



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**“ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN
MOTOR G10 SUZUKI FORZA MODIFICADO EN SU
TORQUE Y POTENCIA CON LA APLICACIÓN DE
GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE EN EL
ECUADOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRÍZ

AUTOR:

JONATHAN ANDRES ROMERO REALPE

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

**“ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN
MOTOR G10 SUZUKI FORZA MODIFICADO EN SU
TORQUE Y POTENCIA CON LA APLICACIÓN DE
GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE EN EL
ECUADOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRÍZ

AUTOR: JONATHAN ANDRES ROMERO REALPE

DIRECTOR: ING. JOHNNY PANCHAS RAMOS MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Jonathan Andres Romero Realpe

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

Yo, Jonathan Andres Romero Realpe, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de septiembre de 2021

A handwritten signature in blue ink that reads "Jonathan Romero". The signature is enclosed within a large, hand-drawn blue oval. There is a horizontal line drawn below the signature.

Jonathan Andres Romero Realpe
Cédula de Identidad: 100370070-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de investigación , **ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN MOTOR G10 SUZUKI FORZA MODIFICADO EN SU TORQUE Y POTENCIA CON LA APLICACIÓN DE GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE EN EL ECUADOR** , realizado por el señor: **JONATHAN ANDRES ROMERO REALPE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos, Mgs PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-09-10
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos, MSc. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2021-09-10
Ing. Víctor David Bravo Morocho, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-09-10

DEDICATORIA

Este trabajo y la obtencion de mi titulo profesional son dedicados a mi mamita Delia, Consuelo, mis tíos Silvia, Marcelo y mi hermana Carolina quienes fueron las personas que me brindaron su apoyo fundamental, valores y consejos a lo largo de mi vida personal y profesional para poder culminar mis estudios con éxito.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Lo primero que quiero es agradecer a Dios por derramar bendiciones sobre mí y llegar tan lejos en mis días difíciles como estudiante, por tener una familia que nunca me a dejado de apoyar y por colocar en mi vida a personas que fueron muy positivas en cuanto a mi realización como profesional

Muestro un agradecimiento a todos mis profesores que fueron parte de este sueño también fueron pilar fundamental que ayudaron en las dificultades durante toda la carrera.

Agradezco de una manera muy fraterna al Ingeniero Johnny Pancha Ramos que fue una persona que ayudo a culminar este sueño de ser ingeniero y gracias por brindarme todos los conocimientos y su confianza.

A mi querida abuelita Delia Flores que siempre me apoyo, le agradezco por todo el apoyo incondicional que tubo conmigo desde pequeño, también por nunca dejarme solo cuando me sentía derrotado y se sentirá muy orgullosa por un logro en mi vida. A mi querida madre Consuelo Realpe gracias por tener siempre tu apoyo sentimental e incondicional que me ayudaron a acabar la carrera y por decirme que nunca me rindiera en los momentos más complicados de mi vida.

A mi querida tía Silvia Realpe que siempre estuvo al pendiente en los momentos complicados y en su aliento para culminar la carrera te agradezco, por tus consejos y por la ayuda que me brindaste ya que tu siempre fuiste mi mayor motivación de salir adelante.

A mi querido tío Marcelo Realpe por tus consejos y apoyo en momentos difíciles que me ayudaron en toda mi vida tanto profesional y personal, gracias por tomarme en cuenta para todo no sabes cuánto te agradezco.

A mi hermana Carolina Espinoza que siempre estuviste al pendiente de la tesis y que algún día también puedas culminar la carrera que más te guste ese es mi gran deseo.

Jonathan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Delimitación del problema	2
1.4. Justificación	2
1.4.1. <i>Justificación teórica</i>	4
1.4.2. <i>Justificación metodológica</i>	4
1.4.3. <i>Justificación práctica</i>	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.6. Marco conceptual.....	5
1.6.1. <i>Potencia</i>	5
1.6.2. <i>Torque</i>	5
1.6.3. <i>Ciclo de funcionamiento de un motor real</i>	7
1.6.4. <i>Recomendaciones para la modificación del motor en par motor y potencia</i>	8
1.6.5. <i>Lo bueno y lo malo de la modificación del motor</i>	9
1.6.6. <i>Modificación del motor</i>	9
1.6.7. <i>Componentes de emisiones del motor a gasolina</i>	28
1.7. Marco teórico.....	30
1.7.1. <i>Las emisiones que contaminan en un motor a gasolina</i>	30
1.7.2. <i>Valores normales de gases</i>	32
1.7.3. <i>Emisiones generadas por un motor con gasolina que comercializa Ecuador</i>	33

1.7.4.	<i>Relación entre los electrodos de las bujías y las emisiones de un motor a gasolina</i> ...	36
1.8.	Marco legal	38

CAPÍTULO II:

2.	MARCO METODOLÓGICO	40
2.1.	Enfoque de la investigación	40
2.1.1.	<i>Enfoque cuantitativo</i>	40
2.2.	Tipo de Estudio	40
2.2.1.	<i>De Campo</i>	40
2.2.2.	<i>Bibliográfico</i>	40
2.3.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	40
2.3.1.	<i>Métodos</i>	40
2.4.	Proceso de obtención de datos	42
2.4.1.	<i>Herramientas y equipos utilizados en el estudio</i>	42
2.4.2.	<i>Variables dependientes e independientes</i>	45
2.4.3.	<i>Caracterización del estudio</i>	45
2.4.4.	<i>Pasos para la realización de pruebas</i>	45

CAPÍTULO III

3.	MODIFICACIÓN DEL CABEZOTE	49
3.1.	Aumento de relación de compresión	49
3.2.	Mecanizado	49
3.2.1.	<i>Admisión</i>	49
3.2.2.	<i>Escape</i>	50
3.3.	Afinación y pulido de la cámara de combustión	50
3.4.	Montaje del cabezote	51
3.5.	Sistema de distribución	52
3.5.1.	<i>Eje de levas</i>	52
3.6.	Sistema de escape	53
3.7.	Torque y potencia	54
3.7.1.	<i>Antes de la modificación del cabezote</i>	55
3.7.2.	<i>Después de la modificación del cabezote</i>	56
3.8.	Emisiones antes de la modificación del cabezote	57

3.8.1.	<i>Combustible: Extra</i>	57
3.8.2.	<i>Combustible: Súper</i>	57
3.9.	Emisiones después de la modificación del cabezote	57
3.9.1.	<i>Combustible: Extra</i>	57
3.9.2.	<i>Combustible: Súper</i>	57
3.10.	Resultados	58
3.10.1.	<i>Análisis de emisiones antes de la modificación del cabezote</i>	58
3.10.2.	<i>Análisis de emisiones después de la modificación</i>	65
3.11.	Discusión de resultados	72
CONCLUSIONES		74
RECOMENDACIONES		75
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Delimitación del Problema	2
Tabla 2-1:	Suzuki Forza (parte1)	3
Tabla 3-1:	Rectificación de serie	11
Tabla 4-1:	Juego del montaje de los cojinetes de biela	15
Tabla 5-1:	Juego del montaje de los cojinetes de bancada.....	15
Tabla 6-1:	Valores normales de emisiones de gases.....	32
Tabla 7-1:	Caraterísticas de la mezcla real (x).....	32
Tabla 8-1:	Resultado de emisiones de la gasolina Tipo1	33
Tabla 9-1:	Resultado de emisiones de la gasolina Tipo2.....	34
Tabla 10-1:	Resultado de emisiones de la gasolina Tipo 3.....	35
Tabla 11-1:	Resultado de emisiones de la gasolina Tipo4.....	35
Tabla 12-1:	Especificaciones del vehículo de prueba.	37
Tabla 13-1:	Voltajes de bujías.	38
Tabla 14-1:	Gases contaminantes de cada tipo	38
Tabla 15-1:	Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles	39
Tabla 1-2:	Especificaciones técnicas	43
Tabla 2-2:	Especificaciones técnicas.	44
Tabla 1-3:	Torque y potencia con filtro de aire.....	55
Tabla 2-3:	Torque y potencia sin filtro de aire.....	55
Tabla 3-3:	Torque y potencia sin filtro de aire.....	56
Tabla 4-3:	Suzuki Forza (parte2)	56
Tabla 5-3:	Mediciones tomadas a ralentí parte 1 (900RPM)	57
Tabla 6-3:	Mediciones tomadas a ralentí parte 1 (900RPM)	57
Tabla 7-3:	Mediciones tomadas a ralentí parte 2 (900RPM)	57
Tabla 8-3:	Mediciones tomadas a ralentí parte 2(900RPM)	58
Tabla 9-3:	Valores promedio de emisiones con gasolina extra parte 1.....	61
Tabla 10-3:	Valores promedio de emisiones con gasolina súper parte 1.....	64
Tabla 11-3:	Valores promedio de emisiones con gasolina extra Parte 2	68
Tabla 12-3:	Valores promedio de emisiones con gasolina súper parte 2.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Bosquejo de la elaboración del par motor.....	6
Figura 2-1:	Admisión.....	7
Figura 3-1:	Compresión.....	7
Figura 4-1:	Explosión.....	8
Figura 5 -1:	Escape.....	8
Figura 6-1:	BLOCK.....	10
Figura 7-1:	Rectificadoras de cilindros.....	10
Figura 8-1:	Pistón.....	12
Figura 9-1:	Anillos del pistón.....	13
Figura 10-1:	Bielas.....	13
Figura 11-1:	Cojinetes.....	14
Figura 12-1:	Cigüeñal.....	16
Figura 13-1:	Cabezote.....	17
Figura 14-1:	Conductos de admisión y escape.....	18
Figura 15 -1:	Modificación en las toberas del motor.....	18
Figura 16-1:	Conducto de escape.....	19
Figura 17-1:	Sistema de distribución.....	19
Figura 18-1:	Diagrama de distribución.....	21
Figura 19-1:	Desempeño en curvas del motor 1600GT eje de levas de pista.....	22
Figura 20-1:	Desempeño en curvas del motor 1600GT eje de levas de pista Nro 2.....	23
Figura 21-1:	Eje de levas trucado del motor G10.....	24
Figura 22-1:	Carburador AISAN.....	24
Figura 23-1:	Tres carburadores unidos de motocicleta de tipo Mikuni.....	25
Figura 24-1:	Sistema de escape.....	25
Figura 25-1:	Bobina de encendido.....	26
Figura 26-1:	Instalación de bobina de encendido.....	26
Figura 27-1:	MSD BOBINA DE ENCENDIDO BLASTER.....	27
Figura 28-1:	Cables de alta tensión (8 mm).....	28
Figura 29-1:	Bujías Bosch WR8DP.....	28
Figura 30-1:	Mezcla estequiométrica ideal.....	30
Figura 31-1:	Emisiones que contaminan en un motor a gasolina.....	30
Figura 32-1:	Emisiones de gases.....	31
Figura 1-2:	Dinamómetro DC5000-FX.....	43
Figura 2-2:	Analizador de gases TEXA GASBOX AUTOPOWER.....	44

Figura 3-2:	Filtro de aire	46
Figura 4-2:	Automotor en el dinamómetro.	46
Figura 5-2:	Prueba del dinamómetro.	47
Figura 6-2:	Escape.	47
Figura 7-2:	Sonda en el escape.	47
Figura 8-2:	Medición de gases.	48
Figura 9-2:	Depósito de combustible.	48
Figura 10-2:	Medición de gases Súper.	48
Figura 1-3:	Relación de compresión.	49
Figura 2-3:	Nuevas Medidas Conducto de Admisión (Motor G10)	50
Figura 3-3:	Conducto de Escape.....	50
Figura 4-3:	Cámara de Combustión.....	51
Figura 5-3:	Ajuste del cabezote.	51
Figura 6-3:	Empaque Reforzado.....	52
Figura 7-3:	Diferentes Tipos de Diagramas de Distribución.	53
Figura 8-3:	Sistema de escape modificado	54
Figura 9-3:	Torque y potencia (parte1).....	55
Figura 10-3:	Torque y potencia (parte2).....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Análisis del CO en el vehículo parte 1, con gasolina Extra	59
Gráfico 2-3:	Análisis del CO ₂ en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.	59
Gráfico 3-3:	Análisis del HC en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.	60
Gráfico 4-3:	Análisis del O ₂ en el vehículo parte 1, con gasolina Extra	60
Gráfico 5-3:	Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.....	61
Gráfico 6-3:	Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina extra parte 1	62
Gráfico 7-3:	Análisis del CO ₂ en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.....	62
Gráfico 8-3:	Análisis del CO en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.....	63
Gráfico 9-3:	Análisis del HC en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.....	63
Gráfico 10-3:	Análisis del O ₂ en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.....	63
Gráfico 11-3:	Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.....	64
Gráfico 12-3:	Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina súper parte 1.....	65
Gráfico 13-3:	Análisis del CO en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.	65
Gráfico 14-3:	Análisis del CO ₂ en el vehículo parte 2, con gasolina Extra	66
Gráfico 15-3:	Análisis del HC en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.	66
Gráfico 16-3:	Análisis del O ₂ en el vehículo parte 2, con gasolina Extra	67
Gráfico 17-3:	Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.....	67
Gráfico 18-3:	Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina extra Parte 2.....	68
Gráfico 19-3:	Análisis del CO en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.....	69
Gráfico 20-3:	Análisis del CO ₂ en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.....	69
Gráfico 21-3:	Análisis del HC en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.....	70
Gráfico 22-3:	Análisis del O ₂ en el vehículo parte 2 con gasolina Súper	70
Gráfico 23-3:	Análisis del Lambda en el vehículo parte 2 con gasolina Súper	71
Gráfico 24-3:	Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina súper Parte 2	71

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI EXTRA ETAPA 1

ANEXO B: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI SÚPER ETAPA 1

ANEXO C: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI EXTRA ETAPA 2

ANEXO D: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI SÚPER ETAPA 2

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se realizó tomas de datos acerca de emisiones de un auto SUZUKI 1 con motor G10 de 3 cilindros antes y después de su modificación, con diferentes tipos de combustible como son extra de 82 octanos y super de 92 octanos. En el motor G10 se realizó mediciones de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos no combustionados, oxígeno y lambda con el medidor de gases Gasbox; también se analizó valores obtenidos de torque y potencia mediante un dinamómetro DYNOCOM DC5000-FX. Los valores fueron analizados mediante un método de variables \bar{X}_R Bar, \bar{X}_S Bar que determinaron la calidad de partículas obtenidas del motor, estas cartas de control tienen gráficas en las cuales existen límites superior, inferior e intermedio, con dichos valores se pudo obtener un análisis sistemático del funcionamiento del motor en emisiones y su desempeño; el valor más destacado del estudio fue los hidrocarburos no combustionados que tenían un alto índice de incidencia con un porcentaje de 98,4431% con gasolina super y con gasolina extra de 98,2951% después de su modificación. Se concluye que la modificación del motor G10 aumentó el porcentaje de contaminación de emisiones dos veces más, los más críticos fueron hidrocarburos no combustionados y el monóxido de carbono. Se recomienda carburar mejor el combustible y tener un catalizador para mejorar las emisiones.

Palabras clave: <MECÁNICA AUTOMOTRIZ> <EMISIÓN DE GASES> <CONTAMINACIÓN> <MONÓXIDO DE CARBONO> <HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS>.



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

2093-DBRA-UPT-2021

2021-11-12

Abstract

In this titling work, it was collected data about emissions from a car SUZUKI 1 with a 3-cylinder G10 engine before and after its modification, with different types of fuel such as extra 82 octane and super 92 octane. On the G10 engine, it was carried out measurements of carbon monoxide, carbon dioxide, unburned hydrocarbons, oxygen, and lambda with the Gasbox gas meter. It was also analyzed the obtained values from torque and power using a DYNOCOM DC5000-FX dynamometer. A method of variables \bar{X}_R , \bar{X}_S determined the quality of particles obtained from the engine. These control charts have graphs on which there are limits upper, lower and intermediate. It was possible to obtain a systematic analysis of the engine operation in emissions and its performance with these values. The most outstanding value of the study was unburned hydrocarbons that had a high incidence rate with a percentage of 98.4431% with super gasoline and with extra gasoline of 98.2951% after its modification. It is concluded that the modification of the G10 engine increased the percentage of contamination of emissions twice more, the most critical was unburned hydrocarbons and monoxide carbon. It is recommended to carburetor the fuel better and to have a catalyst to improve the emissions.

Keywords: <AUTOMOTIVE MECHANICS> <GASES EMISSION> <CONTAMINATION> <CARBON MONOXIDE> <UNBURNED HYDROCARBONS>.



