



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autores: Aucatoma Sevilla César Augusto
Saltos Otero Erik Antony

Tutor: Ing. Álex Fernando Llerena Mena, M.Sc.

**Análisis de Gases y Compresión Relativa del Motor de
Combustión Interna Usando el Sistema de Medición Bosch**

FSA 740

Certificado de Autoría

Nosotros, César Augusto Aucatoma Sevilla y Erik Antony Saltos Otero, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

César Augusto Aucatoma Sevilla

C.I.: 0201794773

Erik Antony Saltos Otero

C.I.: 0930166210

Aprobación del Tutor

Yo, Álex Fernando Llerena Mena certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Álex Fernando Llerena Mena, MSc.

C.I.: 1804973277

Director de Proyecto

Dedicatoria

Este proyecto de titulación se lo dedico a toda mi familia, principalmente a mi esposa quienes han estado siempre guiándome y apoyando incondicionalmente.

César Aucatoma Sevilla

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron para que pudiera alcanzar mis metas académicas. A ustedes, mi eterno agradecimiento.

Erik Saltos Otero

Agradecimiento

En primera instancia quiero agradecer a Dios por permitirme alcanzar el logro anhelado de finalizar con éxito una etapa más en mi vida profesional, siendo así puedo decir que con perseverancia y dedicación uno puede alcanzar el éxito. Quiero agradecer eternamente a mis padres que me han guiado desde muy temprana edad por el camino del bien y también a mi esposa quien me ha apoyado en todo el proceso, a mi querido tutor, Alex Fernando Llerena, por haberme orientado en todo instante.

Y a todos quienes ayudaron a conseguir el objetivo.

¡Muchas gracias!

César Aucatoma Sevilla

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Alex Llerena por su orientación experta y apoyo constante durante todo el proceso de investigación. Su dedicación y sabiduría fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. También quiero agradecer a mi familia y amigos por su inquebrantable apoyo y ánimo. Este logro no habría sido posible sin su constante aliento. Gracias a todos los que contribuyeron de alguna manera a este proyecto.

¡Muchas gracias!

Erik Saltos Otero

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tablas	xv
Resumen.....	xvi
Abstract	xvii
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1 Tema de la Investigación	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 <i>Planteamiento del Problema</i>	1
1.2.2 <i>Formulación del Problema</i>	1
1.2.3 <i>Sistematización del Problema</i>	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación	2
1.4.1 <i>Justificación Teórica</i>	3
1.4.2 <i>Justificación Metodológica</i>	3

1.4.3	<i>Justificación Práctica</i>	3
1.4.4	<i>Delimitación Temporal</i>	3
1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i>	3
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i>	4
Capítulo II.....		5
Marco Referencial.....		5
2.1	Marco Teórico.....	5
2.2	Conceptos Preliminares	5
2.2.1	<i>Motores de Combustión Interna</i>	5
2.3	Marco Conceptual.....	6
2.3.1	<i>Ciclo Teórico de un Motor de Combustión Interna</i>	6
2.4	Tipo de Motores.....	7
2.4.1	<i>Motores Cuadrados y Alargados</i>	8
2.4.2	<i>Sistemas de un Motor de Combustión Interna</i>	8
2.4.3	<i>Diagnóstico de Vehículos a Gasolina y Diesel</i>	11
2.4.4	<i>Escáner Automotriz</i>	11
2.4.5	<i>Osciloscopio Automotriz</i>	12
2.4.6	<i>Multímetro</i>	13
2.4.7	<i>Punta Lógica Digital Power Pro</i>	14
2.4.8	<i>Opacímetro</i>	15
2.4.9	<i>Equipo de Medición Bosch FSA 740</i>	16
2.4.10	<i>Compresión Relativa</i>	17
2.4.11	<i>Emisiones de Vehículos en el Escape del Motor</i>	18
2.4.12	<i>Normativa INEN 2204</i>	19
Capítulo III.....		23

Materiales y Métodos.....	23
3.1 Método de la Investigación.....	23
3.2 Metodología Documental.....	23
3.3 Metodología Práctica	23
3.4 Metodología Analítica o de Resultados	23
3.5 Enfoque Investigativo	23
3.6 Características de Vehículos Utilizados.....	24
3.7 Equipos Utilizados	27
3.7.1 <i>Opacómetro Bea 070 Bosch</i>	30
3.7.2 <i>Analizador de Gases BEA 055 Bosch</i>	30
3.8 Mantenimiento del Equipo Bosch FSA 740	31
Capitulo IV.....	34
Pruebas y Resultados	34
4.1 Análisis de Gases	34
3.7.3 <i>Pruebas en el Vehículo Chevrolet Cavalier</i>	34
3.7.4 <i>Resultados de Emisión de Gases</i>	38
4.2 Análisis de Resultados de Emisiones de Gases de Chevrolet Cavalier según la Normativa	39
4.2.1 <i>Compresión Relativa</i>	39
4.2.1 <i>Pruebas en el Vehículo Chevrolet</i>	40
4.2.2 <i>Resultados de Compresión Relativa</i>	46
4.3 Opacidad	47
4.3.1 <i>Pruebas en el Vehículo Toyota</i>	47
4.3.2 <i>Resultados de Opacidad</i>	50
Conclusiones.....	53

Recomendaciones	54
Bibliografía	55

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Patente de Motor Otto de un Motor de Gas</i>	6
Figura 2 <i>Ciclo Teórico de un Motor de Combustión Interna</i>	7
Figura 3 <i>Escáner Automotriz</i>	12
Figura 4 <i>Osciloscopio Automotriz</i>	13
Figura 5 <i>Multímetro Automotriz</i>	14
Figura 6 <i>Punta Lógica Digital Power Pro</i>	15
Figura 7 <i>Opacímetro</i>	16
Figura 8 <i>Equipo Bosch FSA 740</i>	17
Figura 9 <i>Chevrolet Cavalier</i>	24
Figura 10 <i>Toyota Hilux</i>	26
Figura 11 <i>Equipo Bosch FSA 740</i>	28
Figura 12 <i>Opacímetro BEA 070 Bosch</i>	30
Figura 13 <i>Analizador de Gases BEA 055 Bosch</i>	31
Figura 14 <i>Desconexión de Manguera de Sonda de Gases</i>	36
Figura 15 <i>Temperatura de Funcionamiento de Motor</i>	36
Figura 16 <i>Ingreso al Software de FSA 740</i>	37
Figura 17 <i>Selección de Pasos en el Menú</i>	37
Figura 18 <i>Instalación de Sonda de Prueba FSA 740 en el Tubo de Escape</i>	38
Figura 19 <i>Resultados de la Prueba de Emisiones de Gases</i>	39
Figura 20 <i>Desconexión de Relé de Bomba de Combustible</i>	41
Figura 21 <i>Conexión de Pinzas de Batería</i>	41
Figura 22 <i>Conexión de Pinza Amperimétrica</i>	42
Figura 23 <i>Adaptación de Sensor de Temperatura de Aceite de Motor</i>	44
Figura 24 <i>Identificación del Vehículo</i>	44

Figura 25 <i>Menú para Prueba de Compresión</i>	45
Figura 26 <i>Datos Obtenidos</i>	45
Figura 27 <i>Datos Obtenidos</i>	47
Figura 28 <i>Instalación de la Sonda en el Tubo de Escape</i>	48
Figura 29 <i>Inicio de la Prueba-Registro de Datos</i>	49
Figura 30 <i>Registro de Valores</i>	50
Figura 31 <i>Conexión del Sistema</i>	51
Figura 32 <i>Valores del Motor</i>	52
Figura 33 <i>Muestra de los Resultados en Pantalla</i>	52

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Límites Máximos de Emisiones</i>	20
Tabla 2	<i>Límites Máximos de Emisiones para Monóxido de Carbono</i>	20
Tabla 3	<i>Límites Máximos de Emisiones para Fuentes Móviles con Motor a Gasolina</i>	21
Tabla 4	<i>Datos Técnicos de Equipo Bosch FSA 740</i>	29
Tabla 5	<i>Elementos Sustituídos del Equipo Bosch FSA 740</i>	33

Resumen

Este estudio se desarrollará con el fin de realizar una comparativa de datos que permitan reflejar cambios significativos entre los porcentajes dados por los manuales del fabricante con respecto a una prueba de compresión relativa y una prueba de análisis de gases usando el equipo Bosch FSA 740. Estas pruebas se tomarán de dos modelos de vehículos, uno a gasolina y otro diésel. Al realizar estas pruebas se obtiene la información necesaria para realizar una comparativa y observar si los datos dados por el fabricante se mantienen o tiene variación con respecto a cada uno de los resultados. A posteriori se analizan los resultados de las pruebas de compresión relativa de manera individual, lo que ayuda a dar un mejor diagnóstico y entendimiento del estado del vehículo y decidir si se requieren acciones correctivas o no, por otro lado, mediante los resultados del análisis de gases se comparan con la normativa ecuatoriana para la revisión técnica vehicular. A su vez, se detallan los pasos realizados para este diagnóstico utilizando el equipo Bosch FSA 740. Finalmente, se concluye que el primer vehículo de prueba se encuentra en buenas condiciones, mientras que el segundo vehículo de pruebas presenta un elevado índice de emisiones de gases contaminantes.

Palabras Clave: Compresión, emisiones, diagnostico, análisis, comparativa.

Abstract

This study will be conducted with the purpose of carrying out a comparative analysis of data to reflect significant changes between the percentages provided by manufacturer manuals regarding both a relative compression test and a gas analysis test using the Bosch FSA 740 equipment. These tests will be conducted on two vehicle models, one gasoline-powered and the other diesel-powered. Conducting these tests will yield the necessary information to compare and observe whether the data provided by the manufacturer remains consistent or varies with each of the results. Subsequently, the results of the relative compression tests are individually analyzed, aiding in providing a better diagnosis and understanding of the vehicle's condition and determining whether corrective actions are required. Additionally, the results of the gas analysis are compared with Ecuadorian regulations for vehicle technical inspection. The steps undertaken for this diagnosis using the Bosch FSA 740 equipment are also outlined. Finally, it is concluded that the first test vehicle is in good condition, whereas the second test vehicle exhibits a high level of emissions of polluting gases.

Keywords: Compression, emissions, diagnosis, analysis, comparison.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de la Investigación

Análisis de gases y compresión relativa del motor de combustión interna usando el sistema de medición Bosch FSA 740.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

A lo largo del tiempo la industria automotriz ha sufrido ciertos cambios positivos en cuanto a la evolución tecnológica, evidentemente mostrando su mejor parte, que es el desarrollo de herramientas de medición eléctrica y electrónicas, dando resultados más efectivos de acuerdo con su versatilidad y su uso al momento de realizar un diagnóstico de calidad.

1.2.1 Planteamiento del Problema

En el sector automotriz existen siempre incógnitas acerca, de cómo hallar datos relevantes y acertados, de acuerdo con el correcto funcionamiento de un vehículo, por ende, se abre la necesidad de poder aplicar conocimientos adquiridos durante la carrera y mediante el uso del software actualizado del equipo Bosch FSA 740, el cual permitirá conocer la compresión relativa y cuantitativamente una cierta cantidad de gases importantes que se puedan analizar en un motor de combustión interna.

