1023/1/T-UIDE-035.pdf>
- Barrios , A. (2010). *Metodología de la investigación 3.* Guayaquil: RIJALBA S.A.
- Cabezas, W., & Moyano, M. (Mayo de 2016). *ANÁLISIS DE TORQUE, POTENCIAS CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE GASOLINA/ETANOL EN UN BANCO DE PRUEBAS MOTOR CORSA 1.6 LT. DE LA C.I.A.* Obtenido de Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5637/1/65T00190.pdf>

Córdova , E. (Agosto de 2013). *Estudio de un motor de combustión interna para determinar sus parámetros de funcionamiento y su factibilidad de aplicación en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato:

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4338/1/Tesis%20I.%20M.%20170%20-%20C%C3%B3rdova%20Morales%20Edison%20Iv%C3%A1n.pdf>

Cortés, C. (octubre de 2017). *TÉCNICAS PARA MEJORAR EL TRANSPORTE DE CRUDOS PESADOS POR OLEODUCTOS*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18837/1/CD-8227.pdf>

Druet, F., & Vera, P. (Septiembre de 2017). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ADITIVOS COMERCIALES PARA ELEVAR EL OCTANAJE DE LAS GASOLINAS EN EL ECUADOR*. Obtenido de Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/102846/D-CD102890.pdf>

Encalada, F., & Ñauta, P. (Marzo de 2010). *INCIDENCIA DEL TIPO DE GASOLINAS, ADITIVOS Y EQUIPOS OPTIMIZADORES DE COMBUSTIBLE COMERCIALIZADOS EN LA CIUDAD DE CUENCA, SOBRE LAS EMISIONES CONTAMINANTES EMITIDAS AL AIRE*. Obtenido de Repositorio UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6115/1/UPS-CT001690.pdf>

EP Petroecuador. (junio de 2013). *El petróleo en el Ecuador la nueva era*. (M. C. editorial, Ed.) Obtenido de EP PETROECUADOR: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf>

Escudero, S., González, J., Ruivas, J. L., & Suárez, A. (2013). *Motores*. Madrid:

MACMILLAN PROFESIONAL.

Fernández, G. (13 de Abril de 2013). *QUÍMICA ORGÁNICA*. Obtenido de

quimicaorganica.org: <http://www.quimicaorganica.org/alcoholes.html>

Garcés, L., & Hernández, M. (2004). *La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local*. Obtenido de redalyc.org:

<https://www.redalyc.org/pdf/695/69510211.pdf>

Gastelo, E. (2011). *Evaluación técnica de la operación de una columna de destilación al vacío para determinar el ensuciamiento en la zona de lavado y las consecuencias en el fraccionamiento*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería Peru: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/964/1/gastelo_me.pdf

González, D. (2011). *Motores*. Madrid: Paraninfo.

Hartman, J. (2013). *Cómo afinar y modificar sistemas de control de motores automotrices*. Minneapolis: Lexus.

Herrera, C. (Marzo de 2016). *ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS DE MOTOR DEL VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 1.4 L. 2012 CON EL USO DE COMBUSTIBLE SÚPER*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador : <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1013/1/T-UIDE-031.pdf>

INEN. (2002). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2000*. Obtenido de Competencias.gob.ec: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/03NOR2000-INEN03.pdf>

Jaimes, N. &. (2012). *Petróleo: historia y perspectivas geopolíticas*. Aldea mundo.

Klare, M. T. (2003). *Guerra por los Recursos*. Madrid: Urano Tendencias.

Martínez, E., & Díaz, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Castilla-La Mancha.:

<https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>

Martinez, J. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. Obtenido de Mexico Instituto Nacional de Ecología:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447321/Guia_Inventario_de_Emisiones.pdf

Masson Ricaurte, M. (17 de Abril de 2012). *DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE MEZCLA DE GASOLINA DE OCHENTA OCTANOS CON ETANOL ANHIDRO PARA SU UTILIZACIÓN EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE CUATRO TIEMPOS ENCENDIDO POR CHISPA*. Obtenido de REPOSITORIO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2311/1/65T00063.pdf>

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 935. (s.f.).

NTE INEN 935. (Febrero de 2016). *Productos Derivados Del Petróleo. Gasolina. Requisitos*.

Obtenido de www.controlhidrocarburos.gob.ec:

<https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/nte-inen-935-9.pdf>

Ortiz, M. (2010). *Reducción de las emisiones de CO2 en vehículos de transporte: combustibles alternativos*. Obtenido de Dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3395287.pdf>

Oyarzún, M. (2010). *Contaminación aérea y sus efectos en la salud*. *Revista Chilena*.

Obtenido de Revista chilena de enfermedades respiratorias Scielo:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482010000100004

Páez, C. (2008). *GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA*. Obtenido de <https://flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10088.ContaminacionQuito.pdf>

Palomo, K., & Pilataxi, E. (Noviembre de 2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DINAMÓMETRO DEL LABORATORIO DE MOTORES DIESEL-GASOLINA*. Obtenido de REPOSITORIO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/8105/1/T-ESPEL-0980.pdf>

Paris, M. (2009). *Fundamentos de Ingeniería de Yacimientos*. Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data S.A.

Pérez, V. (Septiembre de 2012). *Identificación de los Escenarios de Riesgo en la Refinación de Petróleo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5085/Te sis.pdf?sequence=1>

Pro, M. (24 de Octubre de 2011). *Economía de la energía optimización aplicada . Introducción a la refinería del petroleo .*

Salazar Arellano, C. (Marzo de 2016). *ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN DOS RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM EN UN TALLER AUTOMOTRIZ*. Obtenido de Repositorio de la UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1050/1/T-UIDE-040.pdf>

- Salazar, C. (Marzo de 2016). *ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN DOS RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM EN UN TALLER AUTOMOTRIZ*. Obtenido de REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1050/1/T-UIDE-040.pdf>
- Santamaría, D., Amezcua, M., & Carrillo, T. d. (1 de Septiembre de 2009). *Generación de petróleo mediante experimentos de pirólisis: revisión sobre el conocimiento actual*. Obtenido de Ebsco: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=12d53c7b-efcf-4871-9d52-b08afa32f3af%40sessionmgr4007>
- Soto, H. (2006). *Potencial contaminación por cromo en el proceso de*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/ingenie/jacinto_sh/cap1.pdf
- Spedding, J. (2002). *Contaminación atmosférica*. Barcelona: Editor Reverte.
- Urgilés, L., & Erreyes, J. (Marzo de 2018). *Análisis de la Influencia del Combustible Ecopaís en Emisiones contaminantes y de prestaciones de un Vehículo Chevrolet Grand Vitara como Prototipo en la ciudad de Cuenca*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15324/1/UPS-CT007539.pdf>
- Vintimilla, P. (Febrero de 2015). *Análisis de Resultados de la medición de emisiones de Gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica Vehicular en el cantón Cuenca*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

Zurita, M. (2018 de Agosto de 2018). *INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS*

CARACTERÍSTICOS DE DESEMPEÑO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

2.0 PE SERIE MAZDA CONTROLADO A TRAVÉS DEL SISTEMA SKYACTIV-G.

Obtenido de Repositorio de la Escuela Politecnica del Ejercito:

[http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14954/T-ESPEL-MAI-](http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14954/T-ESPEL-MAI-0636.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[0636.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14954/T-ESPEL-MAI-0636.pdf?sequence=1&isAllowed=y)