Firmado electrónicamente por:
**PATRICIA PILAR
MOYOTA AMAGUAYA**

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación con el tema ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN MOTOR G10 SUZUKI FORZA MODIFICADO EN SU TORQUE Y POTENCIA CON LA APLICACIÓN DE GASOLINA DE DIFERENTE OCTANAJE EN EL ECUADOR, tiene una gran importancia para la comunidad nacional que por razones medioambientales son útiles, para poder desarrollar actividades de trabajo, salud, comercio y turismo para un óptimo desenvolvimiento del transporte terrestre en el país, para ello se realiza un estudio que nos permita analizar la situación actual de los gases que generan el automotor antes de la modificación, garantizando la confiabilidad que existe en los datos obtenidos durante el proceso de estudio con su posterior modificación del mismo, para ofrecer un nuevo análisis orientado a los niveles de contaminación que puede generar un automóvil modificado. El capítulo I manifiesta un diagnóstico de manera general para tener un enfoque claro de las modificaciones a realizar en el automotor, el planteamiento del problema, como se genera la problemática; la formulación del problema, la idea clave de esta investigación; la justificación, los objetivos, general y específicos, son alcanzables y durante la investigación del proyecto que fueron utilizados como guía y orientación. El capítulo II consta de la revisión de la literatura o fundamentos teóricos en el que se desarrolla los antecedentes, las bases teóricas y la definición de los conceptos, es de suma importancia tener los conocimientos teóricos, para la aplicación correcta en la investigación; la idea a defender y las variables que van a intervenir en nuestra investigación. El capítulo III corresponde al marco metodológico que ha sido empleado para el desarrollo de esta investigación; tipo de investigación; población y muestra; métodos, técnicas e instrumentos, análisis e interpretación de los datos y concluir con la verificación de la idea a defender incluyendo la propuesta de solución. En la parte final del proyecto de investigación se tienen las conclusiones, recomendaciones, glosario, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Planteamiento del problema

El aumento considerable de emisiones contaminantes que emanan los automotores que utilizan combustibles fósiles que son gasolina extra y súper, al ser mejorados en torque y en potencia podrían aumentar las emisiones contaminantes y estas deben ser reguladas bajo la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 ya que es un automotor de competencia que se lo va a utilizar en la ciudad. Por lo que es necesario que se realice un estudio antes y después de su modificación para comprobar si cumple los estándares requeridos, lo principal que se va a dar a conocer es el procedimiento de la revisión técnica vehicular, de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204, que aclara los pasos y herramientas para la revisión vehicular de cada automotor.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de las emisiones contaminantes de un motor a gasolina con modificaciones para mejorar su torque y potencia con la aplicación de combustibles de diferente octanaje comercializados en el Ecuador?

1.3. Delimitación del problema

Tabla 1-1: Delimitación del Problema

Tipo	Analítico, experimental
Propósito	Las emisiones contaminantes de un motor
Línea de Investigación	Motores
Otra Variable	Estadística, control de calidad
Población de Estudio	Ecuador Chimborazo Suzuki Forza
Lugar	Riobamba
Tiempo	5 años de la duración de la modificación.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

1.4. Justificación

Debido a los problemas crecientes a causa de la contaminación producida en el medio ambiente por la utilización de combustibles fósiles como fuente de energía para vehículos modificados con motores de combustión interna, se ha planteado, en el siguiente trabajo de investigación, realizar pruebas en un vehículo Suzuki con motor G10 de 1989 el antes y después de mejorar su torque y su potencia, además medir sus emisiones, con diferentes tipos de combustibles vendidos en la actualidad en el país, la gasolina Extra de 87 octanos y Súper de 92 octanos. El motor del vehículo en análisis son de cilindraje 1000 cm³.

El automóvil modificado es una fuente de contaminación muy alta para el medio ambiente, el mismo que se ha llevado a cabo durante años para competición como rally, que necesita controlar las emisiones contaminantes incluido con estándares, ahorro de combustibles y bajo una norma la cual se denomina NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 2204 que regula la emisión en el país. También la relación que tiene la importancia del octanaje para lograr una buena eficiencia del combustible y bajas emisiones, las emisiones y el ahorro del combustible están relacionados ya que tiene como un punto muy importante el diseño del sistema del motor.

Las emisiones de CO₂ en Ecuador crecieron en 2020 a 1.997.000 toneladas esto quiere decir un crecimiento de 4.71 % respecto a 2017. El CO₂ ha crecido considerablemente en 44.386 kilo toneladas que esto es perjudicial para el país ya que lo posiciona en el nmero 121 de países por emisiones.

La existencia de vehículos que circulan en la actualidad realizan una combustión incompleta que genera una contaminación hacia la atmósfera que con esto daña al medio ambiente y a la salud de las personas, para lograr un mayor control de las emisiones se crea niveles de sistemas de prevención con lo cual se crea una proyección con resultados cortos de tiempo, con esto lograr disminuir las emisiones de gases contaminantes.

Tabla 2-1: Suzuki Forza (parte1)

Datos	Parámetros
Tipo de Motor	Cuatro tiempos refrigerado por agua
Número de cilindros	3 en línea
Orden de encendido	1-3-2
Cilindrada	1000 cc
Diámetro-Carrera	74x77(mm)/2.91x3.03(in)
Número de velocidades	5 velocidades
Potencia	40.7HP
Torque	29.2 lb-ft
Relación de compresión	9,5:1
Carburador	AISAN descendente, doble cuerpo
Tipo de combustible	Gasolina extra 82 octanos y súper 92 octanos.
Sistema de escape	Simple

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

1.4.1. Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, la investigación bibliográfica contribuyó a comprender con mayor objetividad los factores que se requirió observar para determinar la eficiencia en las operaciones del servicio y proponer estrategias de mejora.

1.4.2. Justificación metodológica

Se utilizaron métodos, técnicas e instrumentos de carácter científico lo cual garantizó que los resultados obtenidos tengan un alto grado de confiabilidad, como el método inductivo y deductivo.

La presente investigación es de tipo experimental y descriptiva ya que se desarrolló a través de un procedimiento sistematizado que posibilitó la recolección de datos en un contexto específico; también es de tipo bibliográfica ya que la teoría sirvió de base a la investigación y además corroboró los datos obtenidos en la misma por medios bibliográficos como libros, revistas, artículos científicos y otros.

1.4.3. Justificación práctica

La investigación permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula respecto al análisis de gases en motores. Para ello se utiliza la energía mecánica que es utilizada en función de las diferentes maquinas que se obtiene por la energía térmica, eólica, solar y hidráulica. La más utilizada es la energía térmica, la cual se extrae de combustibles orgánicos. Los equipos más utilizados son los de combustión interna, que corresponden a un 80% que se producirá el mundo (mecánica, 2014, p. 12).

Los motores de M.C.I. son los más utilizados en vehículos automotores. Para la generación de la potencia en M.C.I. transforma la mezcla química a energía calórica que se convierte en la combustión, la energía calórica se transforma en energía mecánica que se la realiza en el cilindro (Bosch, 2014, p. 12).

El proceso que realiza en el cilindro en la combustión que es la mezcla entre aire y combustible, que es encendida por medio de la bujía que enciende la mezcla. Lo que expulsa al medioambiente es el agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂) lo cual se genera por medio de una mezcla estequiométrica, por lo que se necesitan 14,7 gramos de aire que lo extrae por medio de la admisión y un gramo de combustible que esto es de forma teórica. (Halderman & Linder,J, 2011)

Las fuentes contaminantes de automotores que se desplazan en una trayectoria, las cuales pueden ser aviones, barcos, automóviles, entre otros.

Los automotores son los que contaminan más en el mundo por su gran existencia. Los M.C.I. que se utilizan en automotores los cuales son a gasolina y a diésel que generan gases de CO, CO₂, HC, NO_x y SO₂, juntamente con partículas de suspensión que evacuan con el sistema de escape que dañan a la salud de las personas y junto al medio ambiente que los rodea.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar las emisiones contaminantes de un motor G10 Suzuki Forza modificado en su par motor y potencia con la aplicación de gasolina de diferente octanaje en el Ecuador.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar una investigación en base a la contaminación de los gases generados por los autos modificados para el uso correcto de combustibles de diferente octanaje.
- Revisar la norma INEN 2204 de la NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) y los parámetros de emisiones contaminantes.
- Obtener datos de emisiones contaminantes con un analizador de gases de escape según la norma INEN 2204 de la NTE (Norma Técnica Ecuatoriana) antes y después de la modificación del motor utilizando diferentes combustibles de diferente octanaje también conociendo el alto impacto de las emisiones contaminantes.
- Analizar los resultados obtenidos del analizador de gases mediante un método estadístico que es una carta de control de tipo Variables X_R Bar, X_S Bar.

1.6. Marco conceptual

1.6.1. Potencia

Se basa en las veces que dispone un par motor en un tiempo requerido, esto quiere decir que la velocidad se requiere del par. El motor que desarrolla potencia depende de la relación de compresión y de su cilindrada, al aumentar los valores de estos se genera una mayor fuerza y explosión en el pistón (Castillo, 2012, p. 15).

La ecuación de determina a esta es determinada por ecuación 1:

$$P = T * w \quad (1)$$

P : Potencia del motor (kW)

T : Torque o par motor (N.m)

w : Velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)

Cuando se logre obtener un aumento de potencia, el aumento de las revoluciones se pierde de acuerdo con el aumento de combustible que ingresa por la cantidad no precisa, esto se logra de una manera no eficaz; la distribución no logra hacer un trabajo correcto al cerrar y abrir las respectivas válvulas con el propósito de los gases de escape evacuen correctamente.

1.6.2. Torque

La inflamación que se produce por la relación de aire combustible, que al prender la bujía crea un frente de llama, se aumenta la presión y un aumento de temperatura en un cilindro determinado del motor. Esto logra una fuerza de movimiento F que a su vez logra un movimiento mecánico de biela manivela de M.C.I. alternativo, el movimiento rectilíneo del pistón que este mueve al

cigüeñal de una manera rotacional. El empuje que actúa en la cabeza del pistón es equivalente a la media de todas las presiones efectivas (p.m.e.) en el movimiento que recorre el pistón en la etapa de expansión, esto depende del tipo de llenado de cada cilindro, cilindrada, eficiencia de la combustión (Castillo, 2012, p. 25).

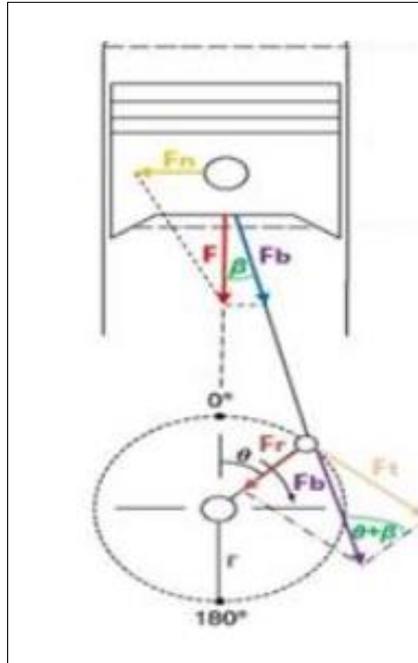


Figura 1-1: Bosquejo de la elaboración del par motor.

Fuente: (Castillo, 2012)

Lo que se obtiene de la multiplicación Fuerza F_b y el radio r que es la manivela que crea el par motor que es la siguiente ecuación 2.

$$T = F_b * r \quad (2)$$

T : Par del motor (N.m)

F_b : Fuerza de la biela (N)

r : Manivela radio del cigüeñal (m)

Lo que se produce con la fuerza F es un torque que varía ya que en el motor de 4 tiempos se produce su momento máximo, se lo realiza en la fase de combustión y lo que produce en el cilindro es un desplazamiento de manera de expansión, con lo cual el torque se hace negativo. En la etapa donde se realiza el trabajo no es lo mismo en todos los puntos depende de las revoluciones del motor y el movimiento de fuerza de empuje que se genera, con el resultado de que el llenado del cilindro no se lo hace correctamente. El giro óptimo al revolucionar del motor si aumentara el consumo de combustible al acelerar consigue por consiguiente la potencia aumente y a su vez el par motor disminuye.

1.6.3. Ciclo de funcionamiento de un motor real

1.6.3.1. Admisión

Los cilindros se llenan a una presión determinada por el ambiente, pero también se producen pérdidas en el sistema en diferentes por el filtro de aire, tipo de flujo de la válvula, con esto logra que se pierda presión.

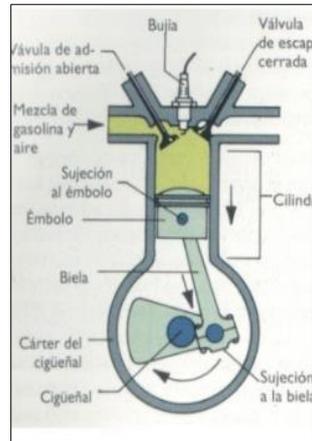


Figura 2-1: Admisión.

Fuente: (Guevara, 2012)

1.6.3.1. Compresión

Este es un proceso adiabático al cerrar la válvula de admisión, la mezcla y al encender la bujía aumenta la presión en el cilindro, si existe mayor mezcla por lo tanto la eficiencia del motor será mayor.

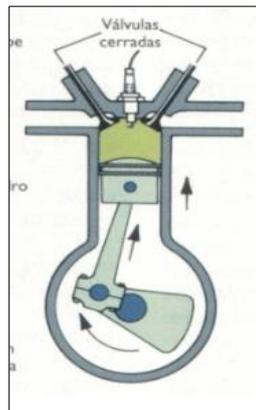


Figura 3-1: Compresión.

Fuente: (Guevara, 2012)

1.6.3.2. Combustión

Se produce a un volumen constante, pero si la combustión fuera inmediata, pero es todo lo contrario ya que se produce como frente de llama a las revoluciones del motor.

1.6.3.3. Explosión

Es un proceso adiabático, con esto entrega calor al refrigerante.

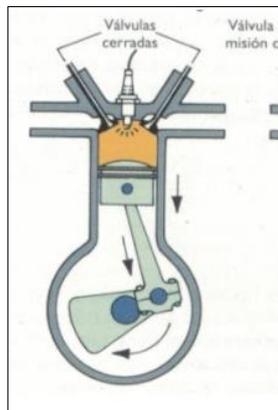


Figura 4-1: Explosión.

Fuente: (Guevara, 2012)

1.6.3.4. Comienzo de abrir las válvulas de escape

Se pierde presión en la cámara que combuстиón la mezcla a presión de ambiente, pero no se logra de manera rápida y esto limita el flujo hacia el ambiente de gases contaminantes lentamente.

1.6.3.5. Escape

La presión que se tiene en el cilindro es atmosférica y la válvula de escape ya está totalmente abierta, cuando este el cilindro en PMS la válvula de escape estará completamente abierta. Los gases que son quemados debido a la combustión disminuyen la eficiencia en el siguiente ciclo.

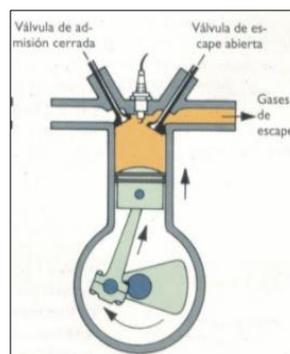


Figura 5 -1: Escape.

Fuente: (Guevara, 2012)

1.6.4. Recomendaciones para la modificación del motor en par motor y potencia

Las modificaciones que se realizan en el motor son convenientes cuando este en perfecto estado de funcionamiento o este próximo a repararse, no se recomienda hacer estas modificaciones cuando el motor este deteriorado por el tiempo, los posibles daños que este tenga ya que puede tener una corta vida de funcionamiento.

El fin de conseguir mayor caballaje en el motor al hacer una modificación para mayores esfuerzos es la ganancia de potencia y par motor, que se pueda obtener a diferencia del ingeniero que diseño y calculo todas sus características, pero con la seguridad de la durabilidad del motor.

La modificación en el motor debe aumentar su velocidad a 160 kilómetros por hora, pero las revoluciones del motor deben estar en un régimen de giro de acuerdo a la velocidad; lo que se debería poder alcanzar como recomendación será 100 o 110 km por hora de velocidad en la posición de quinta marcha en la caja de cambios.

La circulación por las vías urbanas de la ciudad en la posición de quinta marcha no es compatible, por lo tanto, las velocidades que se debe circular son relativamente bajas y las emisiones que emita este vehículo deberían ser de 3,5% a 4,5% de CO y 650 p.p.m. a 750 p.p.m. de HC según la norma técnica ecuatoriana 2204, la creación de este vehículo es para la circulación en vías de competición que no importa su estado de emisiones contaminantes; con el paso del tiempo no se ha logrado hacer un automóvil que logre tener la utilización para la ciudad y que también sirva para la competición.

Cuando se modifica un motor en su par motor y potencia es necesario saber el estado del motor, y sus características que pueden ser conocidas con una inspección midiendo el vacío del motor y en el dinamómetro, con esto sabremos la diferencia de cuanto se lograra cambiar su caballaje al final de su modificación.

1.6.5. Lo bueno y lo malo de la modificación del motor

1.6.5.1. Lo bueno de modificar el motor.

Genera mayor respuesta al acelerar esto quiere decir que va a alcanzar la velocidad en un instante de tiempo menor, la relación entre la potencia y el peso se incrementara notablemente por lo tanto se disminuirá el peso, y al final se tendrá una velocidad más elevada.

1.6.5.2. Lo malo de la modificación

El auto al tener más potencia el consumo de combustible aumenta y esto quiere decir que los gases de escape aumentan notablemente junto con el desgaste del motor más considerable.

1.6.6. Modificación del motor

1.6.6.1. Block

El block es el que contiene los cilindros de un material aleación de metal aluminio (G- $AlSi10Mg$), esto hace que la condición térmica sea muy conductiva y a su vez sea muy liviana. La construcción de este block es en forma lineal con esto ayuda a que sea estable (Mena, 2010, p. 25).



Figura 6-1: BLOCK

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

1.6.6.2. Rectificación del block y sobre dimensión

1.6.6.2.1. Rectificación del block

La rectificación que se realizó en el block del motor fue en la parte de cada cilindro que estos tienen un revestimiento de cilindros desmontables secos cada uno que es un material fundición de metal acero nitrado 34 CrAlNi (Arias Paz, 1990, p. 24).

El procedimiento que tiene al hacerse el rectificado perpendicular respecto a los cilindros que de una manera mecanizada se elimina la forma conoide y elíptico. Con esto lograr una medición superior con esto depende del desgaste (Vicente, 2005, p. 25).

Lo que se permite al rectificar un motor de gasolina que es de cuatro tiempos se refiere a 0.005 pulgadas o (0.13 mm), si existe en las dimensiones este valor o sea menor se puede comenzar hacer el anillado del motor (CORP, 1986, p. 25).