En el presente proyecto se va a realizar una comparativa de resultados de dos vehículos uno a Diesel (Toyota Hilux del año 2008) y otro a gasolina (Chevrolet Cavalier del año 2019) con el fin de saber si en ambos vehículos se reflejan datos negativos para poder realizar las reparaciones pertinentes, para un correcto funcionamiento del vehículo y el cumplimiento de las exigencias de la normativa que rige en el país.

1.2.2 Formulación del Problema

¿Las pruebas mediante el uso del equipo Bosch FSA 740 en vehículos, ayudará a determinar si las emisiones de gases y compresión relativa se encuentran en rangos aceptables?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿De dónde surge la necesidad de usar un equipo de diagnóstico automotriz?
- ¿Por qué realizar pruebas de diagnóstico en un vehículo?
- ¿Por qué es importante un análisis de gases en un automóvil y cuáles son los niveles de emisión permitidos en las normativas vigentes?
- ¿Por qué es importante el análisis de la compresión relativa en vehículos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Analizar los datos de las pruebas de compresión relativa y gases extraídos mediante el uso de un equipo de diagnóstico Bosch FSA 740.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar el estado del equipo Bosch FSA740 para la calibración y puesta funcionamiento del sistema de medición.
- Realizar dos pruebas de diagnóstico para la obtención de información de los vehículos.
- Comparar los datos de compresión relativa y de gases en los vehículos de estudio para la validación del buen funcionamiento del motor de combustión interna de dos vehículos de prueba (Toyota Hilux y Chevrolet Cavalier del año 2019).

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

Teniendo definidos cada uno de los objetivos específicos en el presente proyecto, se pueden despejar todas las dudas e inquietudes con respecto a las pruebas a realizar en el mismo, partiendo desde el punto de vista teórico, metodológico y práctico.

1.4.1 Justificación Teórica

Los fundamentos de este documento se basan en una investigación referente a las pruebas prácticas que se tomarán con el equipo de diagnóstico Bosch FSA 740 para su correcto uso y funcionamiento en cuanto a su aplicación como tal.

1.4.2 Justificación Metodológica

El análisis y la realización de las pruebas aplicadas a dos vehículos se realizan con el fin de visualizar y analizar los datos obtenidos, así promover el buen uso de los equipos de diagnóstico y crear conciencia de la necesidad que tiene realizar pruebas como la de análisis de gases en los autos, de esta manera no solo mantener el buen estado de un automotor si no poder aportar de manera directa a la disminución de gases contaminantes que afectan al medio ambiente.

1.4.3 Justificación Práctica

Esta investigación va enfocada a la extracción de datos necesarios para poder analizar y comparar las pruebas de compresión relativa y análisis de gases en dos tipos de vehículos, para lo cual se utilizará como herramienta de diagnóstico el equipo Bosch FSA 740, el mismo que cuenta con el software Esi-Tronic 2.0. En la prueba se utiliza el osciloscopio, el analizador de gases BEA 055 y el opacímetro BEA 070 que este incorpora, el mismo que nos permitiría leer las ondas oscilatorias que se dan al momento del encendido del vehículo y la tensión eléctrica que se necesita al encender

1.4.4 Delimitación Temporal

El presente trabajo tiene como fecha de finalización abril 2024. Esto permite la investigación, el perfeccionamiento y el desarrollo del proyecto propuesto.

1.4.5 Delimitación Geográfica

El trabajo se aplica en dos tipos vehículos de uso personal en la ciudad de Guayaquil.

1.4.6 Delimitación del Contenido

Los detalles de este trabajo se basan en la utilización del equipo de diagnóstico Bosch FSA y la información de resultados que data el fabricante correspondiente a los dos vehículos seleccionados, principalmente al desarrollado sobre la base de pruebas y análisis de diagnóstico, y su comparativa.

En la segunda parte de nuestro documento se describirán las formas en las que se tomarán las pruebas y los equipos con el cual se realizará, detallando de manera gráfica y teórica cada uno de los componentes que serán parte del proceso.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

A lo largo del tiempo la industria automotriz a destinado la mayor parte de sus recursos a la búsqueda de nuevas tecnologías que permiten reducir el impacto ambiental que tienen los motores de combustión interna, implementando maquinaria y equipo que ayude en la detección de fallas en los motores, ya que un vehículo que presente diversas fallas con respecto a los sistemas electrónicos o eléctricos puede afectar a la mezcla ideal que necesita un vehículo para desplazarse sin causar daños ambientales severos, es así que por medio de revisiones técnicas vehiculares todos estos sistemas son monitoreados con el fin de reducir tanto las fallas en un automotor junto con las emisiones contaminantes.

Es así como por medio del presente proyecto se promoverá el uso de equipos de diagnóstico dando la facilidad de detección de fallas de manera rápida y confiable.

2.2 Conceptos Preliminares

La realización de pruebas o diagnósticos en vehículos es algo que se da desde la aparición de este, no obstante, es a partir que entre el año 1980 y 1990 comienza a crearse una regulación que exige a cada uno de los usuarios de vehículos realizar las reparaciones necesarias para el debido funcionamiento de este, ya que un vehículo que no esté trabajando de manera ideal producirá mayor cantidad de gases contaminantes y un mal funcionamiento del vehículo.

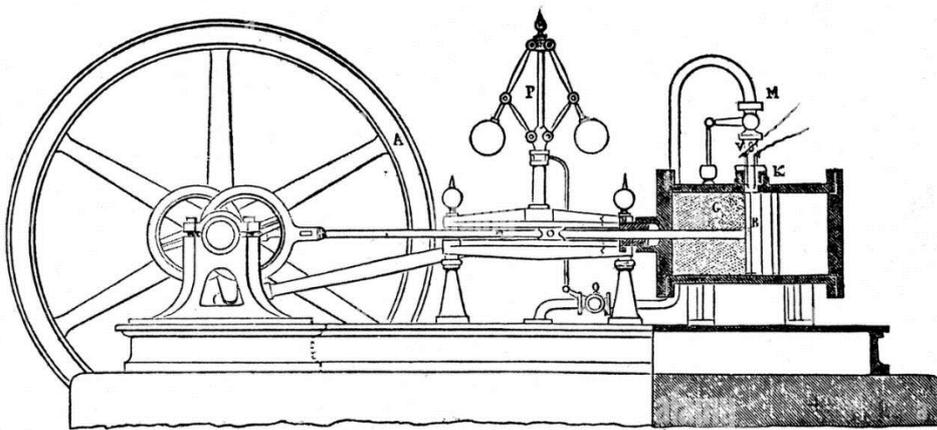
2.2.1 Motores de Combustión Interna

El motor de combustión interna ha sufrido cambios significativos desde su creación hasta el día de hoy, desde el comienzo de esta tecnología, donde nadie apostaba por ella, ya que las máquinas de vapor (Figura 1) eran más potentes, dando a conocerse en la actualidad como el motor más usado en el mundo del transporte.

El motor de combustión interna se ha mejorado de muchas maneras, en cuanto a eficiencia del motor aumentó de alrededor del 10%, esto fue logrado por los primeros motores, hasta en un 35% o 40% de ellos han logrado normalmente. El rendimiento del motor no es el único aspecto mejorado, pero basado en nuevas tecnologías utilizadas, diferentes aplicaciones electrónicas, actualizaciones de combustible, más materiales luz y resistencia, etc., Se puede observar que hoy en día, en estos motores térmicos se han ganado mayor fuerza, es decir las nuevas tecnologías también ha logrado optimizar y alargar su tiempo de vida útil con la ayuda de la electrónica, en el motor se han ido quitando algunas de las partes móviles que pueden causar problemas como división, y que también se obtienen de esta manera. El mantenimiento del motor se reduce considerablemente, lo que hace máquinas más baratas y de menores costos de producción (Villegas, 2007).

Figura 1

Patente de Motor Otto de un Motor de Gas



Fuente: (Payri, 2023).

2.3 Marco Conceptual

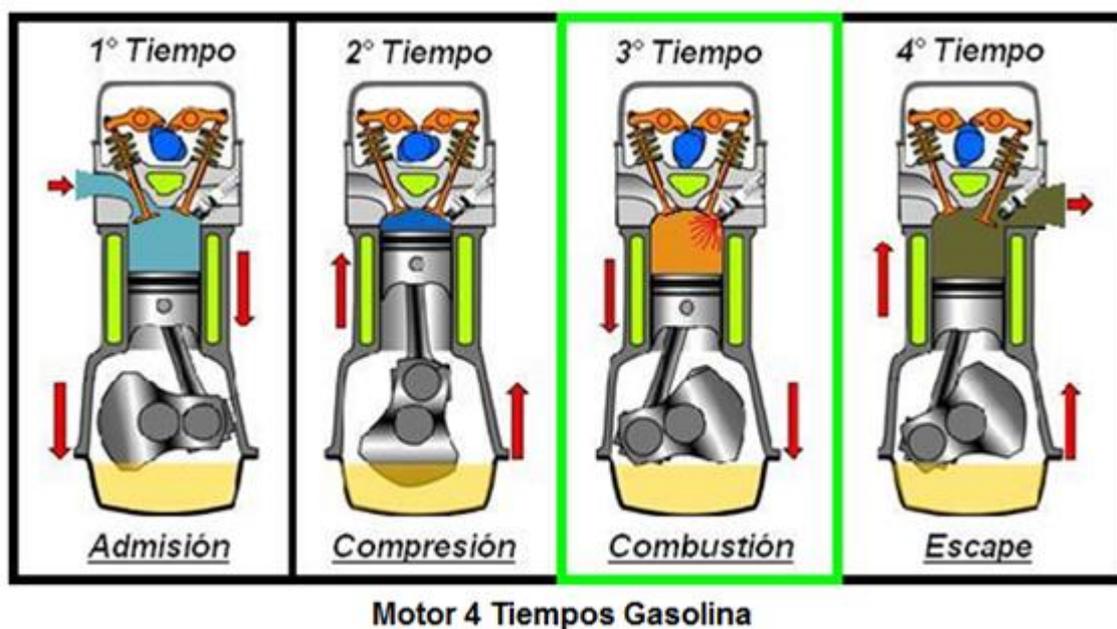
2.3.1 Ciclo Teórico de un Motor de Combustión Interna

Para que ocurra esa explosión, tiene que haber un combustible mezclado con aire para que pueda reaccionar y explotar. Por lo tanto, no solo basta con un proceso de explosión del

combustible, sino que hace falta un proceso de admisión para que este carburante (aire y combustible) entre en el cilindro. También para poder realizar el ciclo hace falta un proceso de escape, para poder vaciar el cilindro y que pueda volver a entrar el carburante. Con estos tres procesos se consigue un ciclo completo (Figura 2) en el motor (admisión – expansión – escape). Aunque fue Alphonse Beau de Rochas quién optimizó notablemente el motor de combustión interna añadiendo otro proceso al ciclo, el proceso de compresión. Con el proceso de compresión se consigue principalmente el aumento de presión en el momento de la explosión sea mucho mayor, ya que antes de explotar, los gases reactivos ya están presionados. Así se ha quedado el ciclo del motor de combustión interna hasta hoy, con 4 procesos por ciclo (admisión – compresión – expansión – escape) (Villegas, 2007).