Figura 7-1: Rectificadoras de cilindros.

Fuente: (Loza Ramos & Loza Ramos, 2017)

En el motor se rectificó un valor que se encuentra en el manual del fabricante +0.04 pulgadas o (1mm), su nuevo diámetro del cilindro será de 75 mm, lo que quiere decir que la cilindrada será 1021 CM3. (Vicente, 2005)

Lo que restringe al aumentar la cilindrada es una garantía la fiabilidad del motor para la competición en la siguiente tabla 3 se observa lo recomendado por el fabricante (GILLIERI, 1994, p. 45).

Tabla 3-1: Rectificación de serie.

Pulgadas	Milímetros
0.009	0.25
0.019	0.50
0.029	0.75
0.039	1.00

Fuente: (Loza Ramos & Loza Ramos, 2017)

1.6.6.2.2. Sobre dimensión

Lo que se logra con las medidas máximas a las que se puede hacer la rectificación de los cilindros es no poder perjudicar su resistencia térmica y mecánica. Esto logra tener pistones forjados o de motores que tengan una cilindrada mayor ya que estos están limitados a +0.04 pulgadas (1mm) (Vicente, 2005, p. 15).

Según estudios se ha demostrado para la competición de rally se logra obtener mejores resultados con +0.04 pulgadas (1mm) y en relación a la pista +0.120 pulgadas con esto se logra que el cilindro tiene un diámetro de 77 mm.

1.6.6.2.3. Verificación de holguras permisibles

Es indispensable en un motor de competencia aseverar que los juegos y tolerancias sean los adecuados, pues los valores difieren de los distintos motores comunes o de serie puesto a que un motor de mayor desempeño está expuesto a niveles superiores de esfuerzos térmicos y mecánicos (GILLIERI, 1994, p. 25).

Debido a esto, se elige la selección de valores máximos que constan en el manual del fabricante dando así una norma usual para realizar una modificación (Mejorar la eficiencia y eficacia en el motor) del motor de serie. Por ello se asegura la confianza de motores de competición.

1.6.6.2.4. Pistones

Se conoce a un pistón como un cilindro que en su parte superior es cerrada, en su parte inferior tiene una abertura y este sujeto en su parte intermedia por una biela, su movimiento tiene una dirección de arriba hacia abajo en su interior, su función es comprimir la mezcla y transmitir la

presión de combustión al cigüeñal, de igual manera fuerza salida de gases resultantes y produce un vacío en su interior con lo que se realiza la mezcla en la carrera de aspiración (Motorservice, 2018, p. 18).

El pistón debe ser resistente para que pueda soportar la presión y el calor desarrollados en el interior y debe ser ligero, con la finalidad de que sean de la menor cantidad posible las cargas de inercia.

El pistón esta construido por aluminio lo cual tiene una serie de ventajas que son las siguientes: baja densidad, poca resistencia al rozamiento, elevada conductividad térmica, de igual manera cabe recalcar que los trabajos de modificación de los mismos mejoran la lubricación



Figura 8-1: Pistón.

Fuente: (Motorservice, 2018)

1.6.6.2.5. Selección

El funcionamiento del pistón de un motor que compite se las realiza de manera muy distinta a la normal, de tal manera que este funciona a grandes cargas térmicas y mecánicas, por lo que se utilizan materiales que cumplan con ciertos estándares de calidad.

Los pistones que se utilizan son los de tipo forjados es el más común, el método se utiliza es de tipo fundición y estampado, con el ultimo se puede lograr una mayor resistencia y reducir su peso. Lo malo de utilizar estos pistones de cromo, silicio y molibdeno, es tener un mayor costo por lo mejor que se puede hacer es trabajar con los pistones que vienen de serie.

1.6.6.2.6. Los anillos del pistón

Los aros o anillos tienen una forma circular que generalmente se tiene la sección cuadrada, esto va conectado o adaptado en el pistón y en el embolo por una ranura que conecta al pistón que ayuda hacer hermético la cámara del pistón con respecto a las paredes del cilindro.

Estos ayudan a los cilindros a que disminuyan la fuga de forma real en pleno funcionamiento y así se controla su proporción de aceite.

Los rines que ayudan con el aceite y la compresión son sometidos a grandes esfuerzos por lo que se utilizan materiales que ayudan al deslizamiento con una mayor elasticidad. Los materiales utilizados son de tipo que se funden gris GG-30 O de alta aleación X-12 Cr Ni

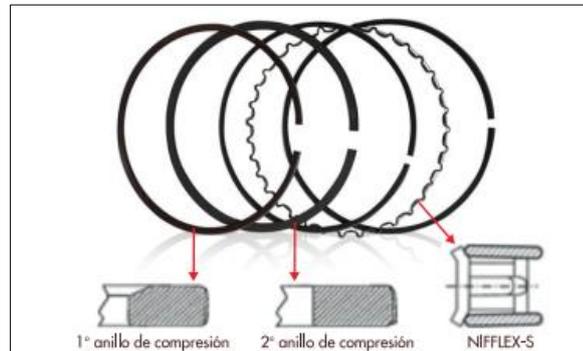


Figura 9-1: Anillos del pistón.

Fuente: (MAHLE, 2011)

1.6.6.2.7. *Bielas*

Es una parte mecánica que es sometida a esfuerzos como son los de tracción y compresión, este mueve a otras partes a otras partes de la maquina en un M.C.I. que se conecta al cigüeñal. La parte del motor que son las bielas son una parte fundamental, estos son especificados para tener una conexión entre el pistón y el cigüeñal. Este está encargado de soportar una alta fuerza mecánica esto se refiere a compresión, torsión, flexión y torsión. En la fabricación de las bielas se utiliza las aleaciones de acero que es silicio, molibdeno y cromo (Guillermo, et al., 2017, p. 15).

Los trabajos que se los realizan se basa más en mejorar el peso y resistir mecánicamente a los esfuerzos, las bielas que se utilizan para la competición son de titanio y su forma de fabricar es de manera forjada esto ligera su peso y son de titanio, esto ayudara a resistir y a evacuar el calor que está en la cámara.



Figura 10-1: Bielas.

Fuente: (Guillermo, Reyes, & Campaña, 2017)

1.6.6.2.8. Cojinetes

El cojinete o antifricción que por el cual el árbol del cigüeñal puede girar, que soporta por los apoyos de metal y la parte superior de la biela pueden girar la esquina del cigüeñal. Los soportes antifricción son de a un material muy particular que es liso para así evitar que se cabe pronto el material, y en este lugar son lugares más críticos por su esfuerzo y sus tensiones. Lo normal que se utilizan los fabricantes como es en la biela y en la bancada puede ser acero o bronce, y su forma que se reviste puede sr de estaño, aluminio, antimonio, plomo y cobre. (MAHLE, 2011)

Tener la característica de deslizamiento al ser un material flexible, pero es de una capacidad baja de carga en un motor de serie.

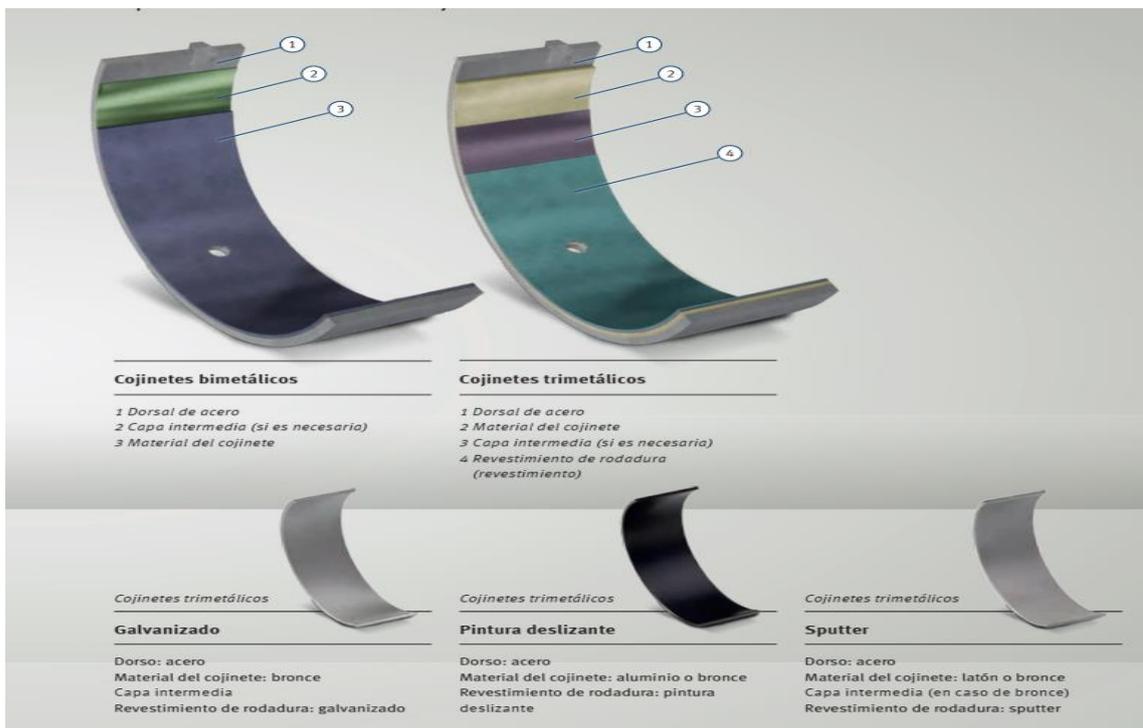


Figura 11-1: Cojinetes.

Fuente: (MAHLE, 2011)

1.6.6.2.9. Selección

Los cojinetes soportan cargas o fuerzas que se generan por los gases combustionados las fuerzas que se presentan son por inercia y por centrifugación. Este tipo de carga en un motor se hace más fuerte por lo cual hace, poder seleccionar cojinetes que puedan soportar sus nuevas condiciones y así logren tener una buena fiabilidad.

Cuando se selecciona el tipo de cojinete para la modificación que vamos a realizar puede ser un metal rosa con un alto contenido de plomo y cobre, que estos son destacados por su respectiva carga en condiciones altas y su deslizamiento, a su vez no se permite la deformación (MAHLE, 2011, p. 18).

Por lo general se tiene cojinetes de aluminio estaño al 20 por ciento que tan bien sirven para hacer un buen tipo de carga y una buena forma de deslizamiento, que logra una fuerza superficial media que ayuda en la forma uniforme de la respectiva carga, que puede ser de una manera más fácil de amoldarse a la carga y no se funde con facilidad.

Tabla 4-1: Juego del montaje de los cojinetes de biela

Pulgadas	Milímetros
0.0012-0.0019	0.0303 – 0.0482

Fuente: (HAYNES, 2015)

Tabla 5-1: Juego del montaje de los cojinetes de bancada

Pulgadas	Milímetros
0.0008-0.0015	0.0203-0.0381

Fuente: (HAYNES, 2015)

1.6.6.2.10. Cigüeñal

Es una parte fundamental del motor, al recibir la energía que parten desde la combustión a las bielas, así lo transporta por medio del volante de inercia hacia el embrague, este lleva a la caja de cambios con la finalidad de transmitir al diferencial y a las ruedas. Esta parte del motor que resiste una alta fuerza mecánica, con esto quiere decir que toda la energía que se combustiona se centra en el cigüeñal. Al final se suman varias fuerzas como son la centrifugas y la de inercia con esfuerzos de torsión y flexión (Escudero, et al., 2017, p. 9).

La importancia que tiene la resistir mecánicamente, el motivo por el cual el fabricante lo hace de acero 37MnSi520 con un tratamiento de tipo térmico temple superficial 21 que con esto genera una gran resistencia. El resultado mejorado del cigüeñal de corta distancia del motor G10 con esto puede lograr menores vibraciones altas revoluciones. Para competir el cigüeñal tiene diferentes tipos de material para resistir el endurecimiento para la nitruración.



Figura 12-1: Cigüeñal.

Fuente: (Escudero, et al., 2017)

1.6.6.2.11. Modificación del cabezote

La tapa de los cilindros o cabezote se encuentra en el motor en la parte superior esta ayuda al cierre en las cámaras que combustiona la mezcla de aire combustible. Esto forma parte del bloque en la parte superior y sobre esta se colocan las válvulas, que contienen orificios para abrir y cerrar. Está construido de aleación de un metal aluminio AlSi10Mg, su cualidad es tener una buena disipación térmica y un peso mínimo. El cabezote tiene una pared doble que esta le permite hacer la circulación del líquido que refrigera. Si el motor es de M.C.I. tiene huecos de rosca donde se colocan las bujías. (motor, s.f., p. 17)

Este elemento está constituido de metales de tipo aleados, con el fin de ayudar con la dureza y resistir elevadas temperaturas. Una de las características principales es de funcionar para las explosiones que genera la combustión.



Figura 13-1: Cabezote

Fuente: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

1.6.6.2.12. Conductos de admisión y escape

Son toberas en las cuales ingresa la mezcla de aire combustible o solo de aire y en caso de los conductos de escape salen los gases ya combustionados. Lo normal los conductos es individual esto quiere decir que tiene uno para cada cilindro, pero por lo general es para dos o más de dos cilindros. Los conductos de menor radio el volumen disminuye notablemente, pero así su velocidad aumenta, por consecuencia hace que la revolución media sea más eficiente, pero al parecer las revoluciones no mantienen el flujo constante y con esto el rendimiento disminuye notablemente (automóvil, 2002, p. 15).

En las toberas de un radio mayor sucede todo lo contrario, por esto es importante saber cómo va hacer las condiciones en la que opera el motor para así saber cómo hacer la modificación. Para hacer un estudio más especializado se lo realiza desde un conducto normal que tiene turbulencia, presión y velocidades son óptimas y con esto lograr un nuevo diseño del motor.

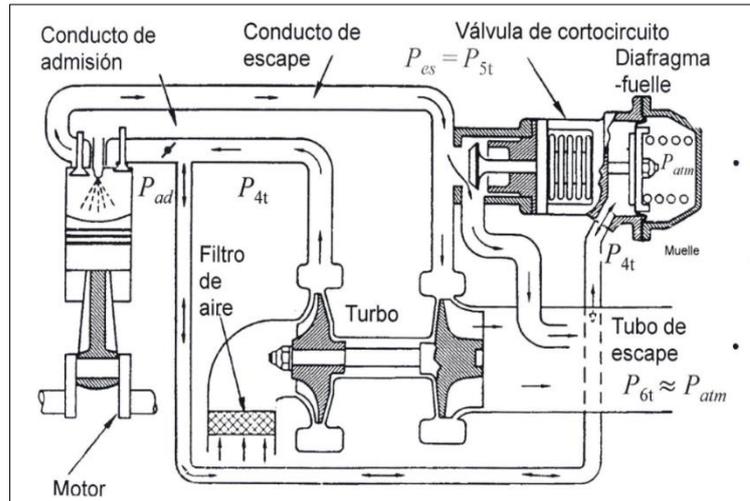


Figura 14-1: Conductos de admisión y escape.

Fuente: (automóvil, 2002)

1.6.6.2.13. Modificación de los conductos de admisión

En un motor que compite es fundamental hacer la modificación de las toberas, ya que esto es muy importante para la aspiración del motor. Esto tiene que ver directamente con el diámetro de las toberas y así mejorar la mezcla en el cilindro donde este lo combustiona. Se debe tomar en cuenta la cilindrada que se tiene en el motor para saber cuánto aspira de aire en cualquier régimen que se exponga para lograr un flujo turbulento, y la distancia que recorre debería ser las corta hasta la entrada al motor.

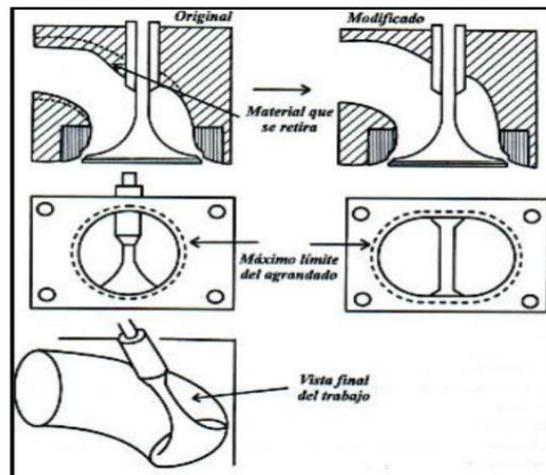


Figura 15 -1: Modificación en las toberas del motor

Fuente: (Guillieri, 2005)

1.6.6.2.14. Modificación de los conductos de escape

Para esta parte no es tan complicado, ya por si solos salen a altas velocidades por lo que el objetivo está en ayudar a que salgan sin restringir su paso para así producir el mayor flujo laminar posible.

En la figura 14, se tiene un conducto en donde se tiene una forma cónica que se parte de la forma de la válvula, esto le hace que se haga lento la salida de los gases que ya no genera la forma de flama en la parte posterior de los tubos.

El mismo principio que en el de admisión se lo realiza en esta parte, por lo cual no se hace modificación solo se trabaja en la parte intermedia y a la salida.

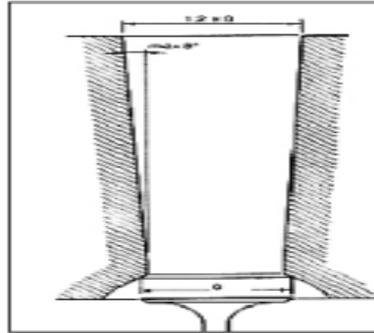


Figura 16-1: Conducto de escape.

Fuente: (Guillieri, 2005)

1.6.6.2.15. *El sistema de distribución*

El sistema tiene una configuración del motor de tipo G10 en un eje de levas en la parte del cabezote (SOHC), esto disminuye los efectos de la inercia que hace que las válvulas que hacen que actúen sobre los balancines, lo cual ayuda a que el rendimiento de este motor a mayores regímenes de giro.