Figura 2

Ciclo Teórico de un Motor de Combustión Interna



Tomado de: <https://portalelectromecanico.com/>

2.4 Tipo de Motores

Hay diferentes tipos de motores, inicialmente se puede distinguir por el tipo de combustión, pues por un lado se da el motor de combustión externa, el mismo cuya combustión tiene lugar

en un sistema que no sea el propio motor, es decir que la producción de energía térmica tiene lugar en un diferente sistema y la conversión de calor en energía mecánica en otro sistema propiamente. Por ejemplo:

- La locomotora de vapor clásica.

También existen los motores que producen la energía calorífica y la convierten en energía mecánica en un mismo sistema a estos se les denomina motores de combustión interna. Por ejemplo:

- Motores de automóviles.
- Cortadoras de césped.
- Aviones.

2.4.1 Motores Cuadrados y Alargados

Hay motores denominados alargados, cuadrados y supercuadrados. Los alargados tienen la carrera más grande que el calibre y los cuadrados tienen la carrera igual que el calibre. Los motores cuadrados ofrecen más potencia, válvulas más grandes mejorando el llenado y vaciado del cilindro, bielas más cortas y rígidas, menor rozamiento entre cilindro y pistón porque la carrera es más corta, cigüeñales más rígidos porque los codos son más cortos. Los motores alargados tienen la cámara de compresión más pequeña y ofrecen más rendimiento, mejor evacuación de calor por tener mayor superficie, y al ser la carrera más larga la combustión es total y mejor, contaminando menos (Asensio, 2010).

2.4.2 Sistemas de un Motor de Combustión Interna

- Cámara de Combustión. La cámara de combustión es un cilindro, generalmente consolidado, cerrado en un extremo, en su interior con un pistón que se desliza firmemente sobre el cilindro.

El desplazamiento que realiza el pistón en el interior de la cámara de combustión hace variar claramente el volumen que existe en su interior.

La superficie exterior del pistón está conectada al cigüeñal por una biela, que convierte el movimiento alternativo del pistón en un movimiento giratorio.

Básicamente es la sección donde se produce la combustión, donde se genera esa reacción química producida por la mezcla de aire combustible.

Sistema de Alimentación de Combustible. El sistema de suministro de combustible para un motor provocado por chispa está constituido básicamente por un tanque, una bomba de combustible, y un elemento de dosificación que vaporiza y atomiza el combustible desde que es líquido en la proporción adecuada para que este pueda encenderse.

- **Sistema de Distribución.** Cada cilindro recibe combustible y emite los gases mediante las válvulas de cabezal o válvulas deslizantes.

El resorte mantiene las válvulas cerradas hasta que se abren en el momento adecuado, cuando las levas del árbol levas entra en contacto, el mismo que es movido por el cigüeñal, que está coordinada por cadena o correa de distribución.

- **Sistema de Encendido.** El motor de combustión interna requiere de alguna manera realizar el encendido mediante el combustible en el interior de la cámara de combustión, cuando un motor es encendido por chispa, básicamente se necesita de un bobina de encendido.

La bujía es el dispositivo que genera la ignición, y esta cuya disposición está dada en cada cilindro, cuenta de uno o varios electrodos según su diseño, separada por varios milímetros, dando lugar al impulso electrónico que genera finalmente la chispa y a su vez hace que el combustible se inflame.

- **Sistema de Refrigeración.** Dado que durante la combustión se genera calor, todo motor debe llevar integrado un sistema de refrigeración.

Cierta maquinaria está dotada de un sistema de refrigeración por aire como: bombas estacionarias, automóviles, aviones y los botes con motor fuera de borda. En otros motores

también se utilizan refrigeración por antioxidante o refrigerante el cual mediante una bomba quien ayuda a la recirculación hace llegar a todo el sistema manteniendo una temperatura adecuada de funcionamiento. Es importante tomar en cuenta las especificaciones dadas por el fabricante a la hora de elegir un refrigerante, indiferentemente la marca que sea, siempre y cuando cumpla los estándares establecidos. No se recomienda usar agua.

- Sistema de Arranque. Para que inicie el ciclo de funcionamiento en un motor de combustión interna o una turbina de vapor, se necesita producir un par de fuerza, el mismo que ayude al cigüeñal a moverse. Este par de fuerza es producido por un motor de arranque el mismo que va conectado al cigüeñal mediante un mecanismo hace que acople y desacople las veces que sean necesarias al encender un motor. El otro sistema de encendido del motor es el arranque por inercia, el cual aceleran el volante de inercia manualmente o con el motor eléctrico hasta que tenga la velocidad suficiente para girar el cigüeñal (Mayorga, 2013).

Los motores térmicos no pueden ponerse en marcha por si solos para iniciar su funcionamiento necesitan de un medio auxiliar que los haga girar hasta que se produzcan las primeras explosiones, el arranque debe vencer la resistencia que se producen por las compresiones del motor, el rozamiento, las cargas de arrastre como son el alternador, bomba de agua, bomba de dirección los cuales suman una resistencia al movimiento rotacional, además estas son mayores cuando el motor está frío. El motor de arranque proporciona el movimiento inicial al cigüeñal en un número mínimo de revoluciones que oscila entre de 60 rpm a 150 rpm dependiendo del tipo de motor. La potencia de arranque varía de acuerdo a la resistencia mecánica al movimiento, la misma que dependerá de la cilindrada del motor; Para la transmisión de movimiento entre el motor de arranque y el motor térmico se dispone de un piñón y una corona dentada que monta en la periferia del volante motor cuya relación está entre 1/9 a 1/15 (Cordero, 2015).

El motor de arranque de corriente continua cumple su funcionamiento con principios electromagnéticos.

Los imanes tienen la propiedad de atraer y ser atraídos, cuando se coloca uno dentro del campo magnético de otro este es sometido a fuerzas de atracción y repulsión de manera que se cumple que los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen (Alonso, 2005).

2.4.3 Diagnóstico de Vehículos a Gasolina y Diesel

Como parte del diagnóstico automotriz es importante identificar el causante que provoca el daño o el problema que presenta dicho vehículo, con la ayuda de herramientas lógicas e información básica que ofrece el fabricante, por consiguiente, se realizan varias pruebas las cuales ayudan a determinar estas averías y así poder llegar a una solución concreta.

En un vehículo existen varios sistemas que permiten el funcionamiento correcto del mismo, si uno de estos, llega a presentar anomalías, prontamente se debe corregir la falla, realmente aquí entra la parte del diagnóstico automotriz, que en base a cierta experiencia, habilidades y conocimiento previo del funcionamiento de cada uno de los sistemas se puede llegar a corregir los posibles problemas que no se deben dejar pasar, ya que un problema desencadena muchos más.

Dentro de la alta demanda de herramientas de diagnóstico automotriz, aquí algunas que tienen relevancia a la hora de encontrar fallas más comunes.

2.4.4 Escáner Automotriz

A medida que el parque automotriz ha ido creciendo, también la tecnología ha ido avanzando, dando como resultado una línea renovada.

Del mismo modo, para incursionar en el mundo del diagnóstico automotriz es importante tener presente, que es necesario contar con herramientas apropiadas y de gran alcance, como se muestra detalladamente en la (Figura 3) tenemos el escáner automotriz que básicamente es

un dispositivo electrónico utilizado para diagnosticar problemas en vehículos modernos. Este dispositivo se conecta al sistema de control electrónico del vehículo y puede leer códigos de error almacenados, datos en tiempo real, información del sensor y realizar diversas pruebas de componentes.

Figura 3

Escáner Automotriz



Tomado de: <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosis/diagnosis/equipos-de-diagnosis/kts-590/>

2.4.5 Osciloscopio Automotriz

El osciloscopio automotriz (Figura 4), es una de las herramientas de medición electrónica, la misma que cuenta con una pantalla digital en la mayoría de los casos, aquí es donde se representa los diferentes tipos de gráficas, según las disímiles funciones de los elementos que conforman los sistemas electrónicos de un vehículo, por lo tanto, hay que tomar en cuenta que dichas gráficas son dadas por el fabricante, estas se analizarán dependiendo de los parámetros y configuraciones dadas en el mismo, así como: frecuencia, periodo, amplitud.

Su utilidad en el mundo del diagnóstico electrónico automotriz ha revolucionado las expectativas de la mayoría de los talleres que se dedican a solucionar problemas de esta índole.

Este equipo mediante las pinzas amperimétricas también permite realizar pruebas de compresión relativa.

Figura 4

Osciloscopio Automotriz



Fuente: (Clerque, 2019)

2.4.6 Multímetro

El multímetro, llamado también Tester Automotriz Digital como se muestra en la (Figura 5) es un equipo portátil, con la capacidad de medir de magnitudes eléctricas, creado para facilitar las actividades de fallas automotrices cotidianas en los sistemas eléctricos y electrónicos de un vehículo.

Su nombre proviene debido a que puede realizar diferentes funciones y medir a diferentes magnitudes tales como: continuidad, tensión, resistencia, corriente alterna (AC), corriente continua (C) (Clerque, 2019).

Figura 5

Multímetro Automotriz



Fuente: (Clerque, 2019)

2.4.7 Punta Lógica Digital Power Pro

La presente herramienta de diagnóstico como se muestra en la (figura 6), es fácil y rápida a la hora de identificar un fallo eléctrico automotriz, la misma cuenta con ocho funciones de prueba, aplicable en sistemas de 12 y 24V con indicador digital de datos.

Cuenta con una punta de prueba para circuitos y elementos eléctricos, prueba diodos, relés, fusibles, bombillos, interruptor para cerrar circuito por masa o por voltaje y localiza circuitos abiertos.

Tiene la función de prueba de pulsos y voltajes de inyección sin desconexión, a más de eso mide frecuencias de 1 a 9999 Hz y anchos de pulso.

Lo más interesante es que da la facilidad de portar a largas distancias por su cable para conexión a bornes de batería de 6 metros largo.

Localizador de circuitos abiertos.

Figura 6

Punta Lógica Digital Power Pro



Fuente: (Autotools, 2023).

2.4.8 Opacímetro

En la figura 7 se aprecia el opacímetro dándose a conocer como una máquina de diagnóstico automotriz que permite analizar la cantidad de emisiones que el motor está produciendo en el proceso de combustión, nos establece la proporción y concentración de cada gas, dando esto un control de los gases peligrosos para la prevención de fallas automotrices.

Esta proporciona la luz y que produce un amplio rango de frecuencias que abarcan la totalidad de banda de luz y se extiende hacia ambas direcciones dentro de los rayos ultravioleta y el espectro visible.

Está equipado con una bomba de vacío, que arrastra todos los gases de escape a través de una manguera que es insertada en el tubo de escape del vehículo, donde una muestra de gas entra al analizador de gases y dicho gas es proyectada por una emisión de luz infrarroja, es fácil de utilizar y diseñado para asegurar flexibilidad operativa.

Figura 7*Opacómetro*

Fuente: (Álvarez, 2022)

2.4.9 Equipo de Medición Bosch FSA 740

El Equipo Bosch FSA 740 dada a conocer en la (Figura 8) es una herramienta con la capacidad de hacer comprobaciones versátiles y eficaces, de tal manera que ayuda inmediatamente con la lectura de sistemas eléctricos y electrónicos de un vehículo, cuenta con un método informático rápido y completo, una de las grandes ventajas de este equipo es que cuando se realizan las pruebas en los componentes electrónicos o eléctricos no hay necesidad de desmontarlos, también demanda señales que facilitan en la comprobación de los sensores instalados y se puede movilizar con facilidad ya que su conectividad es inalámbrica facilitando su movilidad (Ruiz, 2022).

Figura 8*Equipo Bosch FSA 740*

Fuente: (Drozd, 2017)

2.4.10 Compresión Relativa

La compresión relativa es la que se da mediante la simulación de una carga variable, en este caso por parte del arrancador, es decir la distribución de inducción magnética que se registra en la ranura de alimentación.

La misma corriente que se registra mediante el arrancador en una bujía de encendido es sinónimo de ausencia o presencia de presión de compresión en cualquiera de los cilindros, individualmente este uno en perfecto estado o sin sellar. El cambio de par cilindro individual se da cuando se abren dos cilindros produciendo un cambio en la corriente dada por el arranque. (Drozd, 2017)

2.4.11 Emisiones de Vehículos en el Escape del Motor

Los daños o futuros fallos de un motor realmente son provocados por su uso constante en las diferentes condiciones de trabajo.

Siendo así, hay que considerar, que se debe realizar pruebas dentro del círculo de diagnóstico y una de ella es la medición de emisiones de gases de escape, técnica importante para determinar las condiciones de un motor de combustión interna.

Hay que tener en cuenta que el exceso de gases de escape está dado por la combustión incompleta en el interior de un cilindro del motor, y que los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno son resultado de una combustión completa.

Las normativas tanto nacionales como internacionales progresivamente han establecido la reducción del volumen de emisiones de gases al medio ambiente, por lo tanto, hay que actuar de una manera responsable en cuanto a la implementación de planes de mantenimiento para mitigar las fallas y de esta manera no se provoque el aumento de contaminantes a la atmosfera. (Toma, 2019)

Los vehículos han facilitado la movilidad y otros aspectos de la vida moderna, sin embargo, representan uno de los principales focos de contaminación del aire, lo que a su vez se convierte en una condición que repercute en la salud de los individuos (Matus, 2021).

La Organización de las Naciones Unidas, proyecta alrededor de siete millones de muertes cada año a causa de la contaminación del aire (Tapia, 2018).

El óxido de nitrógeno que expulsan los vehículos tiene como particularidad que contribuye a que se formen contaminantes secundarios en el aire y otras toxinas que causan enfermedades respiratorias (Agüero, 2021).

Se pueden mencionar entre las consecuencias a la salud la mortalidad y morbilidad por inflamación de vías respiratorias, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, rinitis alérgica, rinosinusitis crónica, inclusive el estrés oxidativo en sujetos que presentan

patologías respiratorias puede genera incremento en la susceptibilidad a infecciones (González, 2022).

La mayoría de los vehículos, trabajan bajo el ciclo de Otto, es decir, el proceso termodinámico que se da en los motores de combustión interna. Básicamente, la combustión que se produce en el motor de los vehículos consiste en la quema del combustible para que este libere energía, la cual se transforma en trabajo, es decir, en movimiento (Llanes, 2018). Los gases de escape se generan a partir de la transformación que sufre el combustible en los motores durante el proceso de combustión (Jianbing, 2022).

La generación de gases contaminantes, en proporciones mayores a las especificadas por el fabricante, está asociado a un mal funcionamiento del sistema de combustión en el motor (Cárdenas, 2021). Estos gases generan un gran impacto ambiental sobre la naturaleza y los seres humanos.

Los principales gases generados por los motores de combustión de vehículos son el dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (Gao, 2021).

2.4.12 Normativa INEN 2204

Se conoce como (INEN) a la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigencia Sanitaria.

En la Tabla 1 dan a conocer la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 se refiere a las emisiones de vehículos automotores. Esta normativa establece los límites máximos permitidos para las emisiones de gases contaminantes de Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos no quemados (HC) provenientes de los escapes de vehículos que circulan en Ecuador. Estos límites están en función de la altura (msnm) y por año modelo de los vehículos.

Estos estándares pueden variar dependiendo del tipo de vehículo, su año de fabricación y su tecnología de motor.

Tabla 1*Límites Máximos de Emisiones*

Año Modelo	CO (% vol)		HC (ppm)	
	0 – 1500 msnm	1500 – 3000 msnm	0 – 1500 msnm	1500 – 3000 msnm
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

Nota: Esta tabla se rige mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002.
Tomada de www.normalizacion.gob.ec.

En la Tabla 2 dan a conocer la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 se refiere a los límites máximos de las emisiones según la categoría de vehículos.

Tabla 2*Límites Máximos de Emisiones para Monóxido de Carbono*

Límites máximos de emisiones.	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10años			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NO _x g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NO _x g/mi
Categorías								
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALV W < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,40	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

Nota: Esta tabla se rige mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002.
Tomada de www.normalizacion.gob.ec.

En la Tabla 2 se consideran las siguientes nomenclaturas: PBV Peso bruto vehicular; LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs); ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV); LDT Camión ligero LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV); HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV) y también se muestran los límites

máximos de emisiones para monóxido de carbono (CO), hidrocarburos totales (THC), hidrocarburos no metánicos (NMHC) y óxidos de nitrógeno (NO_x) durante la prueba dinámica FTP-75.

Los valores están expresados en gramos por kilómetro (g/km) para cada contaminante, tanto para el límite máximo permitido por ciclo como para los límites máximos anuales y mensuales permitidos.

Es importante tener en cuenta que estos valores son hipotéticos y deben ser verificados en la normativa específica, como la Norma INEN 2204:2002, para obtener los límites exactos establecidos por la autoridad competente.

Tabla 3

Límites Máximos de Emisiones para Fuentes Móviles con Motor a Gasolina

Categoría	Clase	Peso de Referencia (PR) Kg	CO g/km	HC g/km	HC+NO _x g/km	NO _x	Ciclo de Prueba
M ^a	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE +EUDC
	I	PR ≤ 1305	2,3	0,2	-	0,15	
N1 ^b	II	1350 < PR ≤ 760	4,17	0,25	-	0,18	(también conocido como MVEG-A)
	III	1760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	

Nomenclatura

a Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg.

b Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.

Nota: Esta tabla se rige mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002.

Tomada de www.normalizacion.gob.ec

En la Tabla 3 se dan a conocer los límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina mediante una prueba dinámica en Directiva UE 98/69/CE.

Los límites específicos para cada contaminante pueden variar dependiendo de la normativa y las regulaciones locales. Por lo general, estos límites están expresados en gramos por kilómetro (g/km) o en partes por millón (ppm) para CO, HC y NO_x, mientras que para las

emisiones evaporativas pueden estar definidos en términos de presión de vapor de combustible u otros parámetros.

Para conocer los límites exactos establecidos por la normativa INEN 2204:2002 y asegurarse de cumplir con los requisitos, es importante consultar el texto completo de la normativa o cualquier documento complementario proporcionado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) o las autoridades competentes en materia de regulación ambiental en Ecuador.

Capítulo III

Materiales y Métodos

3.1 Método de la Investigación

Para el presente proyecto de titulación se utilizaron tres tipos de metodología entre ellas las siguientes: documental, experimental y analítica.

3.2 Metodología Documental

Para la presente metodología se recabó información de diferentes fuentes como libros, tesis, revistas científicas, páginas web de mayor fiabilidad, las mismas que sustenten material en el que nos ayuden con la contemplación del proyecto en general.

3.3 Metodología Práctica

Para esta metodología directamente se utilizó el equipo de diagnóstico Bosch FSA 740 el mismo que está dotado de con un software ESI [tronic] actualizado, con la capacidad de respuesta rápida y un índice alto y efectivo en cuanto al análisis de las pruebas realizadas en los dos vehículos.

Estas pruebas son la compresión relativa y la lectura de emisiones de gases de un motor gasolina y diésel concretamente.

3.4 Metodología Analítica o de Resultados

Mediante la aplicación de las dos metodologías mencionadas anteriormente se pueden analizar todos los datos obtenidos y así poder realizar una comparativa de resultados que nos ayudaron a validar con argumentos claros en nuestro estudio del presente proyecto.

3.5 Enfoque Investigativo

Como enfoque investigativo de nuestro proyecto de titulación, podemos exponer que va dirigido a la obtención de datos para determinar el estado del motor mediante una prueba establecidos según la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002 la misma que presenta datos sobre los límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles

terrestres de gasolina y la normativa ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002 que dispone datos sobre los límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres diésel, con la finalidad de realizar una comparativa entre los datos obtenidos mediante las pruebas de opacidad y resultados de gases respectivamente realizadas con el equipo de diagnóstico FSA 740.

3.6 Características de Vehículos Utilizados

El primer vehículo que se usó para realizar los análisis de las pruebas es el Chevrolet Cavalier Sedán del año 2019 (Figura 9), con un equipamiento de serie, de gran arquitectura automotriz y alto alcance de seguridad, menor consumo de combustible y menor emisiones al medio ambiente, es una de sus grandiosas ventajas, gracias al sistema incorporado llamado Start/Stop, y a su bajo peso, este vehículo fue el más comercializados en los años 2019.

Cuyas características principales se pueden observar en la tabla 1.

Figura 9

Chevrolet Cavalier



Tomado de: <https://images.kavak.services/images/30739/chevrolet-cavalier-1s2018-frontal-lateral-piloto-lejana-1608358311259.jpg?d=756x434>

Tabla 4*Datos Técnicos del Vehículo Chevrolet*

Característica	Descripción
• Cilindrada	• 1500cc
• # de cilindros	• 4 cilindros en línea
• Potencia	• 109 Hp/6000rpm
• Par Torque	• 141/4000rpm
• Combustible	• Gasolina
• Transmisión	• Manuela de 5 velocidades
• Sistema de Alimentación	• Inyección MPFI
Seguridad:	
• Frenos Anti-Bloqueo ABS	• 4 ruedas
• Control de estabilidad	• ABS
• Control de Frenado en Curvas	• CBC
• Asistente de Frenado de Emergencia	• PBA

Tomado de: www.chevrolet.com.ec

El segundo vehículo que se uso es una camioneta Toyota Hilux turbo diésel del año 2008 (Figura 10) para la prueba de opacidad, la misma que cumple con la especificación necesaria que es el uso de combustible diésel, obtener los datos sobre este modelo es algo positivo debido al alto porcentaje de automóviles que circulan. Tener referencias de datos en niveles de opacidad resulta tener información valiosa la cual puede ayudarte a resolver ciertos problemas o desperfecto en el motor o su sistema de inyección. Lo que hace de vital importancia realizar una comparativa de datos frecuente en estos automotores. Sus características principales se detallan en la Tabla 5.