En el motor tiene limitación en el régimen de giro que su máximo es de 5000 RPM, en el trabajo de modificación en el sistema que distribuyen se restringe el tipo de instalación la selección y puesta en los márgenes requeridos de las levas en la modificación.

Con las partes del sistema que hace la distribución no se hizo ninguna modificación en el motor, las características que tienen de los esfuerzos mecánicos y térmicos que no varía el régimen que gira el motor no daña el motor.

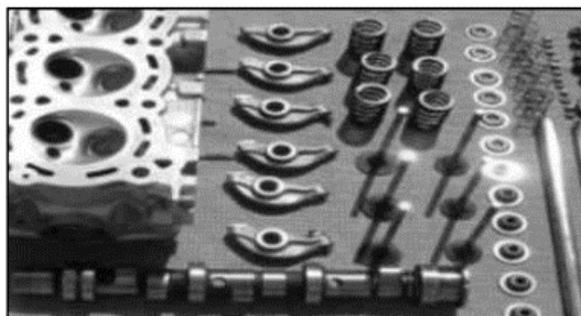


Figura 17-1: Sistema de distribución.

Fuente: (Castro, 2000)

1.6.6.2.16. Eje de levas su selección

En una parte que funciona sobre el volumen en el motor muy significativamente, con esto se controla la apertura y cierre de todas las válvulas. Por este motivo los motores que se utilizan para competición por esta razón se toma la decisión en base a los ejes de las levas con un mayor tipo de ángulo que acciona y su altura que empuja. El tipo de ángulo de acción está relacionado con la apertura de la válvula se basa en la función que hace la leva que se basa en su forma (Anon., 2015, p. 14).

Para dar a conocer su funcionamiento en su diagrama de distribución, este se basa en el momento de abrir o cerrar las válvulas en función a los grados de la posición del pistón en los cilindros.

Los ángulos que adelantan y retrasan, la válvula de admisión o escape, esto depende de cómo esté operando el motor en la pista, la duración si es menor ayuda al torque en las bajas revoluciones, para la duración menor se basa en las altas revoluciones.

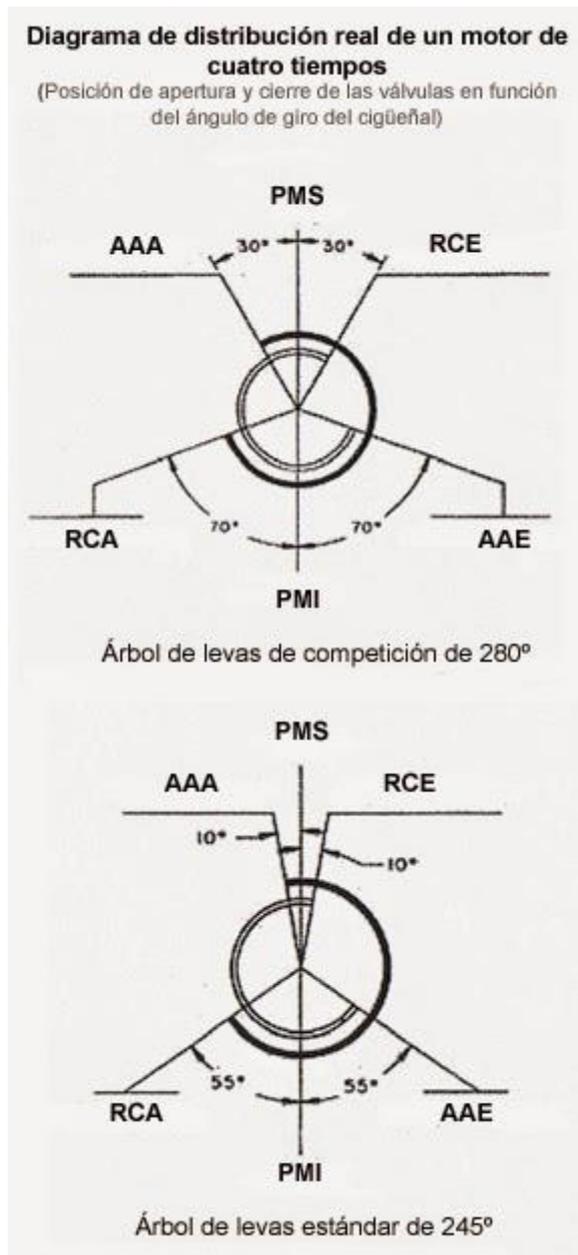


Figura 18-1: Diagrama de distribución.

Fuente: (Anon., 2015)

Figura 18-1 en el diagrama en la parte superior que representa como es un diagrama de distribución que este es de un motor para competir, en este se puede observar cómo se avanza y se retrasa las válvulas que se abren y se cierran, como se observa en la imagen los ángulos son los mismos para la apertura y cierre, las sumas totales de estos tienen 280° (grados), en esta podemos decir que es la fase que sube el pistón en los 180° grados. Un ejemplo es cuando 70° ya comenzó el adelanto a la apertura de escape (AAE), y cuando baja el pistón la válvula de admisión sigue abierta 30° grados después, que esto es retraso al cierre del escape (RCE), en la parte de las válvulas de admisión que es la apertura al adelanto de la admisión (AAA) y el retraso del cierre de la admisión que es de unos 70° grados, el resultado final sería de unos 280° que permanece

abierta, como conclusión podemos decir que es un diagrama de 280° grados por lo que cumple que la admisión y escape tienen los mismos grados. (Anon., 2015)

Por lo que podemos ver que el primer diagrama es muy importante para la competición ya que hace efecto el llenado del cilindro en altas revoluciones.

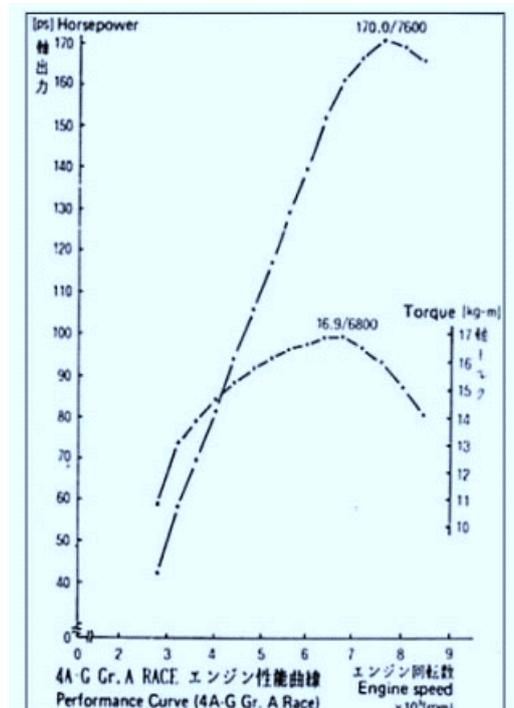


Figura 19-1: Desempeño en curvas del motor 1600GT eje de levas de pista.

Fuente: (Anon., 2013)

En la figura 19-1, está un ejemplo lo que puede hacer un eje de levas en su torque y potencia para pista, este eje de levas es de un Toyota Corolla 1600 TDOHC fabricado en Japón para competir, los grados que este tiene son de 320 grados para admisión y mientras par escape es de 308 grados, las revoluciones que puede llegar a tener son de 6000 revoluciones por minuto hasta 9000 revoluciones por minuto.

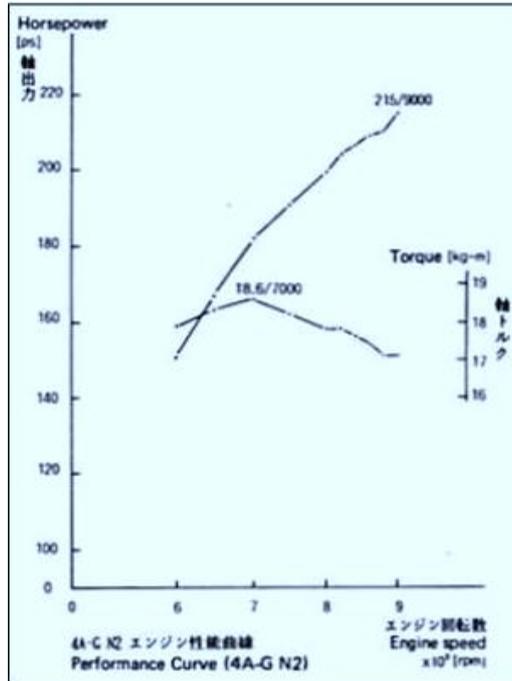


Figura 20-1: Desempeño en curvas del motor 1600GT eje de levas de pista Nro 2

Fuente: (Anon., 2013)

En la figura 20-1, se observa un eje de levas que utilizan para competir, al utilizar este eje de levas se denota un aumento de potencia y torque, pero en revoluciones bajas está bien inestable. En estos motores se coloca una relación de diferencial es alta para tener más potencia en la salida del vehículo con el suficiente torque. El ángulo que acciona se debe incrementar solo si se aumenta la relación de compresión para hacer una compensación por la presión media efectiva para así poder colocar un eje de levas para competición, con esto ayuda a recuperar el torque en bajas revoluciones (Anon., 2013, p. 13).

El empuje tiene que ver con la altura esto hace el levantamiento mayor la válvula esto quiere decir que actúa directamente o se multiplica o desmultiplica según el brazo del balancín.

Para la modificación de eje de levas se toma en cuenta el tipo de material que rellena los flancos y el descentro del eje que se retira material del círculo base con esto ayuda incrementar lo que alza la válvula, con esto ayuda a mejorar el llenado del cilindro.

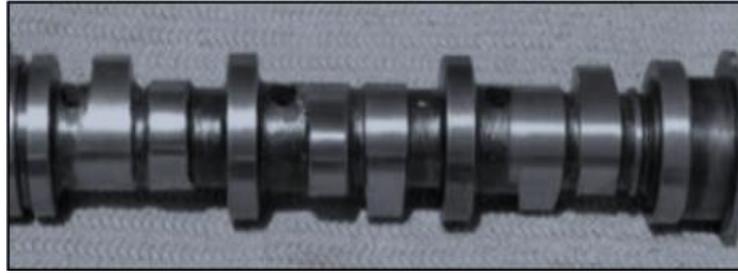


Figura 21-1: Eje de levas trucado del motor G10.

Fuente: (Prestashop, s.f.)

En la figura 21-1. El sistema es de tipo SOHC esto quiere decir para lavas que se encuentran en admisión y en escape, se comparó con el eje de levas normal que es de 230° los grados de acción y 0.0216 es la altura de empuje.

1.6.6.2.17. Alimentación de combustible

El motor G10 tiene como sistema de alimentación un carburador AISAN el flujo es descendente y tiene dos cuerpos, depósito de combustible y una bomba que aspira combustible que funciona mecánicamente, esto ayuda al control de emisiones mediante el sistema de carburación y disminuir el consumo de combustible, se limita el flujo del aire para la mezcla de combustible, esto ayuda a la velocidad y por ende su rendimiento (Toyota, s.f., p. 2).



Figura 22-1: Carburador AISAN

Fuente: (Toyota, s.f.)

Para la mejora de este motor se instala los carburadores independientes para cada uno de los cilindros que esto ayudara que cada cilindro sea dosificado por igual para mezclar el aire con el combustible mejorando notablemente su eficiencia.

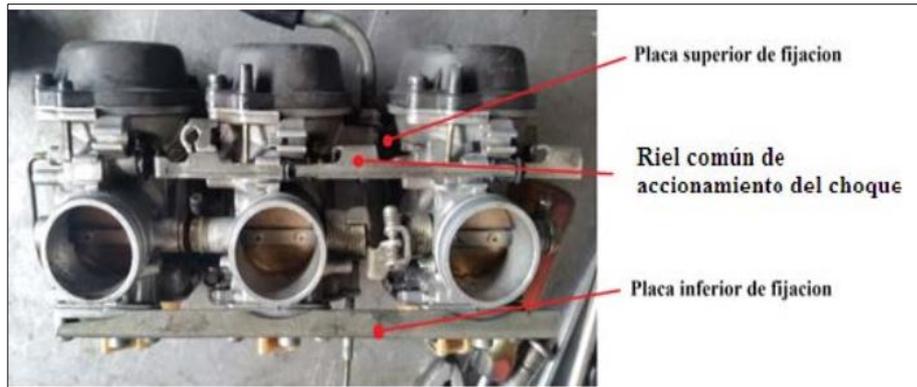


Figura 23-1: Tres carburadores unidos de motocicleta de tipo Mikuni

Fuente: (Rúales, 2015)

1.6.6.2.18. Sistema de escape

El sistema de escape está conformado por un conjunto de piezas que estas son el múltiple de escape, silenciador secundario y un primario, estos están unidos por bridas.

Esto ayuda a controlar el sonido, también ayuda con las emisiones contaminantes y esto ayudara a salir los gases de escape eficazmente. La modificación que se realizo fue para la construcción del heder (un sistema que tiene salidas para cilindro).

Ayuda rápida que tiene el heder para la salida de los gases combustionados y esto también ayuda al rápido ingreso de aire con combustible en la parte interior del cilindro, esto ayuda a que el motor incremente el rendimiento con una mayor aspiración.

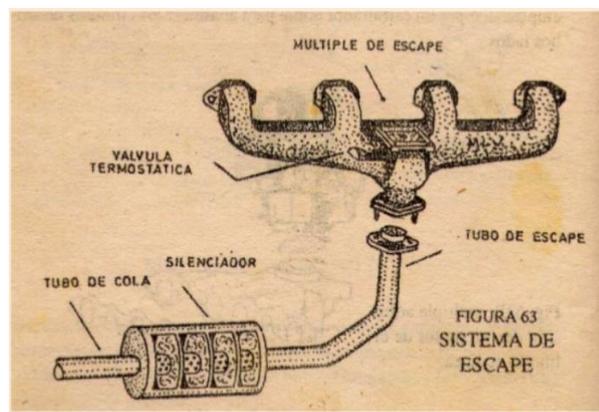


Figura 24-1: Sistema de escape.

Fuente: (Anon., 2018)

1.6.6.2.19. Sistema de encendido

El sistema que enciende el motor G10 está compuesto por un distribuidor, bobina pulsante, bobina que es del encendido (28000 voltios) cables alta tensión (7mm) y bujías NGK. La modificación que se realiza en el sistema es para tener más prestaciones como un módulo de

MSD, bobina MSD blasterss (45.000 voltios), cable de (8mm) alta tensión y bujías de tipo BOSCH WE8DP.

Al acelerar el motor se va a obtener unas buenas prestaciones y con un mayor rendimiento posible, con esto lograr una buena combustión entre aire combustible.

1.6.6.2.20. Módulo de MSD6BTM

El trabajo de los módulos MSD que se encienden en dos etapas, en régimen bajo es la primera etapa que emitan múltiples chispas mediante la rotación de cigüeñal, en altos regímenes de giro es la segunda etapa contempla una chispa de alta duración por que no se puede ni prender ni apagar la chispa (20° que rota el cigüeñal), con esto se puede asegurar la mezcla de air y combustible es combustionada en la cámara del cilindro esto condiciona el motor.



Figura 25-1: Bobina de encendido.

Fuente: (competición, 2003)

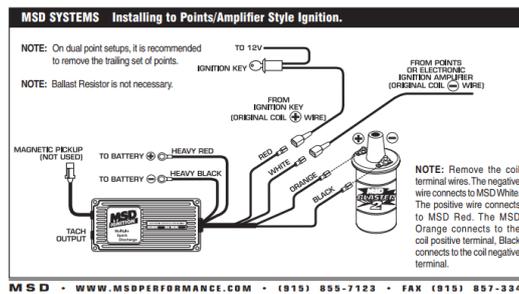


Figura 26-1: Instalación de bobina de encendido

Fuente: (Anon., 2020)

Lo primero se identifica el cable de entrada y de salida en sistema original del módulo de encendido, en el motor G10 tiene una entrada que viene desde un interruptor que da el positivo que es del encendido y el negativo que es de salida a la bobina.

Paso siguiente se revisa el cable de color rojo (RED) en el módulo de tipo MSD que tiene 12 voltios que es del encendido, y su salida respectiva que es del cable del color blanco del módulo MSD.

1. Se conecta el cable de alimentación que es del módulo MSD hacia la batería, que es el cable de color rojo que la alimentación y para el color negro es borne negativo.
2. El cable de color naranja que es el borne positivo que es la bobina de encendido, y el cable de color negro es el negativo que es de la bobina MSD que es al encendido.

1.6.6.2.21. Bobina encendida MSD blasterss

La bobina que tiene un gran rendimiento y un voltaje (45.000 Voltios), que es una ayuda para el módulo MSD, que tiene una chispa más eficaz y fuerte que ayuda a mezclar el aire con el combustible. Este voltaje que es más fuerte de lo normal ayuda a resistir lo que circular la corriente que produce entre los electrodos que tiene las bujías, por lo que se puede distanciar para los electrodos y así producir una chispa más grande (Holley.com, 2020, p. 2).

La recuperación de este tipo de bobinas es más rápida, por lo tanto, en altas revoluciones es aún mayor esto quiere decir que tiene un aumento de chispa en un minuto.



Figura 27-1: MSD BOBINA DE ENCENDIDO BLASTER

Fuente: (Holley.com, 2020)

1.6.6.2.22. Cables Bosch de 8mm

Los cables de bujías Bosch ayudan a transmitir de una manera controlada l electricidad desde las bobinas hacia las bujías, también suprimen de manera muy eficiente las interferencias eléctricas, resiste altas temperaturas que emite el motor hasta 220°C, 100% aísla la humedad que se genera,

resiste el ataque de químicos y contaminantes, es de tipo resistivo de resistencia eléctrica 12.000 Ohms/m (Bosch, 2014, pp. 1-2).