Figura 10*Toyota Hilux***Tabla 5***Datos Técnicos del Vehículo Toyota*

Característica	Descripción
• Cilindrada	• 2,694cc
• # de cilindros	• 4 cilindros en línea
• Potencia Máxima	• 163/5200rpm
• Par Máximo	• 245/3800rpm
• Combustible	• Diésel
• Transmisión	• Manuela de 5 velocidades
• Normativa	• Euro 3
• Seguridad	• Activa y Pasiva
• Frenos Anti-Bloqueo ABS	• NO
• Control de estabilidad	• NO

Fuente: https://www.tomebamba.com.ec/hilux_d_4x2.pdf

3.7 Equipos Utilizados

Para el presente proyecto se dio a conocer el equipo de diagnóstico Bosch FSA 740 (Figura 11), una herramienta de vanguardia para la industria automotriz, ofreciendo un conjunto completo de funciones para el diagnóstico electrónico de vehículos. Dentro de sus características incluyen la recopilación de datos electrónicos de los vehículos, lo que facilita la identificación de problemas y el análisis de su funcionamiento.

Nos permite pruebas de sensores sin desmontaje, con esta función, los técnicos pueden realizar pruebas en los sensores del vehículo sin necesidad de desmontarlos, lo que ahorra tiempo y facilita el proceso de diagnóstico.

En cuando a la comprobación de unidades de comandos, permite verificar el funcionamiento de las unidades de control del vehículo para detectar posibles fallos o mal funcionamiento.

El FSA 740 cuenta con capacidades para analizar los gases de escape, lo que es fundamental para evaluar el rendimiento del motor y garantizar que cumpla con las regulaciones ambientales, además tiene compatibilidad con múltiples marcas de vehículos.

El Software ESI [tronic] 2.0 proporciona información detallada sobre los parámetros de funcionamiento de los vehículos, con gráficos complejos que facilitan la interpretación de los datos y la resolución de problemas durante el proceso de diagnóstico electrónico.

Gracias al programa de diagnóstico ESI [tronic] de Bosch, se tiene acceso continuo a información actualizada sobre más de 150 marcas de vehículos, que abarcan desde turismos hasta vehículos industriales, autobuses, maquinaria agrícola, obras públicas y construcción. Dependiendo del tipo de licencia, se tiene la posibilidad de acceder a una variedad de recursos, como diagramas de mantenimiento y cableado, funciones de diagnóstico, instrucciones de reparación, localización de averías y datos específicos del vehículo. Además, los paquetes para turismos incluyen la función de reparación basada en la experiencia (EBR).

Figura 11

Equipo Bosch FSA 740



Fuente: (Bosch, 2023)

En la tabla 4 se detalla los datos técnicos de este equipo de diagnóstico

Tabla 6*Datos Técnicos de Equipo Bosch FSA 740*

Osciloscopio de 2 canales	Tasa de escaneado 50 MS/s
• Generador de señales	• 10 a 12 V con 4 formas de señal 1 HZ a 1 KHz
• Rango de medición	• 0 a 60 V
• Rango de medición de corriente	• 0 a 1000A
• Rango de medición de resistencia	• 0 a 1 MΩ
• Rango de medición del voltaje de Encendido	• hasta ± 50 kV
• Rango de medición de la velocidad de Rotación	• 100 a 12 000 1/min
• Rango de medición de la temperatura del aceite	• -20 °C a 150 °C
• Rango de medición de la temperatura del aire	• -20 °C a 100 °C
• Rango de medición de la presión (atmosférica)	• -800 hPa a 1500 hPa
• Rango de medición de la presión de líquido	• 0 a 1000 kPa
• Número de pruebas de componentes	• 50 preconfiguradas
• Número de procedimientos de prueba guiados	• 18 (con valores establecidos)
• Número de señales del sensor visibles simultáneamente	• 6
• Almacenaje de secuencias de señales	• SI
• Fuente de alimentación	• 220 V AC - 240 V AC, 50 / 60 Hz, 700 W
• Rango de temperatura de funcionamiento	• 5 °C a 40 °C
• Dimensiones	• 1780 x 860 x 760 mm
• Peso	• 91 kg

Para realizar las pruebas de emisiones de gases se utilizaron ciertas herramientas que incluye el equipo, útil a la hora de realizar las pruebas pertinentes en este proyecto tales como:

3.7.1 *Opacímetro Bea 070 Bosch*

De acuerdo con (Bosch, 2022), el módulo de medición de gases de humo BEA 070 (Figura 12) ayuda a sensar las emisiones generadas en vehículos con motor diésel a través del tubo de escape. Esta prueba nos permite medir el porcentaje de opacidad presente en los gases generados por la quema incompleta del combustible.

Figura 12

Opacímetro BEA 070 Bosch



Tomado de: Bosch Bea 070 Original Instructions Manual Pdf Download | ManualsLib

3.7.2 *Analizador de Gases BEA 055 Bosch*

El medidor de gases utilizado es el módulo BEA055 (Figura 13), el cual se emplea para realizar mediciones sencillas de los gases de escape en vehículos. El BEA 550 es un sistema modular sin un lugar de montaje fijo, diseñado específicamente para medir los gases de escape de vehículos con motores de gasolina (Otto) que circulan en las vías.

Está compuesto por componentes que permiten verificar el aspecto de los vehículos con motores a gasolina, necesarios para llevar a cabo análisis de emisiones requeridos por la normativa de tránsito y control, BEA 055 es un sistema de estructura modular sin lugar de montaje fijo, para la medición de los gases de escape de gasolina. Los componentes para comprobar son de aspecto de los vehículos con motores a gasolina (Otto) que circulan en las vías en los que se tienen que realizar análisis de emisiones.

Figura 13

Analizador de Gases BEA 055 Bosch



Tomado de: <https://www.manualslib.com/manual/1888059/Bosch-Bea-055.html>

3.8 Mantenimiento del Equipo Bosch FSA 740

El mantenimiento del equipo Bosch FSA 740 es fundamental para garantizar su rendimiento óptimo y prolongar su vida útil. A continuación, se detallan algunas pautas generales para el mantenimiento de este equipo:

- Limpieza regular: Mantener el equipo limpio y libre de polvo y suciedad. Utiliza un paño suave y seco para limpiar la superficie exterior y los controles.

Calibración periódica: Realizar calibraciones regulares según las especificaciones del fabricante para garantizar mediciones precisas y consistentes.

- Actualización del software: Verificar regularmente si hay actualizaciones de software disponibles y realiza las actualizaciones según las instrucciones del fabricante. Esto garantizará que el equipo esté actualizado con las últimas funciones y correcciones de errores.
- Inspección de cables y conectores: Verificar visualmente los cables y conectores en busca de signos de desgaste, daños o conexiones sueltas. Asegúrate de que estén correctamente conectados y en buen estado.
- Mantenimiento de la batería: Si el equipo utiliza baterías recargables, seguir las recomendaciones del fabricante para su mantenimiento. Esto puede incluir ciclos de carga y descarga regulares para prolongar la vida útil de la batería.
- Seguir las recomendaciones del fabricante: Consultar el manual del usuario y sigue las recomendaciones específicas del fabricante para el mantenimiento adecuado del equipo Bosch FSA 740.

Siempre es recomendable realizar el mantenimiento siguiendo las pautas proporcionadas por el fabricante para garantizar el rendimiento óptimo y la seguridad del equipo. Si tienes dudas o necesitas asistencia adicional, contacta al servicio técnico autorizado de Bosch.

El mantenimiento del equipo de diagnóstico automotriz Bosch FSA 740 consiste en realizar una actualización del software de este, y a su vez la calibración y puesta a punto de los equipos de medición de los que consta como lo son su analizador de gases y opacímetro, a estos antes mencionados se le debe realizar una calibración y cambio de filtros anualmente para así poder dar una lectura correcta.

En este equipo específico, con el cual se realiza las pruebas para el proyecto, se le realizó el cambio de todos los filtros, debido a que, por motivos de tiempo y uso, estos ya acumulaban humedad y suciedad, lo que hacía que la lectura de los datos sea errónea. Así mismo para el analizador de gases se procedió al cambio de Sensor O₂ BEA el cual presentaba sulfato y humedad, lo que ocasiona una mala interpretación en la lectura.

El cambio de los filtros los realizó personal técnico de la empresa Tecnova, los cuales también actualizaron el software y realizaron la calibración de este. Este procedimiento se lo realizó para poder realizar el correcto uso del equipo, se muestra en la Tabla 5 las partes y piezas que fueron parte del proceso del mantenimiento del Bosch FSA740.

Tabla 7

Elementos Sustituídos del Equipo Bosch FSA 740

Código	Descripción
• 1 687 224 727	• Sensor O ₂ BEA
• 1 687 432 005	• Filtro BEA
• 1 687 432 014	• Filtro de carbón activo
• 1 687 431 018	• Filtro EPS 100
• TPQ 0001	• Punto de servicio-calibración gas patrón BEA060
• TPQ 0001	• Punto de servicio – calibración BEA 070
• TPQ 0001	• actualización software Esi-Tronic 2.0, FSA Bosch Emission Analysis
• TPQ 0001	• Revisión – Mantenimiento EPS / Solucionador conjunto EPS 100

Fuente: (Bosch,2023)

Capítulo IV

Pruebas y Resultados

En este capítulo, se procede a examinar detalladamente las pruebas y resultados obtenidos del análisis de gases y la medición de compresión relativa mediante el equipo FSA 740. Se aborda exhaustivamente la composición gaseosa y la precisión de las mediciones de compresión relativa, utilizando el mencionado equipo como herramienta principal. Los datos recopilados son analizados para poder evaluar el estado de los vehículos, según la normativa ya expuesta en el capítulo III y esclarecer los fenómenos estudiados. Este análisis proporcionará una comprensión más profunda de los aspectos fundamentales relacionados con el uso de herramientas tecnológicas en la ingeniería.

4.1 Análisis de Gases

El análisis de gases en vehículos diésel y gasolina es un procedimiento fundamental del mantenimiento y el rendimiento óptimo del motor. Este procedimiento implica medir y evaluar las emisiones de escape del vehículo para asegurarse de que estén dentro de los límites establecidos por las regulación o normativa impuesta. El módulo de medición FSA 740 proporciona un dispositivo de verificación rápida y precisa de los sistemas eléctricos de los vehículos, todo en un conjunto que incluye un práctico carro de taller y un completo sistema informático. Esta solución representa una opción genuinamente portátil para evaluar componentes eléctricos y electrónicos.

El osciloscopio de 2 canales de alto rendimiento cuenta con una notable frecuencia de muestreo de 50 MS/s, lo que ayuda a los técnicos a capturar con precisión imágenes de las formas de onda y a resolver rápidamente problemas eléctricos para brindar soluciones rápidas.

3.7.3 Pruebas en el Vehículo Chevrolet Cavalier

Para la realización de la prueba de emisiones en el Chevrolet Cavalier se detalla el uso del módulo BEA-055 de Bosch FSA-740, mientras se opera con la falla simulada. Este módulo

está diseñado específicamente para la medición de gases de escape en vehículos a gasolina, proporcionando datos precisos y detallados sobre las emisiones.