Figura 28-1: cables de alta tensión (8 mm)

Fuente: (Bosch, 2014)

1.6.6.2.23. Bujía platino tipo Bosch WR8DP

Las bujías de tipo de platino ayudan a la propagación de frente de llama, con la inflamación de la mezcla de aire combustible sea más eficaz con esto mejora la optimización de combustible y la mezcla pobre (Bosch, 2014, pp. 1-2).

Al tener un alto porcentaje de platino que es de un 99.9% ayuda a la resistencia al desgaste de una manera que dure al largo plazo y es ideal para motores que tienen una alta relación de compresión.



Figura 29-1: Bujías Bosch WR8DP

Fuente: (Anon., s.f.)

1.6.7. Componentes de emisiones del motor a gasolina

1.6.7.1. No contaminantes

Oxígeno, nitrógeno, CO₂, vapor de agua e hidrogeno

1.6.7.2. Contaminantes

Óxidos de nitrógeno, monóxidos de carbono CO, hidrocarburos HC, compuestos de plomo Pb, plomo, hollín y dióxido de azufre SO₂.

1.6.7.2.1. Monóxidos de carbono CO

Se genera cuando existe poca cantidad de oxígeno en la mezcla de aire combustible, la consecuencia es que con esto no se elimina el carbono del carburante completamente con esto se quedan unidos el carbón con el oxígeno que forman CO. Es perjudicial para los seres humanos y de la naturaleza por que se introduce en el organismo por parte de los pulmones y con esto disminuye el envío de oxigenación en la sangre con esto genera un daño en los tejidos y órganos, también provoca una falla cardiaca, mareo, sistema nervioso se altera y fatiga; el daño se puede agravar en el clima que ayuda al incremento de los gases de invernadero (la vida de este en la atmosfera es de más o menos 3 meses por lo que se oxida lentamente y esto genera el CO₂, y también el CO₃. (CENEAM, 2019, p. 12)

1.6.7.2.2. Hidrocarburos HC

Es lo sobrante de hidrocarburos que no fueron combustionados que tienen la salida por el escape. Se generan por las mezclas que faltan oxígeno por lo tanto es nocivo, irritante y cancerígeno. Esto mucho tiene que ver la estructura molecular, que tienen muchas consecuencias nocivas. El elemento Benceno es muy dañino y al exponerse a este tipo de gas sus consecuencias es que irrita la piel, los ojos y los pulmones; y si las cantidades son muy grandes provocan depresión, mareo y una consecuencia mortal que es el cáncer (CENEAM, 2019, p. 12).

1.6.7.2.3. Óxido de nitrógeno

Es el resultado de unir el oxígeno con el nitrógeno esto se lleva a cabo en altas temperaturas que se genera en el cilindro y por generar unas altas presiones. En el cilindro existe la formación de NO. Cuando se forman el NO₂ y el NO en el escape para juntar se dice que hay restos de NO_x, genera un daño en el aparato respiratorio (CENEAM, 2019, p. 17).

1.6.7.2.4. Compuestos de plomo

Es un metal que tiene mucho peligro en la salud humana, el plomo se utiliza para no tener la detonación y así lubricar las válvulas que conforman la admisión de escape. Las consecuencias de este gas es formar coágulos en la sangre, se presentan en la gasolina como elemento tetra etilo de plomo se lo incluye para aumentar el octanaje y se lo utilizaba como lubricante de asientos de válvulas. La gasolina que no tiene plomo se lo cambia de elemento por otros materiales que disminuyen las contaminaciones que también ayudan al aumento del octanaje (CENEAM, 2019, p. 17).

1.6.7.2.5. Dióxido de azufre

Es la impureza de los combustibles, las emisiones de SO₂ se disminuye en gasolina, en los motores que funcionan a diésel, este al mezclarse con el vapor de agua se genera una lluvia acida (CENEAM, 2019, p. 17).

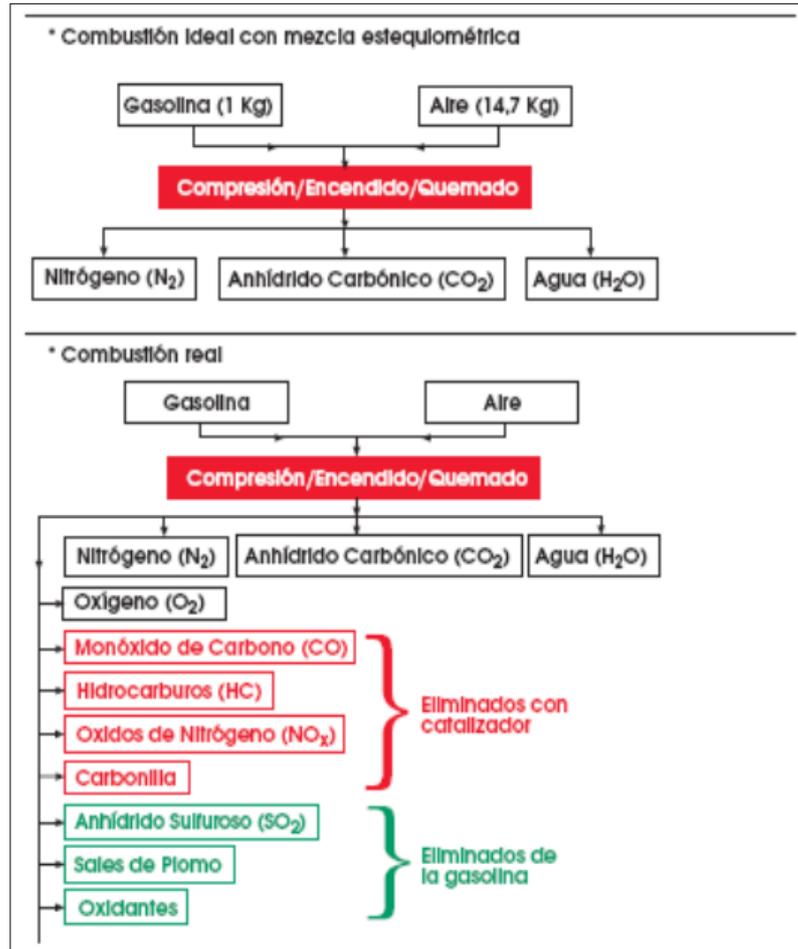


Figura 30-1: Mezcla estequiométrica ideal

Fuente: (CALLEJA, 2008)

1.7. Marco teórico

1.7.1. Las emisiones que contaminan en un motor a gasolina.

En la figura 31 se observa que existen emisiones por el bloque que son vapores que son de aceite, de evaporación que corresponden a la gasolina del depósito y del escape por la combustión.

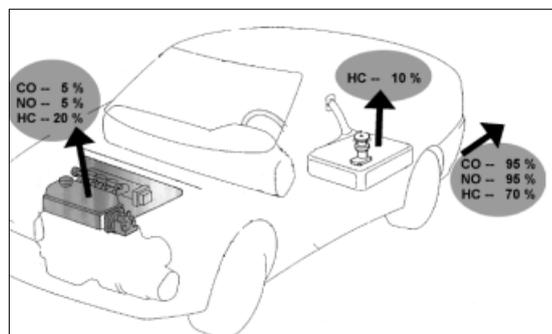


Figura 31-1: Emisiones que contaminan en un motor a gasolina

Fuente: (CALLEJA, 2008)

Existen diferentes factores para que contaminen

1.7.1.1. Emisiones en el bloque

Por los rines de los pistones tienen un ajuste de holguras por lo que pasan al cárter. Los gases deben ser evacuados por parte interior del cárter por lo que se genera un aumento de presión por consecuencia se dañarían los retenes y las juntas por lo tanto también se perdería de aceite por las juntas del cigüeñal por lo que los gases son enviados por la admisión y escape.

1.7.1.2. Evaporación de emisiones

El combustible se evapora rápidamente en temperaturas altas como es la gasolina en los lugares que se pueden evaporar son:

1.7.1.3. Carburadores

Se es posible que la mezcla de aire combustible sea más rica esto quiere decir que hay más combustible que pueda evaporarse.

1.7.1.4. Depósitos

Los vapores se forman cuando está parado el auto, porque cuando el automotor está en movimiento el depósito de combustible libera la presión y esto ayuda a que los gases no se volatilicen con esto no contaminan el ambiente. Las posibles soluciones son con el canister que ayuda a liberar estos gases o también una válvula que impidan que los vapores salgan por el llenado.

1.7.1.5. Gases por el escape

Los gases de escape son más importantes de controlar. En la figura 32-1 podemos observar la mezcla rica y pobre, por medio de las partes por millón y el volumen estos valores se basan en una lambda λ también se puede ver la curva del torque (M) y el consumo de combustible (d).

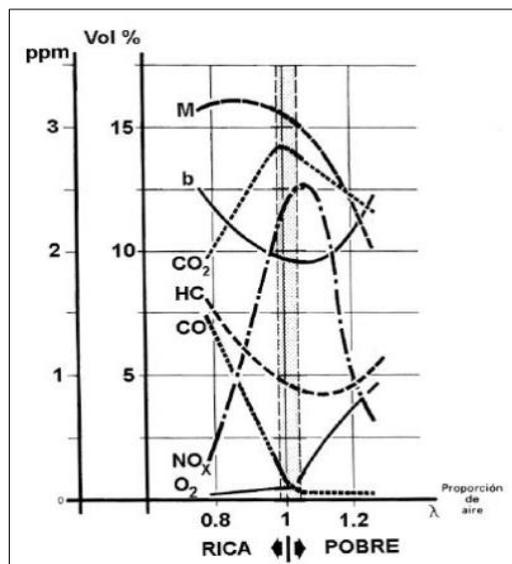


Figura 32-1: Emisiones de gases.

Fuente: (CALLEJA, 2008)

1.7.2. Valores normales de gases

El análisis de gases de la tabla 6-1 se debe realizar a temperatura normales del motor, esto quiere decir que la temperatura del aceite tiene que estar menor que 60°C la prueba que se debe realizar es en ralentí y en diferente rpm 2000 y 3000 revoluciones por minuto. Se debe determinar diferentes tipos de gases como es el CO, HC, CO₂, O₂, el factor de landa λ (este es para motores a gasolina) y opacímetro (para diésel) (Luis E. Tipanluisa, 2017, p. 25).

Tabla 6-1: Valores normales de emisiones de gases.

Gases	Carburador	Inyección sin el catalizador	Inyección antes catalizador	Inyección con catalizador
RPM	-	-	900	2000
CO	1% y 2%	1 +- 0.5%	0.4% y 0.8%	≤ 0.2%
CO₂	≥ 11%	≥ 12%	≥ 13%	≥ 13.5%
HC	≤ 400 ppm	≤ 300 ppm	≤ 250 ppm	≤ 100 ppm
O₂	≤ 3.5 %	≤ 2.5 %	≤ 1.5 %	≤ 0.2 %
λ	-	-	0.99 y 1.03	0.99 y 1.01

Fuente: Scielo, 2017

1.7.2.1. Coeficiente de lambda y sus características

Ecuación 1 relación de kg de gasolina

$$\lambda = \frac{\text{Peso real en kilogramos de gasolina}}{\text{Peso teórico que se debe consumir por kilogramos de gasolina}}$$

$$\lambda = \frac{x}{14.7}$$

Tabla 7-1: Características de la mezcla real (x)

x	Aire	Mezcla	λ
<14.7	Defecto	Rica	<1
=14.7	Equilibrio	Estequiométrica	=1
>14.7	Exceso	Pobre	>1

Fuente: Scielo, 2017

$\lambda = 1$ esto quiere decir que se utiliza el aire teórico es decir de 14,7 Kg aire/ 1Kg de gasolina.

Si $\lambda > 1$ eso quiere decir que la mezcla de aire con combustible es pobre.

Si $\lambda < 1$ eso quiere decir que la mezcla de aire con combustible es rica.

1.7.3. Emisiones generadas por un motor con gasolina que comercializa Ecuador.

Los valores que se toman en cuenta para los porcentajes de emisiones de los gases en la presente investigación que genera la gasolina comercial que emplea Ecuador; la fuente que más se utiliza en motor MEP, que se lo realiza mediante ensayos y mediciones, bajos normas de operaciones de los distintos tipos de laboratorios. Los tipos de emisiones que se verificaron HC, CO₂, CO Y O₂ este se basó en los combustibles (EXTRA, SÚPER Y ECOPAÍS) y los datos de los resultados fueron comparados con Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 , antes de las pruebas el motor fue acomodado en todas las fallas y fue revisado en el tubo de escape que no tenga ninguna fisura, con esto se logra que las mediciones sean las más exactas posibles. La experimentación se lo realizo de diferentes tipos de estaciones de servicio, lo que se logró obtener es una variación de las emisiones de gases debido a la combustión con una menor cantidad de emisiones de hidrocarburos mediante los equipos de medición (Erazo & Quiroz, 2018, p. 13).

Las emisiones de gases de escape de vehículos, dependen de muchos factores no solo de las tecnologías automotrices también de los combustibles. El 70% de las emisiones es aportado por la gasolina y 30% son de otros lugares como la destilación, la evaporación de solventes de la industria, la refinación y la evaporización del gasóleo del vehículo. Las emisiones ahora tienen normas más estrictas en todos los lugares del mundo, los octanajes de los combustibles están mejorando por la preocupación de las industrias automotrices y del petróleo (Erazo & Quiroz, 2018, p. 25).

Los gases de motores de la combustión interna en el cilindro se generan por combustión incompleta son mínimas cantidades que se produce a la oxidación del azufre, el nitrógeno y los compuestos que se derivan de los combustibles y de los lubricantes.

Al analizar con el modelo CARTEK del modelo 50-100 se realizó las pruebas de gases en condiciones estáticas, a ralentí y la prueba a tipo crucero, el combustible que tiene el motor F2, los valores que se obtienen con el tipo de gasolina al 50% de producción (HC, CO₂, CO y O₂) estos valores fueron comparados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204: 2017.

Tabla 8-1: Resultado de emisiones de la gasolina Tipo1

Estación 1 prueba a ralentí			
Gasolinas			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	109	27	38
CO(%)	0,47	0,03	0,08
CO₂(%)	13,63	14,14	13,99
O₂(%)	0,87	0,25	0,31

Estación 1 prueba crucero			
Gases	Súper	Extra	Ecopaís
HC(ppm)	49	23	36
CO(%)	0,53	0,12	0,25
CO2(%)	13,67	14,11	13,84
O2(%)	0,69	0,14	0,30

Fuente: Investigar, 2018

En la tabla 8 se muestra los valores que se obtienen en ralentí que se las realizaron en el tipo de analizador de gases, al suministrar diferentes tipos de combustible.

El combustible con más emisiones de HC, O₂ y CO es el combustible súper que supera con un 82 ppm al combustible extra y con 71 ppm de emisiones de HC al combustible eco país de una manera diferente supera con un 0,44% al combustible extra y con la cantidad de emisiones 0,39 % a eco país de CO; la cantidad de emisiones en oxígeno se aumenta en un 0,62% el valor que se muestra es de combustible extra y un 0,56% por combustible eco país. Por otro lado, el combustible extra tiene una cantidad de emisiones de CO₂ de que supera a la eco país de la extra que también súper por un 0,51% y con la eco país de un 0,15% tiene que ser las emisiones menores al 7,00% el valor que se refleja se tiene que es un 14,14% esto quiere decir que se tiene una buena combustión que es de la gasolina extra.

Tabla 9-1: Resultado de emisiones de la gasolina Tipo2

Estación 1 prueba a ralentí			
Gasolinas			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	39	38	10
CO(%)	0,11	0,11	0,01
CO2(%)	14,12	14,04	14,12
O2(%)	0,35	0,55	0,20
Estación 1 prueba crucero			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	27	26	15
CO(%)	0,21	0,18	0,09
CO2(%)	14,12	14,04	14,09

O2(%)	0,23	0,31	0,14
-------	------	------	------

Fuente: Investigar, 2018

Las emisiones de tipo HC que son los de gasolina extra y súper tienen una poca diferencia que es de ± 1 ppm entre las que más se dan a notar es la de eco país que tiene una menor cantidad de emisiones de HC con una cantidad 10 ppm, la gasolina súper y extra que existe una cantidad de emisiones bajas de CO estas dos tienen 0,11% que se diferencia de la eco país de 0,01% por lo contrario el valor de súper es el mismo de eco país con un 14,12% que supera a un 0,08% que tiene de emisiones de gasolina extra, la cantidad de O2 que se emanan por cada tipo de combustible es de súper con un 0,35%, eco país 0,20% y un 0,55% de extra.

Tabla 10-1: Resultado de emisiones de la gasolina Tipo 3.

Estación 1 prueba a ralentí			
Gasolinas			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	47	39	66
CO(%)	0,11	0,1	0,17
CO2(%)	14,07	14,06	13,85
O2(%)	0,36	0,35	0,43
Estación 1 prueba crucero			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	34	35	39
CO(%)	0,26	0,25	0,3
CO2(%)	14,09	13,92	13,82
O2(%)	0,24	0,32	0,31

Fuente: Investigar, 2018

Las emisiones de la estación tipo 3 tiene mayor HC con un 39 ppm la gasolina es de tipo eco país por otro tipo que es el CO2 que presenta para quemar la gasolina eco país, pero la menor cantidad de CO2 que presenta una cantidad de 13,82% que esto se diferencia de extra y súper que emite un 13,92% y un 14,09% que corresponde a cada uno. Las emisiones que son las del O2 que tiene mayor cantidad estas tienen una emanación al ambiente por el combustible extra a 0,32% que supera a la eco país por un 0,01% y a la súper por un 0,06% con las emisiones de oxígeno.

Tabla 11-1: Resultado de emisiones de la gasolina Tipo4

Estación 1 prueba a ralentí			
Gasolinas			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	103	130	38
CO(%)	0,39	0,46	0,08
CO2(%)	13,77	13,52	13,99
O2(%)	0,77	0,85	0,31
Estación 1 prueba crucero			
Gases	Súper	Extra	Eco país
HC(ppm)	57	63	38
CO(%)	0,54	0,53	0,25
CO2(%)	13,69	13,56	13,84
O2(%)	0,64	0,63	0,30

Fuente: Investigar, 2018.

El combustible de emisiones HC, O₂ y CO la emanación de la extra es de 130ppm de HC que tiene una gran diferencia entre súper y eco país que tienen una emanación de 103 ppm y 38ppm que es de cada uno. Lo que concentra de CO del combustible extra que tiene una mayor cantidad con respecto a la súper en un 0,07% y el combustible eco país en un 0,38%. El combustible eco país es el que tienen una mayor cantidad de emisiones de CO₂ con un 13,99% que supera al combustible súper que tiene un 0,22% y el combustible extra 0,47%. El combustible extra tiene una mayor emanación de O₂ con un valor de 0,85%, el combustible súper y el eco país sus valores de emisiones son de 0,77% y 0,31%.

1.7.4. Relación entre los electrodos de las bujías y las emisiones de un motor a gasolina

El motor tiene que asegurar un buen desempeño para que su funcionamiento sea el más adecuado, al mezclar dos combustibles debe sufrir una combustión rápida que esto ayuda a un intercambio que posee el combustible que es una energía química. En específico son los motores de ciclo Otto, es necesario un aporte de una chispa por un volumen de combustible que sus dimensiones deberán ser suficiente mente grandes para tener un movimiento como es el de biela manivela, que al tener un frente de llama lo cubra por completo (Moreno, 2019).

El volumen necesario que se ubica en el entorno del electrodo de las bujías, es necesario que el volumen sea más grande que el frente de llama que es de tipo laminar para que la energía que se genera por el sistema sea más grande que las pérdidas y con esto pueda quemar todo el combustible en la cámara de combustión. Este proceso es desarrollado por el proceso adiabático

por un arco de electricidad que este aporta una chispa para producir la ignición que esto se produce por dos electrodos que tiene las bujías esta corriente permite sobrepasar un valor resistivo entre estos dos y por consecuencia tener un espacio en la mezcla (Moreno, 2019, p. 25).

Para lograr esto es necesario tener una bobina, transformador de electricidad, lo que es necesario para el elevar el valor de voltaje en las bujías, el salto de la chispa tiene que ser mayor para ser más efectivo a la temperatura adiabática.

La variación de voltaje depende de factores, pero más externos que facetan los procesos netamente que es de la combustión, uno de los factores importantes es la presión que se tiene en el cilindro al termina el proceso de combustión.

La chispa que se genera entre los electrodos tiene un momento exacto para ser aprovechado por el combustible, también se relaciona al tipo de inyección que este tenga, las chispas que debe generar la bujía tienen que ser un número máximo que son entre 500 y 3500, la bujía tiene que dar mayores prestaciones como puede ser el encendido en frio extremo, también a plena carga y con mucha carga en la ciudad, el funcionamiento tiene que sea temperaturas de hasta -20 °C, el avance de las bujías en el mercado ha sido un encendido menos nocivo y una disminución de combustible.

Los factores que inciden en la bujía son dos el lugar de la chispa y el trayecto, el lugar de la chispa se lo determina por los diseñadores de los motores que analizan la medida en la cámara de combustión, el lugar en donde la bujía tiene que estar enroscada es la culata de tal manera que estanque los gases.

La conductividad térmica que se maneja en el cilindro es de 3.000 °C que también la bujía se calienta, la bujía entrega un 80% de calor por esta razón la bujía tiene un par que se le aprieta en la culata, el 20% es aprovechado y disipado.

Tabla 12-1: Especificaciones del vehículo de prueba.

Suzuki Forza 1.0	
Año	1992
Kilometraje	468000
Cilindrada (cc)	993
Número de cilindros	3
Potencia (HP@rpm)	53 @ 5700
Torque (Nm@rpm)	76 @ 3300
Orden de encendido	1,2,3
Relación de compresión	9.8 : 1
Normativa Euro	No aplica

Sistema de encendido	Convencional (Distribuidor-ruptor)
Sistema de combustible	Carburador

Fuente: Enfoque UTE, 2019

Para la calibración de los electrodos se utiliza un calibrador de tipo galgas, las galgas se colocan entre los electrodos con esto se regula la separación aplicando mínimos impactos para su corrección.

Tabla 13-1: Voltajes de bujías.

Juego de bujías	Voltaje (kV)	
	En Ralentí	Aceleración Rápida
1	17.6	18.4
2	18.1	18.8
3	17.3	17.9

Fuente: Enfoque UTE, 2019

Tabla 14-1: Gases contaminantes de cada tipo

	Medido	Máximo	Aprueba
CO Juego 1	1.98	4.5	Sí
HC Juego 1	149	750	Sí
CO Juego 2	2.17	4.5	Sí
HC Juego 2	173	750	Sí
CO Juego 3	1.21	4.5	Sí
HC Juego 3	107	750	Sí

Fuente: Enfoque UTE, 2019

Con las mediciones que se las realizaron en la tabla 14 con las bujías diferentes con sus respectivas calibraciones, el vehículo si aprobó la homologación por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 204, entre estas dos existe una diferencia que tiene menor cantidad de gases contaminantes de CO y el HC.

1.8. Marco legal

- Los límites de emisiones máximas que son permitidas para los automotores de tipo de combustible de gasolina de ralentí o marcha mínima.

- Las fuentes de motores a tipo de combustible a gasolina durante su funcionamiento en condición de la marcha mínima o ralentí y a temperaturas normales de funcionamiento no debe tener en monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos en cantidades mayores que se obtienen en la tabla 15.

Tabla 15-1: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Año del automotor	% CO*		ppm HC*	
	0-1500**	1500-3000**	0-1500**	1500-3000**
2000 y posterior	1,0	1,0	200	200
1990 asta 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anterior	5,5	6,5	1000	1200

*Volumen

**Altitud= metros sobre nivel del mar (msnm)

Fuente: (Ant.gob.ec, 2016)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación está direccionado a un análisis cuantitativamente y cualitativamente utilizando los métodos de Variables X_R Bar, X_S Bar para analizar los resultados de un grupo de datos cuantitativos individuales para producir un mejor estimado de los beneficios o desventajas de la modificación.

2.1.1. Enfoque cuantitativo

El investigador utiliza sus diseños para analizar las certezas de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación. (Hernández Sampieri , et al., 2014, p. 25), este enfoque está directamente relacionado con la investigación debido a que los datos del análisis de las emisiones de gases todos son cuantitativos el cálculo de indicadores y representación de resultados.

2.2. Tipo de Estudio

2.2.1. De Campo

El tipo de investigación que se realizó en este proyecto es la investigación de campo debido a que el investigador tuvo que estar en el lugar de estudio para realizar un análisis sistemático del problema real, con el propósito de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y sus factores constituyentes, además de explicar las causas y efectos.

2.2.2. Bibliográfico

Se utilizó también la investigación del tipo Bibliográfica, debido a que el investigador requirió fuentes bibliográficas para adquirir mayor conocimiento acerca del tema y de esa forma ayudarse a desarrollar de una manera más efectiva dicha investigación, por otra parte, también se necesitó de la herramienta del internet para desarrollar la presente investigación, debido a que actualmente posee gran información acerca de diversos temas.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

2.3.1. Métodos

2.3.1.1. Método Lógico o Comparativo

La aplicación del método comparativo obliga a recurrir a datos con condiciones más severas que en el estudio de caso, pero menos estrechas que en una investigación experimental o estadística. Por eso Lijphart considera que el método comparativo es el adecuado para investigaciones que

dispongan de recursos modestos y sugiere que esos estudios pueden ser el primer paso hacia el análisis estadístico (Liphart, 2010).

Este método será importante en la comparación de los datos que arroje el analizador de gases antes y después de la modificación del motor para lograr comprender la diferencia de estos en el estudio estadístico.

2.3.1.2. Método experimental

La metodología experimental forma parte de manera específica del método científico en el que el objetivo es identificar causas y evaluar sus efectos. Esta metodología presenta determinadas características, (Peinado, 2015, p. 17):

- Existe una sistematización de todo el proceso
- Manipulando unas causas, se provocan determinados efectos
- Todas las condiciones del proceso están controladas
- Existen unos efectos o consecuencias cuya variabilidad se desea controlar.

Este método será de vital importancia, ya que, haciendo un breve análisis, toma en cuenta parámetros que son indispensables en la investigación presente, como son: mínimo dos grupos de elementos para analizar, realizar las pruebas en un ambiente estricto y controlado, además de tomar en cuenta las variables dependiente e independiente. Por lo que fácilmente se podría decir, que este método sería el más trascendental y notorio en todo el proceso de investigación.

2.3.1.3. Método Descriptivo-Correlacional

Su finalidad es definir, catalogar y clasificar los fenómenos u objetos de estudio. Puede ser de tipo nomotético, cuando la finalidad es conseguir descripciones generales, o ideográfico cuando las descripciones a conseguir son objetos o elementos específicos. Los métodos principales de esta metodología son los observacionales, de encuesta y lo de caso único, pudiendo asumir los diseños tanto cuantitativos, como cualitativos. (Peinado, 2015, p. 23).

Este tipo de metodología serviría para poder describir procesos, comportamientos, características, resultados, y demás parámetros. Además de contar con la posibilidad de tener una idea aproximada de los resultados que se deberían obtener, basándose en el método correlacional. Por lo que el aporte que genera este método es muy beneficioso para el desarrollo de la investigación.

2.3.1.4. Método Deductivo

La deducción es un método definido como el análisis de afirmaciones generales de cierto tema en estudio, llegando a hechos particulares. Al realizar una investigación sobre las características de los contaminantes, es necesario comenzar entendiendo los aspectos y características globales del elemento en estudio, para poder comprender y explicar los resultados específicos obtenidos con el equipo de medición. Los gases contaminantes producidos por el motor de combustión requieren un análisis de sus características generales y específicas, determinando la cantidad de cada uno

de sus componentes. Este análisis ayuda y facilita la comparación entre los índices de contaminación cuantitativos producidos por cada tipo de combustible (Bernal, 2006, p. 14).

2.3.1.5. X_R Bar, X_S Bar

Dentro del tema de investigación planteado y mencionado con anterioridad, se utilizará en el análisis de datos obtenidos los conceptos y herramientas estadísticas proporcionadas por la teoría descrita en los procesos del control estadístico de calidad, el diagrama de X_R, X_S para el control de la media. Para ello es necesario tomar en cuenta que se trabajará con datos que poseen características similares a una variable de calidad. Una variable de calidad puede ser definida como una característica específica de un producto. Realizando un símil del concepto planteado con el tema de investigación, podemos concluir que las características químicas de los gases de escape producidos por el funcionamiento de un motor de combustión interna encendido por chispa pueden ser definidas como variables de calidad, ya que estas variables son medidas por medio de una magnitud especificada, y así mismo puede variar dentro de ciertos límites previamente establecidos. Particularmente en la ejecución de las diversas pruebas, las mediciones variarán por un factor identificable que será el tipo de combustible utilizado en el vehículo, es decir, existirá una causa atribuible por la cual se espera que las mediciones varíen (Campos, 2005,p.9).

Es así entonces que, al seguir el procedimiento establecido por la metodología, se logrará visualizar y verificar analíticamente si la utilización de cierto combustible en el motor sometido al análisis de gases, varía significativamente la emisión de gases contaminantes, atribuyendo a ello el rechazo o aceptación de la hipótesis, es decir, se concluirá si el tipo de combustible utilizado en el país es un factor significativo en la producción de gases contaminantes (Carro, 2012, p.12).

2.4. Proceso de obtención de datos

2.4.1. Herramientas y equipos utilizados en el estudio

2.4.1.1. Dinamómetro DC5000-FX.

El dinamómetro es de tipo AWD-5000 FX es para un chasis AWD, la parte delantera es de tipo AWD que es de una unidad 2WD de serie 5000 que tiene una correa Gates Poly Chain, en la parte trasera tiene 6 rodillos que tiene como un ancho 36 pulgadas -86 pulgadas, el dinamómetro tiene una capacidad de 175 mph o 280 km/h y 2000 HP (Industries, 2020, p. 13).



Figura 1-2: Dinamómetro DC5000-FX

Fuente: (Industries, 2020)

Tabla 1-2: Especificaciones técnicas

Diámetro de los Rodillos	8,5 pulgadas (21,59 cm)
Máximo Torque	5000lb.pie
Máxima Velocidad	280 km/h
Ancho de vía	36 pulgadas – 86 pulgadas (91,4 cm – 218,44 cm)
Peso máximo por eje	8.000 lbs por eje (3.629kg)
Presión por aire	90 psi
Voltaje	220/240 voltios

Fuente: (Industries, 2020)

2.4.1.2. *Analizador de gases TEXA GASBOX AUTOPOWER*

Es un analizador de gases de tipo GASBOX Autopower que ayuda a analizar en los escapes de la gasolina, METANO, GLP, cámara de gases de diseño de TEXA (Diagnosis, 2020, p. 1).



Figura 2-2: Analizador de gases TEXA GASBOX AUTOPOWER

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Tabla 2-2: Especificaciones técnicas.

Dimensiones	460 x 200 x 250 mm
Peso	6,5 kg
Alimentación	220 V – 50Hz
Salida Serial	RS232 estándar
Salida Wireless	Bluetooth
Software	ETS o IDC5
Puesta a cero y calibración	Electrónica y automática
Tecnología	NDIR
Descarga de condensación	continua y automática
Tiempo de respuesta	< 10 secondi
Tiempo de calentamiento	Max. 60 segundos

Fuente: (Diagnosis, 2020)

2.4.2. Variables dependientes e independientes

2.4.2.1. Variables dependientes

Basado en este estudio que será realizado de un análisis de gases en un vehículo antes y después de la modificación, se debe tomar ciertos aspectos que incidan en los resultados a obtener. Estos aspectos o variables, inciden en ciertos factores en el estudio por realizarse, las variables de tipo dependiente se tienen:

- Clima
- Sistema de inyección mecánica
- Tipo de combustible
- Escape
- Tipo de bujía
- Filtro de aire
- Número de cilindros

2.4.2.2. Variables independientes

Por el hecho que el estudio fue realizado de una manera estática esto quiere decir que el auto esta estacionado en un lugar en ralentí para la recolección de datos, esto será independiente e invariable de cualquier tipo de variable.

2.4.3. Caracterización del estudio

El trabajo realizado fue analizado con pruebas estáticas quiere decir normalmente como se hace una prueba en la ANT (agencia nacional de tránsito) con el fin de regirnos a la norma técnica ecuatoriana 2204.

Al realizar la prueba del dinamómetro se tomó en cuenta que al quitar el filtro de aire aspiraba más aire, ganaba más potencia y torque sabiendo esto en la primera prueba se realizó lo mismo en la segunda prueba tomando en cuenta 7 pruebas antes de la modificación y después.

En la prueba estatica las dos etapas las que fueron el antes y el después de la modificación, se realizaron las mediciones con el analizador de gases con diferentes tipos de combustibles como extra y súper se tomaron cinco pruebas con cada uno en las dos etapas con estos se realizó un análisis de calidad de tipo Variables X_R Bar, X_S Bar que con esto se obtuvo graficas que se caracterizan por tener picos que varían según la muestra esto depende de los valores de gases de las emisiones.

Cabe mencionar que al realizarse el estudio fue en situación ralentí así que nos basamos a unas 900 revoluciones por minuto.

2.4.3. Pasos para la realización de pruebas

Con la finalidad de tener resultados más exactos, se debe realizar los siguientes pasos.

2.4.3.1. Medición con el dinamómetro.

- I) Retirar el filtro de aire para tener valores máximos posibles.



Figura 3-2: Filtro de aire

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

II) Subir el automotor al dinamómetro y anclar sus partes para estar fijo.



Figura 4-2: Automotor en el dinamómetro.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

III) Realizar la prueba del dinamómetro para saber cuánto par motor y potencia.



Figura 5-2: Prueba del dinamómetro.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

IV) Seleccionar la prueba que tengas más par motor y torque, esa se tomara como referencia para los resultados.

V) Apagar el automotor y desajustar los seguros para bajarlo del dinamómetro.

2.4.3.2. Medidor de gases.

I) Verificar que el automotor no tenga fugas en el escape.



Figura 6-2: Escape.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

II) Automotor tiene que estar 10 minutos en marcha mínima (ralentí) esto quiere decir a 75 °C o más.

III) Colocar la sonda en el escape del automotor para el análisis de gases.



Figura 7-2: Sonda en el escape.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

IV) Colocar en el depósito de combustible gasolina Extra.

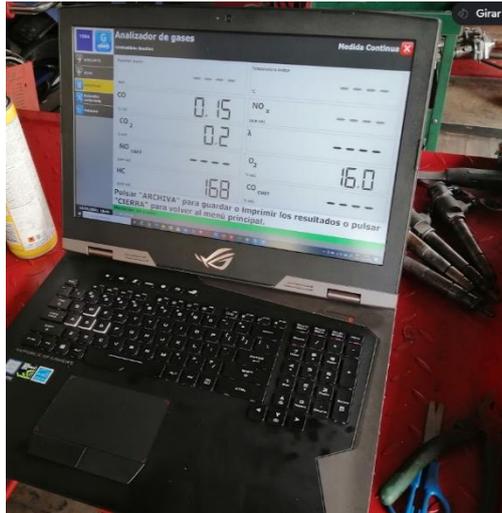


Figura 8-2: Medición de gases.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

V) Lavar el depósito de combustible.