Dicho procedimiento para la medición de gases de escape requiere una configuración adecuada del analizador de gases para garantizar mediciones precisas y confiables.

Dentro de los ajustes importantes debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- *Estanqueidad.* Es crucial verificar la estanqueidad del sistema de toma de gases de escape, incluyendo la sonda, los tubos flexibles y el filtro grueso. Se debe realizar una prueba de fugas para asegurarse de que no haya escapes que puedan afectar la precisión de las mediciones.
- *Tiempo de precalentamiento.* El analizador de gases requiere un tiempo de precalentamiento de aproximadamente un minuto antes de realizar mediciones. Durante este tiempo, no es posible realizar ninguna medición. Es importante tener en cuenta este tiempo al planificar las pruebas.
- *Ajuste a cero durante la medición de gases de escape.* Durante la medición de gases de escape, el analizador realiza ajustes automáticos periódicos al aire ambiente para verificar la precisión de las mediciones. Este ajuste también dura alrededor de 30 segundos y utiliza un filtro de carbón activo para depurar hidrocarburos del aire ambiente aspirado.
- *Proceso de encerado.* Antes de iniciar el proceso de medición, es necesario desconectar la manguera del filtro principal para permitir que los hidrocarburos (HC) de la sonda lleguen a cero. Esto asegura una línea base adecuada para las mediciones.

La Figura 14 muestra la desconexión de la manguera de gases con el analizador de gases BEA-055, lo cual es parte del proceso de encerado descrito anteriormente.

Figura 14

Desconexión de Manguera de Sonda de Gases



A continuación, se presenta el paso a paso del procedimiento para realizar mediciones de los gases de escape con el fin de analizar la variación de resultados en condiciones normales de funcionamiento y durante la simulación de fallas en el vehículo:

- Encender el vehículo hasta que el mismo haya tomado su temperatura adecuada de funcionamiento (Figura 15).

Figura 15

Temperatura de Funcionamiento de Motor



- Ingresar al software de Bosch FSA 740 como se detallas en la figura 16

Figura 16

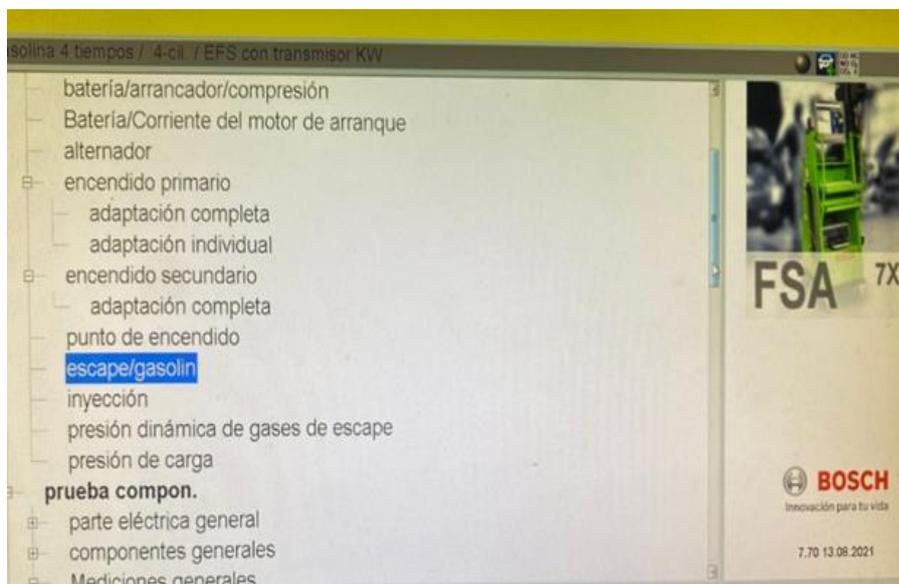
Ingreso al Software de FSA 740



- Una vez dentro del software de Bosch FSA 740 Seleccionar "pasos de prueba". Dentro del menú de pasos de prueba, buscar y seleccionar la prueba específica para la medición de gases de escape en vehículos de gasolina, que generalmente se encuentra bajo el nombre "escape/gasolina". Esto te llevará a un menú con las diferentes pruebas disponibles que ofrece el sistema como detalla la figura 17.

Figura 17

Selección de Pasos en el Menú



- Para completar el procedimiento descrito, es indispensable conectar la sonda del analizador BEA-055 para la medición en el tubo de escape del vehículo como se muestra a continuación en la figura 18.

Figura 18

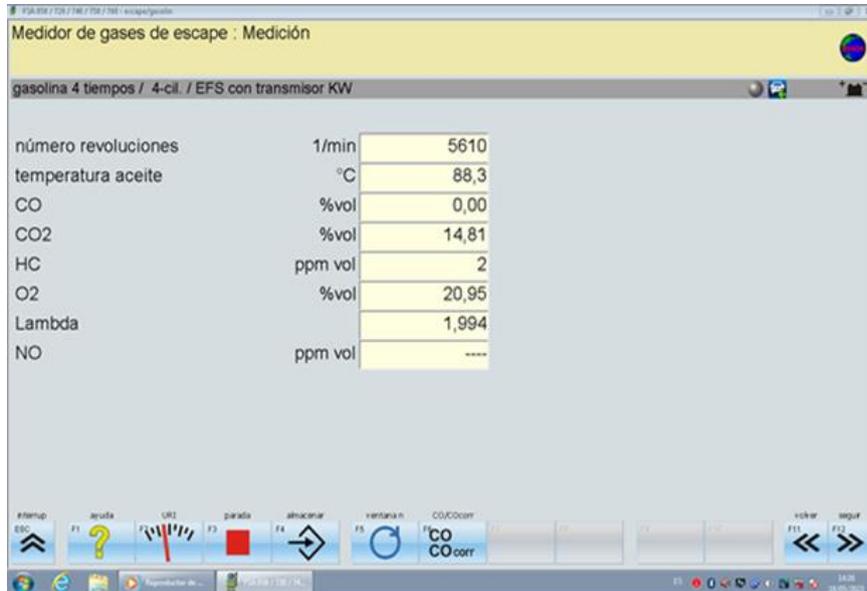
Instalación de Sonda de Prueba FSA 740 en el Tubo de Escape



3.7.4 Resultados de Emisión de Gases

Es importante seguir cada paso cuidadosamente para asegurar que se realicen mediciones precisas y confiables tanto en condiciones normales de funcionamiento como durante la simulación de fallas en el vehículo. La observación de los resultados obtenidos durante este proceso puede proporcionar información valiosa sobre el rendimiento del sistema de escape y la respuesta del vehículo ante condiciones adversas.

Para finalizar en la figura 19 se aprecia detalladamente, la obtención de los resultados finales de las pruebas de emisiones de gases gasolina realizadas con el equipo BEA 055 de Bosch FSA740, tales como el número de revoluciones, temperatura adecuada de funcionamiento, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos (HC), oxígeno (O₂), lambda y óxido de nitrógeno (NO) correspondientemente.

Figura 19*Resultados de la Prueba de Emisiones de Gases*

4.2 Análisis de Resultados de Emisiones de Gases de Chevrolet Cavalier según la Normativa

Según la normativa INEN 2204 expresada en la tabla 1 en el capítulo III habla sobre los límites permitidos de gases para poder circular con normalidad en el territorio ecuatoriano, dadas las circunstancias tomando en cuenta el año del vehículo Chevrolet Cavalier 2019 considerado desde el 2000 hacia adelante, los resultados arrojados en la prueba son favorables, ya que a 2250 metros sobre el nivel del mar y 2580 RPM, la cantidad de monóxido de carbono (CO) es del 0.2% y 14 ppm de hidrocarburos (HC).

4.2.1 Compresión Relativa

La compresión relativa no es más que una alternativa de prueba, donde se determina parámetros del estado de un motor, mediante la comparación de las compresiones entre los cilindros, puede realizarse observando la corriente necesaria para levantar cada cilindro en su carrera de compresión. La lógica detrás de esto es que cuanto mejor sea la compresión en un cilindro, mayor será el consumo de corriente necesaria para superar esa compresión durante la fase de compresión.

Es fundamental para el correcto funcionamiento del motor contar con una compresión adecuada. La compresión, determinada por el área de barrido del pistón en la zona de combustión, se conoce como relación de compresión. Además, la eficacia de la junta entre el cilindro y el pistón, asegurada por los anillos de sellado, también influye en este aspecto.

Los anillos del pistón, fabricados con hierro fundido centrifugado, crean un sello mediante presión radial y se eligen por sus propiedades autolubricantes.

Cuando se identifica un problema mediante una forma de onda de compresión relativa, es necesario realizar una prueba específica.

En el caso de motores de gasolina, durante la prueba de compresión, se debe abrir completamente la válvula reguladora para permitir un mayor flujo de aire hacia los cilindros.

Los valores típicos de compresión oscilan entre 120 y 200 psi, y una baja compresión puede ser causada por diversos factores, como:

- Una junta ineficaz entre el cilindro y el pistón.
- Asentamientos deficientes de las válvulas
- Anillos de pistón dañados
- Sincronización incorrecta del árbol de levas.
- Una toma de admisión obstruida.

4.2.1 Pruebas en el Vehículo Chevrolet

Para realizar la prueba de compresión relativa usando el equipo de diagnóstico FSA 740, se recomienda cortar la inyección o también podemos cortar el pase de corriente en las bobinas y así impedir que el motor se ponga en marcha, las dos alternativas son válidas, para esta prueba se ha considerado la de buscar el relevador de la bomba de combustible como indica la figura 20 para proceder al corte de inyección.

Figura 20*Desconexión de Relé de Bomba de Combustible*

Posterior a cortar la inyección, se procede a conectar las pinzas en los bornes de la batería positivo y negativo correspondientemente, la mismas que determinan o evalúan el estado de la carga de la batería, procedimiento importante para realizar la prueba, según la figura 21.

Figura 21*Conexión de Pinzas de Batería*

Como siguiente paso se conecta la pinza amperimétrica para medir corriente en el circuito eléctrico, es importante conectarla correctamente y tener en cuenta la dirección de la corriente, si se conecta en el polo negativo la flecha debe apuntar en sentido contrario y si se conecta al polo positivo la flecha debe apuntar al borne positivo tal y como se indica en la figura 22.

Figura 22

Conexión de Pinza Amperimétrica



En la figura 23 se procede a adaptar e introducir el sensor de temperatura del aceite del motor, el mismo que determina la temperatura adecuada de funcionamiento, esta sonda es ajustable posee una regulación, dando en cualquier carro indiferentemente cualquiera que sea la marca.

Para introducir el sensor de temperatura del aceite del motor en el equipo FSA 740 de Bosch, sigue estos pasos:

Preparación del equipo: Encender el equipo FSA 740 y esperar a que se inicie correctamente. Asegúrate de tener acceso a la opción de configuración o ajustes del equipo.

Acceder al menú de configuración: Navegar a través del menú del equipo FSA 740 hasta encontrar la opción de configuración o ajustes. Esto puede variar dependiendo del software y la interfaz específica del equipo.