Figura 9-2: Depósito de combustible.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

VI) Mantener el automotor encendido por 5 minutos.

VII) Realizar la medición de los gases con combustible Súper.

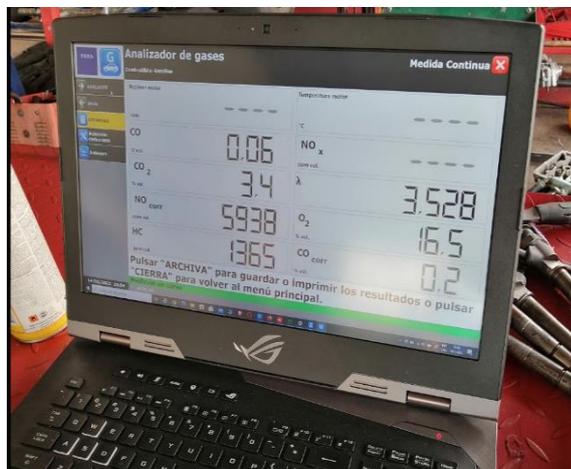


Figura 10-2: Medición de gases Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

CAPÍTULO III

3. MODIFICACIÓN DEL CABEZOTE

3.1. Aumento de relación de compresión

Los parámetros que más influyen en la modificación es la relación de compresión para una mejor respuesta del rendimiento del M.C.I. para aumentar la eficiencia del combustible.

Se encontró el volumen real de la cámara de combustión para hacer la diferencia entre lo que tenemos por defecto y a cuanto queremos llegar a tener, se obtuvo un valor de 43,85 del volumen real, su valor de compresión fue de 9,8;1 y lo que se logró obtener en la relación de compresión de 12;1.

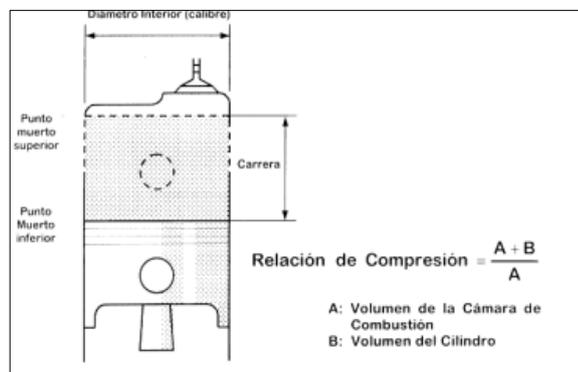


Figura 1-3: Relación de compresión.

Fuente: (BARROS BERMEJO & MORAN CASTRO, 2014)

3.2. Mecanizado.

El mecanizado que se realiza es para aumentar el flujo en la admisión y en el escape, pero hay que tener en cuenta de dañar el cabezo para su resistencia, las modificaciones que se hicieron deben ser siempre para las condiciones del motor.

3.2.1. Admisión

Se realizó un plano con las nuevas medidas para tener una idea de cómo tener las medidas para mejorar la mezcla de aire combustible para las revoluciones medias, para lograrlo se sobredimensiono las medidas originales en la sección radial del conducto y se logró dar una forma cónica en el conducto, también se ayudó a aumentar el efecto Venturi en la velocidad del flujo de la mezcla, se logró mantener la zona cilíndrica en el codo. Se incrementó la velocidad de flujo en la parte del codo y también se compensó la disminución de velocidad y la variación de presión en la parte de la restricción.

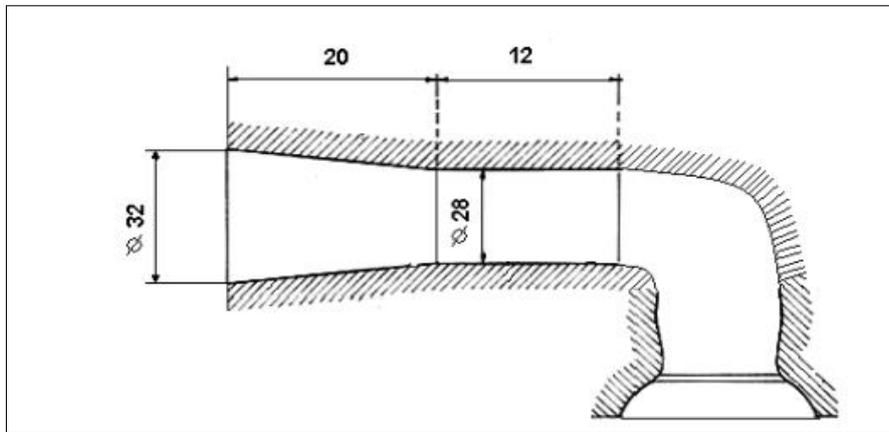


Figura 2-3: Nuevas Medidas Conducto de Admisión (Motor G10)

Fuente: (Samaniego, 2018)

3.2.2. *Escape*

Se realizó un plano de como quedara el nuevo conducto de escape con las medidas que corresponden, pero no se tan complicado porque los flujos de los gases de escape se salen de por sí solos a altas revoluciones por lo que se debe tomar en cuenta las restricciones para el flujo laminar. Se debe tomar en cuenta la forma cónica con la salida de las válvulas con esto ayuda a ralentizar los gases de escape a la salida con esto se evita la llama en la salida de los tubos de escape. Lo que se tomó en cuenta fue en la parte intermedia y a la salida.

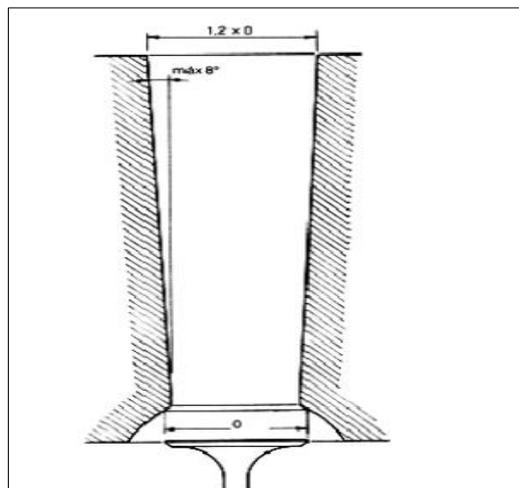


Figura 3-3: Conducto de Escape

Fuente: (GILLER, 2008)

3.3. **Afinación y pulido de la cámara de combustión**

La cámara se dejó de una forma lisa para evitar que se acumule los puntos calientes en los que se acumulan las carbonillas o en los bordes para que se evite el autoencendido de la mezcla de aire y combustible. Se logró esto con un taladro, lijas 150/180 y WD-40 (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020, pp. 12-15).



Figura 4-3: Cámara de Combustión

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

3.4. Montaje del cabezote

La instalación del cabezote y de su empaque para su respectiva sellado y tener una fiabilidad en el cilindro. Para esto se hizo una limpieza tanto en el cabezote como el bloque con el cepillo de alambre para eliminar el carbón, también los conductos de aceite y agua como las roscas del perno, el empaque se colocó con la parte top hacia arriba, y al final de roque los pernos a 1/3 de torque (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020, pp. 12-15).



Figura 5-3: Ajuste del cabezote.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)



Figura 6-3: Empaque Reforzado

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

3.5. Sistema de distribución

La configuración que se llevó a cabo fue por un eje de levas en el respectivo cabezote, con esto minimiza los efectos de la inercia que colocan directamente en los balancines con esto ayuda a en altas revoluciones del motor lo máximo que se puede llegar a tener es de 5000 R.P.M. (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020, pp. 12-15).



Figura 7-3: Eje de levas modificado.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

Para mejorar el funcionamiento del motor se considera un estudio para la abrir y cerrar las válvulas, se debe lograr que la punto del pistón en cada momento, con el diagrama del diseño de distribución con el cual nos ayuda para las modificación en los distintos tiempos del motor. Con la polea se regula un aumento o disminuir hasta 6° en el sistema de distribución.



Figura 8-3: Polea que regula el árbol.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

3.5.1. Eje de levas

El eje de levas actúa en el rendimiento volumétrico esto quiere decir que actúa al abrir y al cerrar las válvulas por eso se optó por un ángulo de mucho mayor de altura y de acción, esto también depende de la operación del motor, por esta razón se seleccionó un ángulo de acción de 304° en admisión y en escape 290° para tener un rango desarrollado en 2900 R.P.M. asta 7600 R.P.M.

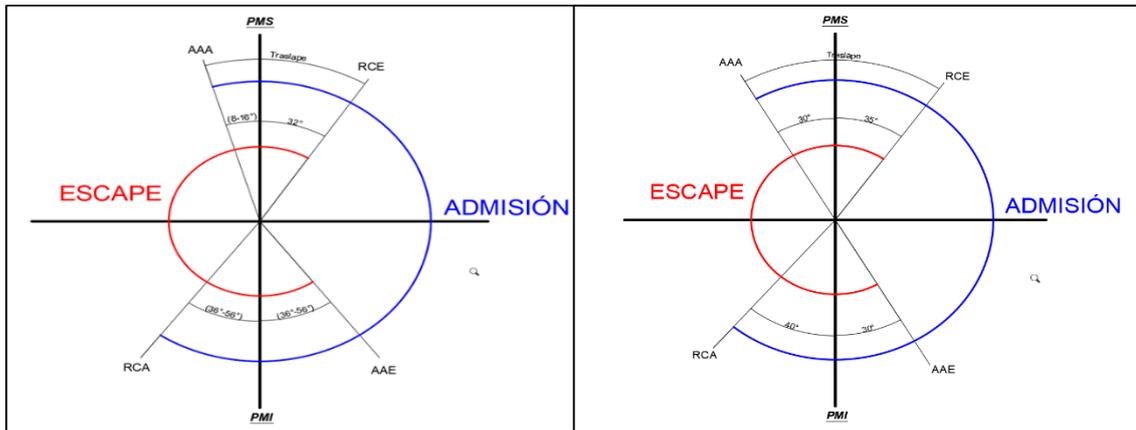


Figura 9-3: Diferentes Tipos de Diagramas de Distribución.

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

3.6. Sistema de escape

El sistema de escape está conformado por un conjunto de piezas que estas son el múltiple de escape, silenciador secundario y un primario, estos están unidos por bridas.

Esto ayuda a controlar el sonido, también ayuda con las emisiones contaminantes y esto ayudara a salir los gases de escape eficazmente. La modificación que se realizo fue para la construcción del heder (un sistema que tiene salidas para cilindro).

Ayuda rápida que tiene el heder para la salida de los gases combustionados y esto también ayuda al rápido ingreso de aire con combustible en la parte interior del cilindro, esto ayuda a que el motor incremente el rendimiento con una mayor aspiración.



Figura 10-3: Sistema de escape modificado

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)



Figura 11-3: Colocación del heder

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

Para el funcionamiento de las partes mecánicas se necesitan componentes eléctricos, se colocó un distribuidor, bobina y bujías. Al final se conectó cables a la batería a los bornes negativo y positivo.



Figura 11-3: Colocación de partes eléctricas

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

3.7. Torque y potencia.

3.7.1. Antes de la modificación del cabezote

En la figura 9-3 se observa el par del motor y la potencia, el toque máximo tienen una curva que van ascendiendo y está entre (40,7 lb.ft – 40,9 lb.ft) en las revoluciones (1625 RPM -2275 RPM), la potencia sigue ascendiendo hasta (15.9HP-18.8HP) en las revoluciones (2675 RPM-2800RPM).

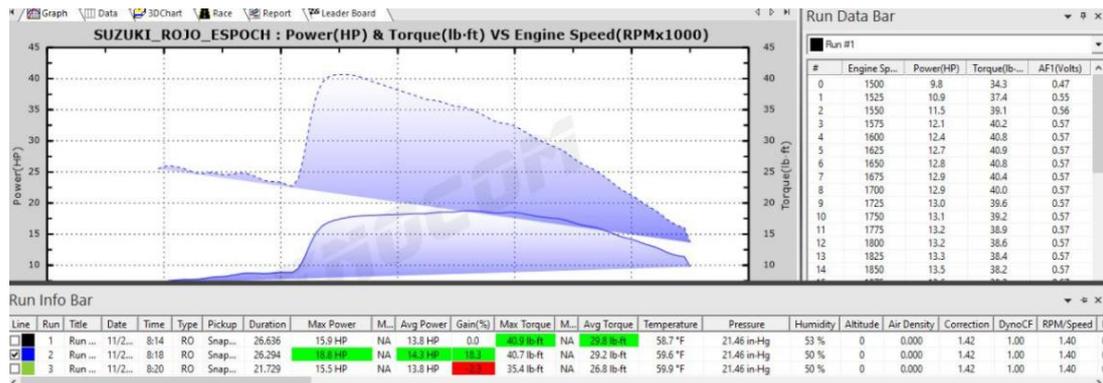


Figura 11-3: Torque y potencia (parte1)

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

Tabla 1-3: Torque y potencia con filtro de aire

Torque(lb.ft)	R.P.M.	Potencia (HP)	R.P.M.
40.9	1625	15.9	2675

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Tabla 2-3: Torque y potencia sin filtro de aire

Torque(lb.ft)	R.P.M.	Potencia (HP)	R.P.M.
40.7	2275	18.8	2800

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

4. Después de la modificación del cabezote.

En la figura 10-3 se observa el par del motor y la potencia, el toque máximo tienen una curva que van ascendiendo y está entre (77 lb.ft) en las revoluciones (4450 RPM), la potencia sigue ascendiendo hasta (66.7 HP) en las revoluciones (4575RPM).

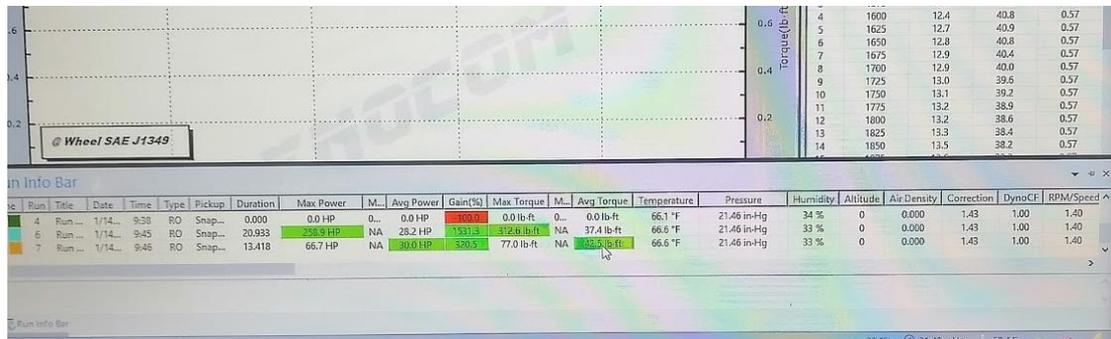


Figura 12-3: Torque y potencia (parte2)

Fuente: (Salazar Bastidas & Barroz Azogue, 2020)

Tabla 3-3: Torque y potencia sin filtro de aire

Torque(lb.ft)	R.P.M.	Potencia (HP)	R.P.M.
77	4450	66.7	4575

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Tabla 4-3: Suzuki Forza (parte2)

Datos	Parámetros
Tipo de Motor	Cuatro tiempos refrigerado por agua
Numero de cilindros	3 en línea
Orden de encendido	1-3-2
Cilindrada	1021 cc
Diámetro-Carrera	75.0 mm-77.0mm
Número de velocidades	5 velocidades
Potencia	66.73 HP
Torque	77.02 lb-ft
Relación de compresión	12;1
Carburador	AISAN descendente, doble cuerpo
Tipo de combustible	Gasolina extra 82 octanos
Sistema de escape	Simple

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

3.8. Emisiones antes de la modificación del cabezote

3.8.1. Combustible: Extra.

Tabla 5-3: Mediciones tomadas a ralentí parte 1 (900RPM)

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
CO	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
CO2	7.5	7.3	7.0	7.2	7.4
HC	185	239	373	297	298
O2	10.60	11	11.40	11.35	11.28
Lambda	1.81	1.83	1.79	1.84	1.85

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

3.8.2. Combustible: Súper

Tabla 6-3: Mediciones tomadas a ralentí parte 1 (900RPM)

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
CO	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
CO2	7.9	7.2	7.4	7.2	7.1
HC	170	229	193	195	197
O2	10.20	11.10	10.70	10.35	10.28
Lambda	1.81	1.83	1.79	1.84	1.85

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

3.9. Emisiones después de la modificación del cabezote

3.9.1. Combustible: Extra

Tabla 7-3: Mediciones tomadas a ralentí parte 2 (900RPM)

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
CO	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
CO2	3.5	3.5	3.5	3.7	3.6
HC	1394	1313	1307	1269	1340
O2	16.40	16.50	16.40	16.20	16.25
Lambda	3.446	3.450	3.455	3.305	3.350

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

3.9.2. Combustible: Súper

Tabla 8-3: Mediciones tomadas a ralentí parte 2(900RPM)

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5
CO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
CO2	4.1	4.1	4.4	4.0	4.3
HC	1341	1441	1620	1394	1340
O2	15.50	15.60	15.00	15.60	15.25
Lambda	3.036	3.018	2.773	3.092	2.996

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

3.10. Resultados

Con la ayuda de un medidor de gases TEXA GASBOX AUTOPOWER se tabuló datos de los distintos gases emitidos por un motor de combustión interna con distintos combustibles, se utilizará herramientas estadísticas para determinar con qué tipo de combustible se tiene mayor contaminación. Se analizará los siguientes gases:

- **Monóxido de carbono (CO)** es un resultado de combustión y es formado por combustiones incompletas un motor que no contamina debe estar entre 3,5%-4,5%.
- **Dióxido de Carbono (CO2)** es el resultado de la combustión, no es un gas toxico su valor más alto debe estar entre un 12% y 15%.
- **Hidrocarburos (HC)** representa gases no quemados son medidos en ppm, partes por millón es decir el 1% representa 10000ppm. Los HC no quemados indican una mezcla rica, sus valores deben estar entre 650 ppm – 750ppm.
- **Oxígeno (O2)** representa el oxígeno que sobra en el proceso de combustión, valores altos representan un escape roto, un valor de 0%significa que se agotado todo el oxígeno, su valor debe estar alrededor de un 2%.
- **Relación lambda (λ)**se define a la relación lambda (14.7:1), la relación seria 14.7gr de aire a 1gr de combustible al instante de la combustión. +

Nota: todas las pruebas fueron en forma estática esto quiere decir que fue echo solo a 900 R.P.M.