Seleccionar la opción de sensores: Una vez que se está en el menú de configuración, buscar la opción que te permita agregar o configurar sensores adicionales. Puede estar etiquetada como "Sensores", "Ajustes de sensor" o algo similar.

Elegir el tipo de sensor: Dentro de la opción de sensores, buscar el tipo específico de sensor que se está añadiendo. En este caso, seleccionar "Sensor de temperatura del aceite del motor".

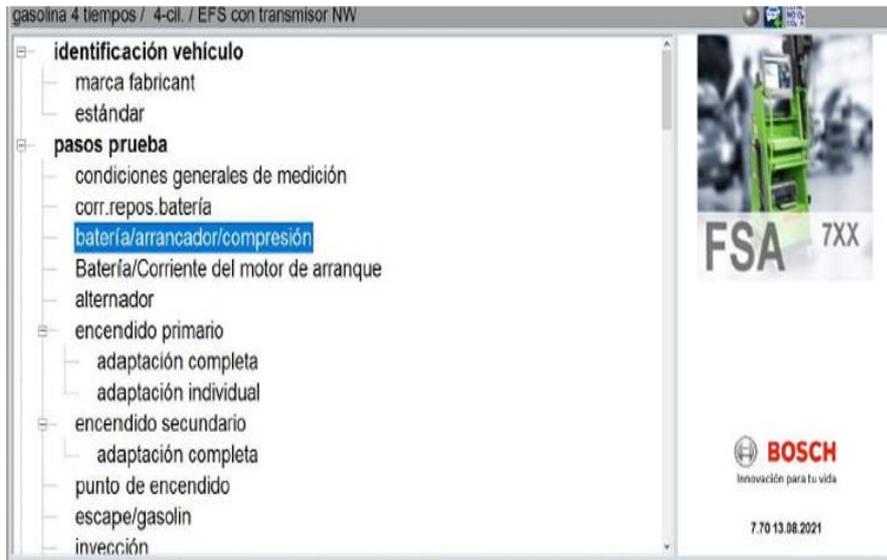
Conexión del sensor: Conectar físicamente el sensor de temperatura del aceite del motor al equipo FSA 740. Esto puede implicar el uso de cables o adaptadores proporcionados con el sensor.

Calibración (si es necesario): Dependiendo de las especificaciones del sensor, es posible que se necesite realizar una calibración inicial para asegurarse de que las lecturas sean precisas. Seguir las instrucciones proporcionadas por el fabricante del sensor.

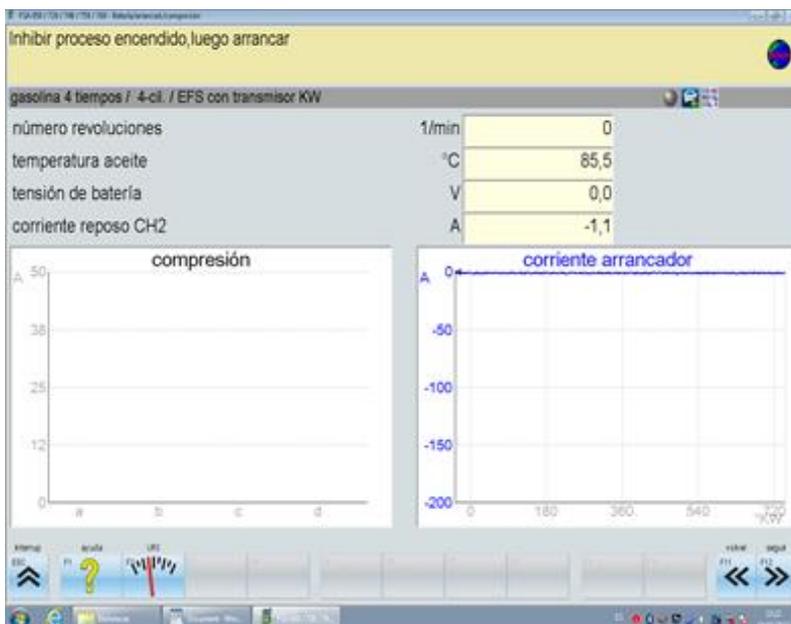
Verificación de la conexión: Una vez que el sensor esté conectado, verificar que el equipo FSA 740 reconozca el sensor correctamente. Se puede hacerlo navegando a través de los menús del equipo y buscando la opción que muestre los sensores conectados.

Confirmación y ajustes adicionales (si es necesario): Confirmar que el sensor de temperatura del aceite del motor esté funcionando correctamente en el equipo FSA 740. Si es necesario, realizar ajustes adicionales en la configuración para garantizar la precisión y la fiabilidad de las lecturas del sensor.

Al seguir estos pasos, se puede introducir correctamente el sensor de temperatura del aceite del motor en el equipo FSA 740 de Bosch y utilizarlo para realizar diagnósticos y mediciones adicionales en el vehículo.

Figura 25*Menú para Prueba de Compresión*

En la figura 26 se puede apreciar el ingreso al menú donde se abren ciertas opciones que describen la respectiva prueba, una vez verificado que todo esté conectado, según indicaciones dadas en la pantalla se procede a dar arranque durante el tiempo que sea necesario. Hasta que se arrojen todos los resultados.

Figura 26*Datos Obtenidos*

4.2.2 Resultados de Compresión Relativa

Utilizar una pinza amperimétrica como el FSA 740 para medir la compresión relativa en un motor diésel puede ser poco convencional, ya que las pinzas amperimétricas generalmente se utilizan para medir corriente eléctrica en conductores. Sin embargo, si se quiere utilizar de esta forma, sería necesario adaptar el método y tener en cuenta ciertas consideraciones.

Aquí hay un procedimiento aproximado para utilizar una pinza amperimétrica FSA 740 para medir la compresión relativa en un motor diésel:

- Preparación del motor: Asegurarse de que el motor esté en condiciones adecuadas para la prueba de compresión, como temperatura de funcionamiento normal y sistema de combustible en buen estado.
- Localización de la pinza amperimétrica: Colocar la pinza amperimétrica FSA 740 alrededor del cable de alimentación del motor de arranque del vehículo. Este cable suministra corriente al motor de arranque, que a su vez gira el motor de arranque. La cantidad de corriente consumida por el motor de arranque está relacionada con la carga del motor.
- Registro de datos: Conectar la pinza amperimétrica al FSA 740 y registrar los datos de corriente medidos durante el arranque del motor. Este registro debe hacerse durante varias vueltas del motor de arranque para obtener una buena muestra de la compresión en todos los cilindros.
- Interpretación de resultados: Analiza los datos registrados para identificar posibles disparidades en la compresión entre los cilindros del motor. Puedes comparar los valores de corriente medidos entre los cilindros para obtener una idea relativa de la compresión en cada uno.

Es importante tener en cuenta que este método es menos preciso y confiable que las técnicas de medición de compresión convencionales, como el uso de un medidor de compresión. Por lo tanto, se recomienda utilizar este enfoque solo como una medida aproximada y complementaria en ausencia de un medidor de compresión adecuado (Figura 27). Además, es fundamental seguir todas las medidas de seguridad necesarias al trabajar alrededor de un motor en funcionamiento y equipos eléctricos.

Figura 27

Datos Obtenidos



4.3 Opacidad

La opacidad se refiere a la cantidad de luz que puede pasar a través de un medio, como el humo o cualquier otro material que obstruya el paso de la luz. En el contexto de los vehículos diésel y los sistemas de escape, la opacidad se utiliza comúnmente para medir la densidad del humo producido por el motor.

4.3.1 Pruebas en el Vehículo Toyota

Para realizar una prueba de opacidad con el equipo BEA 070, generalmente se siguen los siguientes pasos:

Preparación del Equipo:

Asegurarse de que el equipo BEA 070 esté en buenas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

Verificar que tengas todos los accesorios necesarios, como la sonda de medición y los cables de conexión.

- Preparación del Vehículo:

Estacionar el vehículo en un área bien ventilada y plana, preferiblemente en un área designada para pruebas de emisiones.

Asegurarse de que el motor del vehículo esté caliente y en funcionamiento, ya que las mediciones de opacidad se realizan con el motor en marcha.

- Conexión del Equipo:

Conectar el equipo BEA 070 al sistema de escape del vehículo utilizando la sonda de medición (Figura 28).

Figura 28

Instalación de la Sonda en el Tubo de Escape



Asegurar de seguir las instrucciones del fabricante para conectar correctamente el equipo y asegurar un sellado adecuado alrededor del escape.

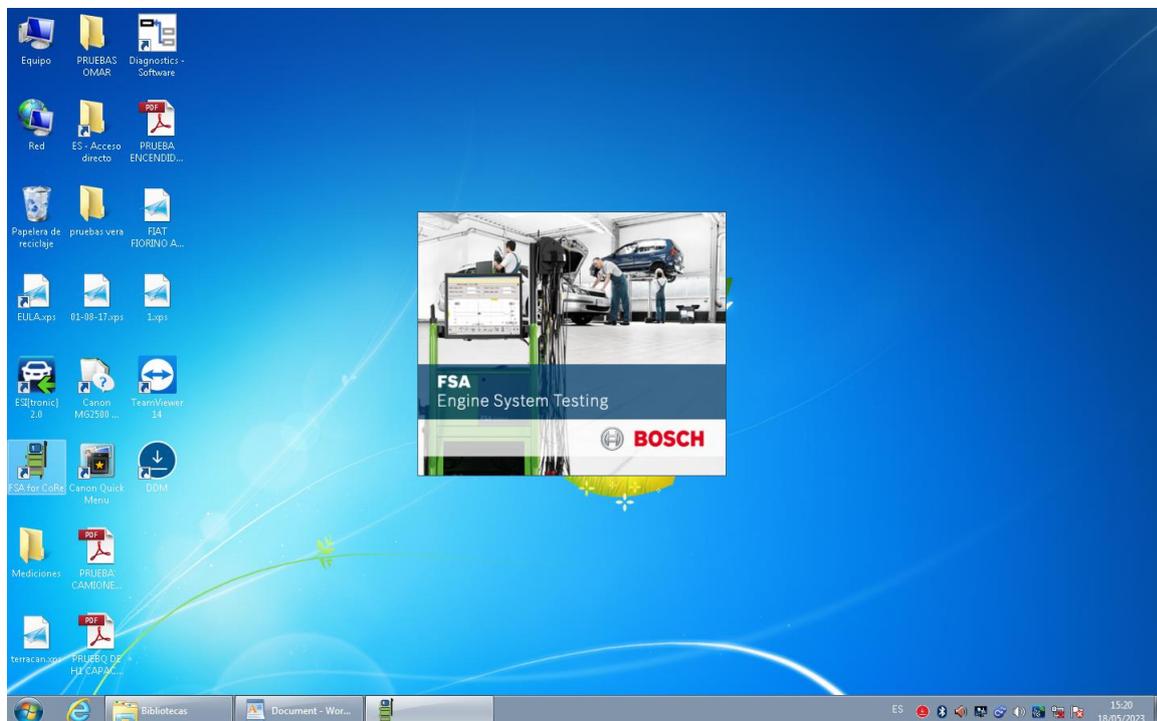
- Inicio de la Prueba:

Iniciar la prueba en el equipo BEA 070 según las instrucciones del fabricante.

Esto puede implicar presionar un botón de inicio en el equipo o seleccionar el modo de prueba adecuado en la interfaz del dispositivo (Figura 29).

Figura 29

Inicio de la Prueba-Registro de Datos



- Medición de Opacidad:

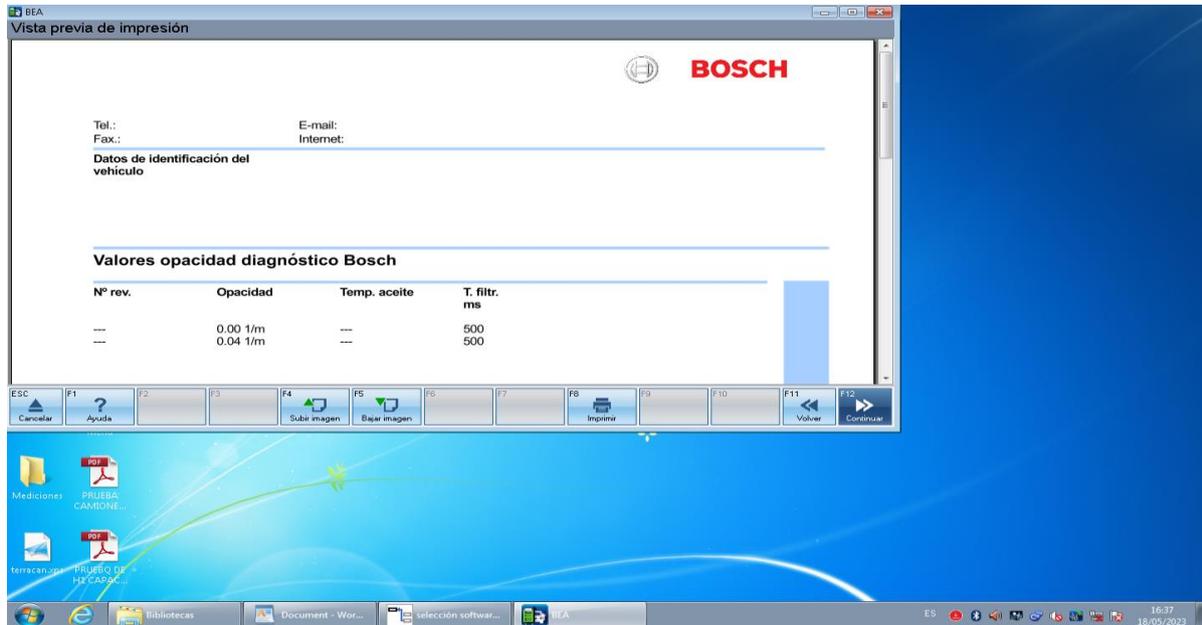
Mientras el motor del vehículo está en marcha, el equipo BEA 070 comenzará a medir la opacidad del humo emitido por el escape.

Observar las lecturas en tiempo real en la pantalla del equipo y asegúrate de seguir las instrucciones del fabricante para realizar la prueba correctamente. Para realizar la prueba de opacidad es necesario utilizar el equipo de diagnóstico Bea 070 como se indica en la figura 25

- Colocar la sonda en el tubo de escape
- Preparar el equipo con opción de opacidad

Figura 30

Registro de Valores



4.3.2 Resultados de Opacidad

La opacidad en los gases de escape de un vehículo se refiere a la cantidad de humo o partículas visibles que emite el escape durante el funcionamiento del motor. Para medir la opacidad, se utiliza un opacímetro, que es un dispositivo diseñado específicamente para esta tarea. El opacímetro mide la cantidad de luz que se bloquea o atenúa al pasar a través de los gases de escape, lo que proporciona una medida objetiva de la opacidad (Figura 31).

Los resultados de opacidad en una camioneta Toyota Hilux 2008 se expresarán en forma de un valor numérico que indica la opacidad medida en porcentaje o en unidades específicas del opacímetro. Estos valores pueden variar dependiendo de las condiciones de funcionamiento del motor y del estado del sistema de escape y de filtración de partículas.

Figura 31*Conexión del Sistema*

Para interpretar los resultados de opacidad, se suelen utilizar los estándares establecidos por las autoridades regulatorias o por los fabricantes de vehículos. Por lo general, se establece un límite máximo de opacidad permitido, y los resultados de la prueba se comparan con este límite para determinar si el vehículo cumple con los estándares de emisiones.

Si los resultados de opacidad superan el límite establecido, puede indicar un problema con el sistema de combustión del motor, como la mala combustión del combustible, el desgaste de los componentes del motor o problemas con el sistema de inyección de combustible. En tal caso, se pueden requerir ajustes o reparaciones para corregir el problema y reducir la opacidad de los gases de escape a niveles aceptables (Figura 32).

Es importante tener en cuenta que los resultados de opacidad son solo una medida de las emisiones visibles y no necesariamente reflejan la calidad general de las emisiones del vehículo. Otros contaminantes atmosféricos, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los

hidrocarburos, también deben ser considerados en la evaluación de las emisiones de un vehículo (Figura 33).

Figura 32

Valores del Motor

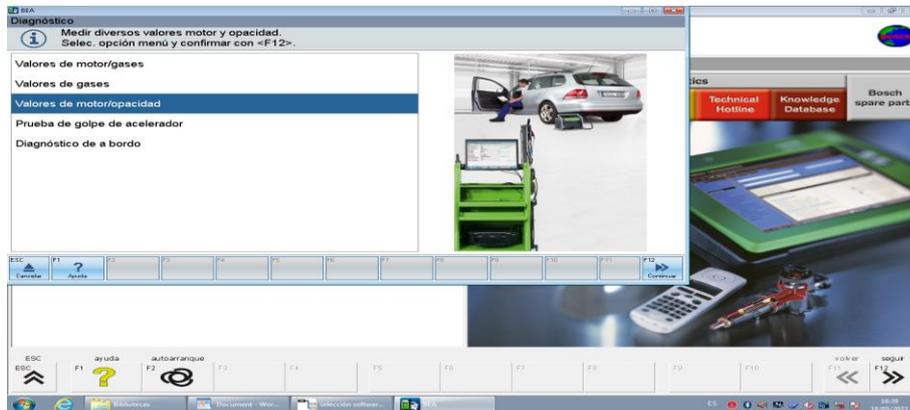


Figura 33

Muestra de los Resultados en Pantalla



Conclusiones

Se ha evaluado exhaustivamente el estado del equipo Bosch FSA740, incluyendo su condición física, funcionalidad y precisión. Esto proporciona una base sólida para determinar su idoneidad para llevar a cabo la calibración y la puesta en funcionamiento del sistema de medición. Se ha confirmado que el equipo Bosch FSA740 está calibrado correctamente, lo que garantiza mediciones precisas y consistentes. La calibración es un paso fundamental para asegurar la fiabilidad de cualquier sistema de medición y tras verificar el estado del equipo y calibrarlo según sea necesario, se ha procedido con éxito a la puesta en funcionamiento del sistema de medición. Esto significa que el sistema está listo para ser utilizado de manera efectiva en la realización de mediciones y pruebas.

El proceso de diagnóstico cumplió con éxito su objetivo de proporcionar información valiosa sobre los vehículos Chevrolet Cavalier 2019 y Toyota Hilux 2008, brindando una base sólida para tomar medidas correctivas o preventivas según sea necesario. Este enfoque sistemático y proactivo hacia el mantenimiento y la gestión de vehículos es esencial para garantizar su fiabilidad y durabilidad a largo plazo.

La comparación de los datos de compresión relativa y de gases proporcionó información crucial sobre el estado y la eficiencia de los motores de combustión interna de los vehículos de prueba. Al analizar los datos de compresión relativa, pudimos evaluar la uniformidad y la fuerza de compresión en los cilindros de cada vehículo. Una compresión uniforme y dentro de los rangos esperados es un indicativo de un motor en buen estado y con un desgaste mínimo en los componentes internos. Por otro lado, al examinar los datos de gases de escape, se pudo evaluar la composición de los gases producidos durante la combustión, lo que proporciona información sobre la eficiencia del proceso de combustión y la presencia de posibles problemas, como fugas en los cilindros o un mal funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

Recomendaciones

Es importante tener acceso a información técnica detallada sobre los sistemas y componentes de los vehículos, como diagramas de cableado, procedimientos de diagnóstico y reparación, especificaciones técnicas, etc. Esto ayuda a interpretar los resultados de las pruebas de diagnóstico y a realizar cualquier reparación o mantenimiento necesario.

Si se encuentran dificultades durante el proceso de diagnóstico o se necesita asistencia adicional, no dudar en consultar con expertos en diagnóstico automotriz o en los servicios técnicos de Chevrolet y Toyota.

Se debe seguir los procedimientos de prueba recomendados por los fabricantes de los equipos de medición y por los fabricantes de los vehículos. Esto incluye seguir los pasos adecuados para la conexión de los dispositivos de medición y realizar las mediciones de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Bibliografía

- Alonso, J. (2005). *Técnicas del Automóvil, Equipo Eléctrico*. Madrid: Paraninfo.
- Asensio, D. (2010). *Universidad Politecnica de Cataluña* . Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9682/03_Mem%C3%B2ria.pdf
- Clerque, J. N. (2019). *Análisis de Los Sistemas Eléctricos y Electrónicos de Combustion Interna Mediante la Utilizacion del Osciloscopio Automotriz Bosch Fsa 750*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Cordero, P., & Sanchez, M. (2015). *Dspace de la Universidad del Azuay*. Obtenido de Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobar: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4900/1/11341.pdf>
- Drozd, A. (2017). Diagnóstico del sistema de arranque del automóvil. *Motores de Combustión* , 19-22.
- Laica, W. (2012). *Dspace de la Universidad del Azuay* . Obtenido de Implementación de un banco de pruebas para la unidad de control electrónico de vehículos con sistemas de inyección electrónica para la Escuela de Ingeniería Automotriz: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3867/1/65T00033.pdf>
- Lastra Ruiz Kevin Stalin, V. O. (2022). Evaluación de la Gestión Electrónica y Mantenimiento del. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Loza Lalangui, C. P., & Quisphe Reinoso, H. S. (2022). *Análisis de las Normativas INEN de Ecuador y Euro de la Comunidad Europea, en cuanto a las consideraciones Técnicas y Procedimientos para la medición de las emisiones de gases contaminantes de los vehículos* (Doctoral dissertation, QUITO/UIDE/2022).
- Marius Toma, D. M. (2019). Influencias de las averías del motor en la emisión de contaminantes. *El servier*, 1.
- Mayorga Pardo, A. S. (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(Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Me). Ambato: Repositorio Universidad Técnica de Ambato. doi:<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/4338>

Romero, M. A. (2015). Estudio Análisis del Motor de Combustión Interna del Vehículo Híbrido del Toyota Prius Modelo A . Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador .

Villegas, A. M. (2007). Motores de Combustión Interna. En A. M. Villegas, *Motores de Combustión Interna* (pág. 4). Sant Celoni : IES Baix Montseny.