3.10.1. *Análisis de emisiones antes de la modificación del cabezote*

3.10.1.1. *Gasolina extra*

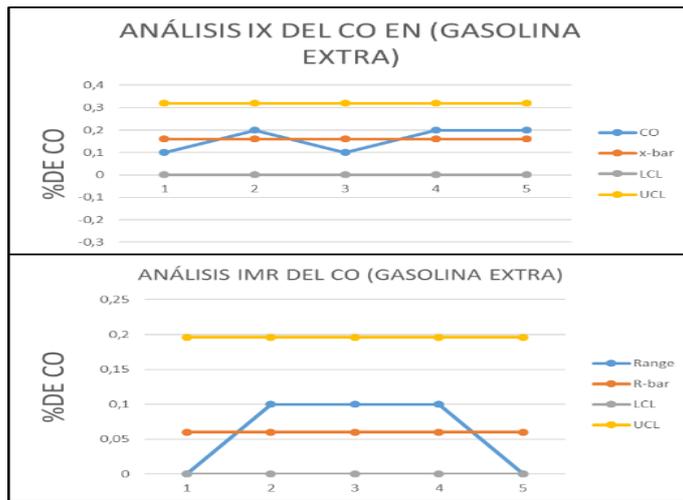


Gráfico 1-3: Análisis del CO en el vehículo parte 1, con gasolina Extra

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En este caso analizando la gráfico 1-3, sus valores están dentro del rango, esto nos indica que la combustión es completa.

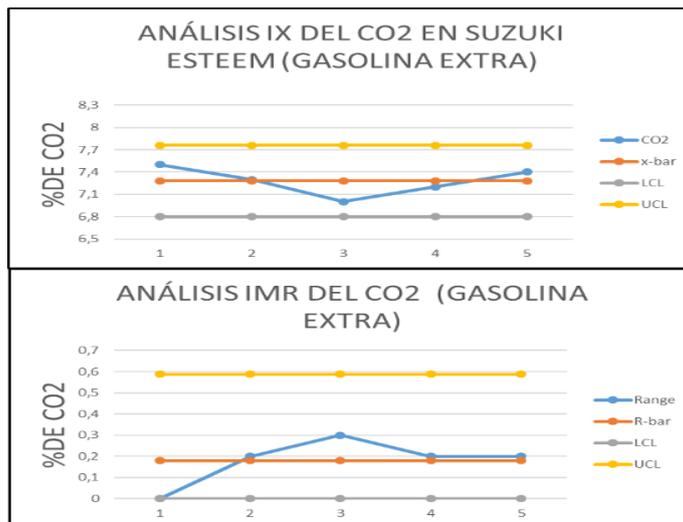


Gráfico 2-3: Análisis del CO2 en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 2-3 nos indica que tenemos los valores dentro de los rangos establecidos, ese gas no es perjudicial para el ambiente.

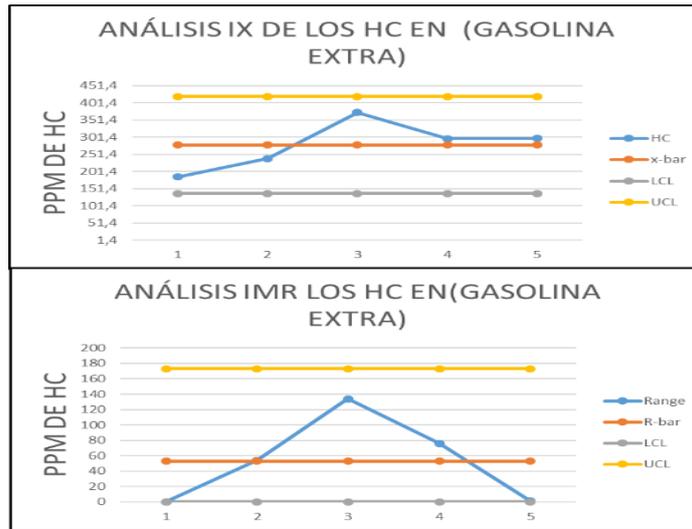


Gráfico 3-3: Análisis del HC en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Los valores mostrados en el gráfico 3-3 nos indican que tenemos gases no quemados en mínima cantidad.

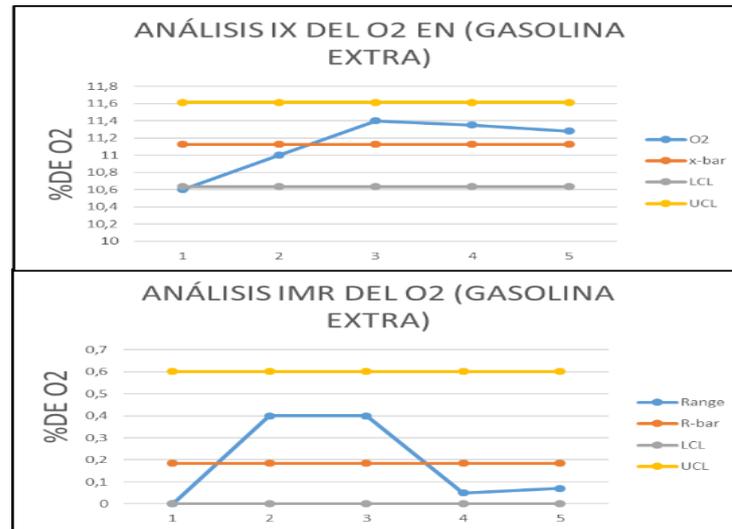


Gráfico: 4-3. Análisis del O2 en el vehículo parte 1, con gasolina Extra

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

El gráfico 4-3 nos indica un exceso de oxígeno esto quiere decir que las combustiones no están buenas y un cilindro no está funcionando correctamente.

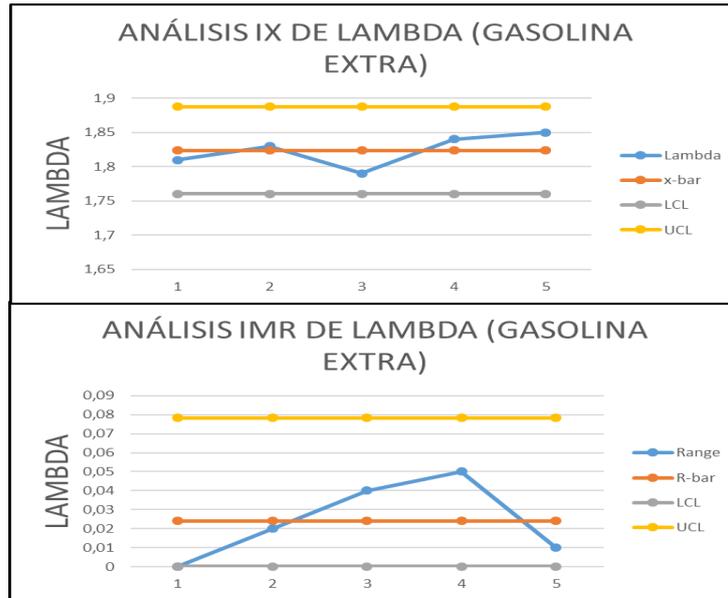


Gráfico 5-3: Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 1, con gasolina Extra.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 5-3 se observa mezcla esta rica eso quiere decir que existe más combustible que aire.

Tabla 9-3: Valores promedio de emisiones con gasolina extra parte 1.

EXTRA ANTES		
GASES	VALORES PROMEDIO	PORCENTAJE
CO	0,16	0,0535%
CO2	7,28	2,4365%
HC	278,4	93,1758%
O2	11,126	3,7237%
LAMBDA	1,824	0,6105%

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020



Gráfico 6-3: Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina extra parte 1.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 6-3 se puede observar que los valores de porcentaje más altos están en hidrocarburos no quemados que dañan el ozono y contribuyen al smog, los demás valores, así como O₂ y CO₂ que son valores pequeños no tan contaminantes, el monóxido de carbono.

3.10.1.2. Gasolina súper.

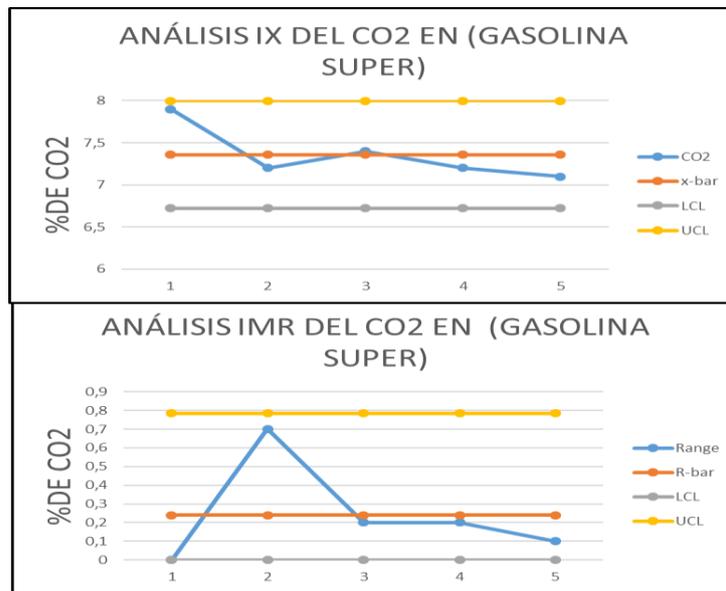


Gráfico 7-3: Análisis del CO₂ en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 7-3 mostrada nos indica que tenemos los valores dentro de los rangos establecidos, incluso bajos en comparación con el otro combustible.

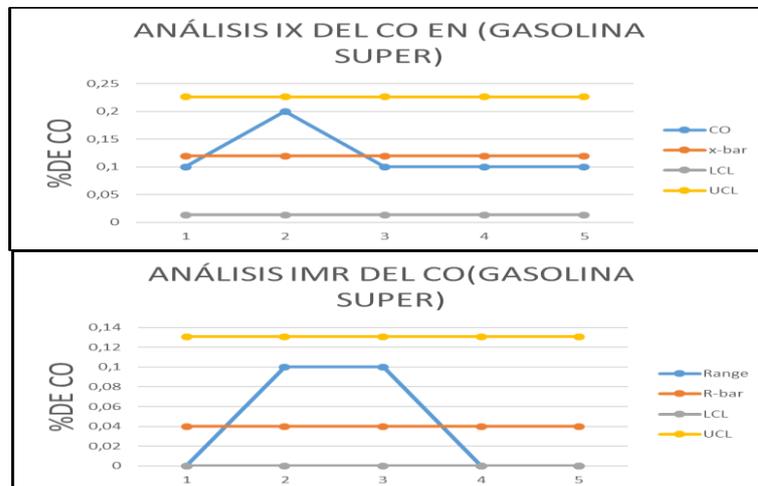


Gráfico 8-3: Análisis del CO en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En este caso analizando el gráfico 8-3 sus valores están dentro del rango, esto nos indica que la combustión casi completa, teniendo en cuenta que hay valores que están encima del rango, no hay ningún inconveniente debido a que en vehículos sin catalizador pueden llegar hasta un 15%.

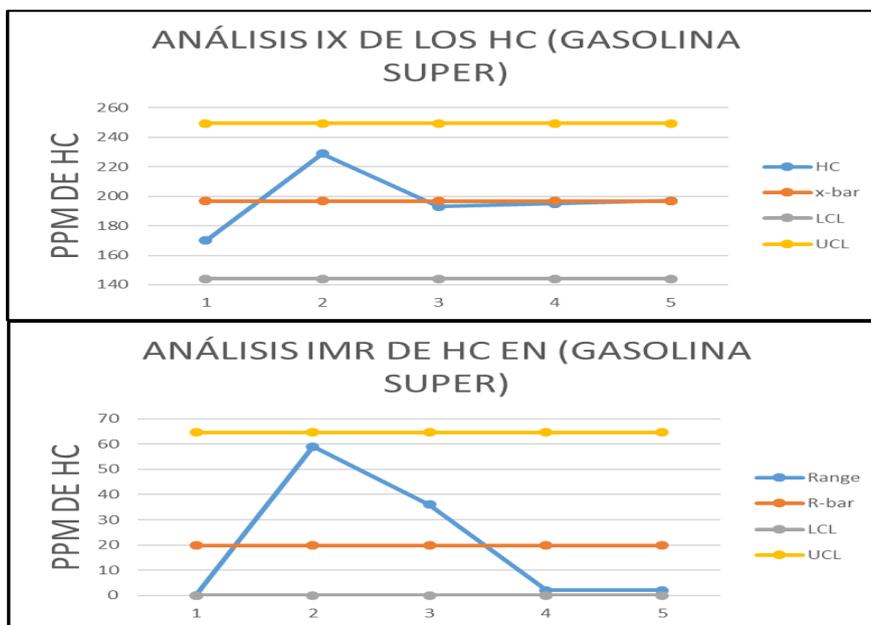


Gráfico 9-3: Análisis del HC en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Los valores mostrados en el gráfico 9-3 nos indican que tenemos gases no quemados en cantidades normales debido a la calidad de combustible.

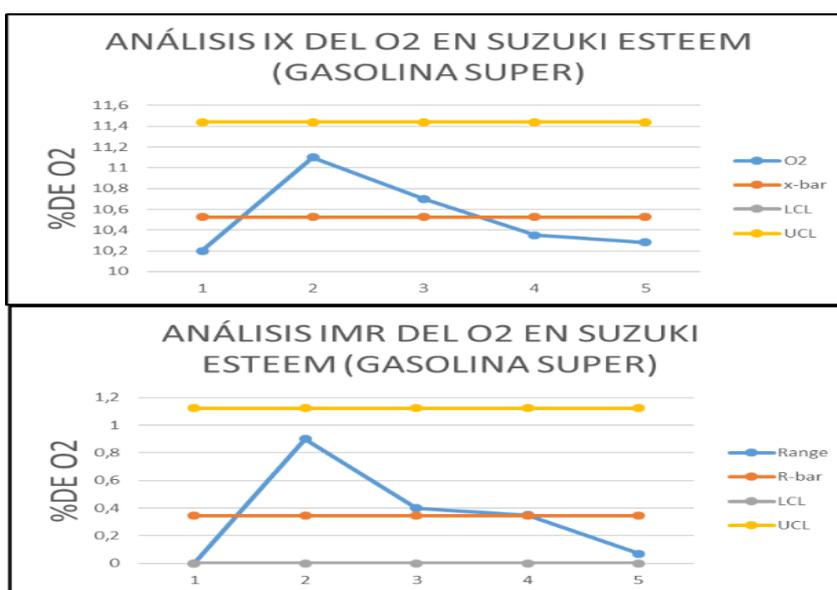


Gráfico 10-3: Análisis del O2 en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 10-3 nos indica que tenemos en un rango incorrecto los valores de oxígeno la combustión si esta con exceso de combustible, se tiene una parte líneas que esta inestable.

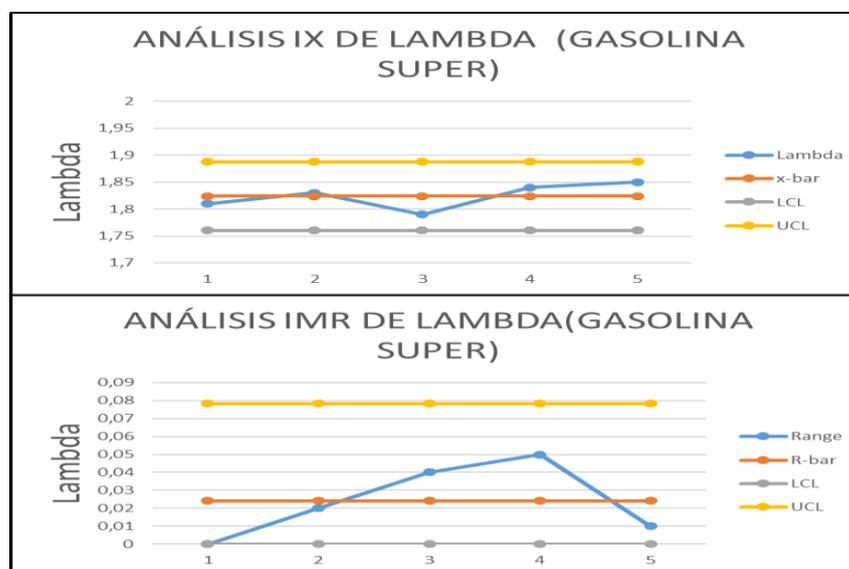


Gráfico 11-3: Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 1, con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

De acuerdo con el gráfico 11-3 tiene mezcla rica, es decir está ingresando más combustible a la cámara de combustión.

Tabla 10-3: Valores promedio de emisiones con gasolina súper parte 1.

SÚPER ANTES		
GASES	VALORES PROMEDIO	PORCENTAJE
CO	0,12	0,0554%
CO2	7,36	3,3975%
HC	196,8	90,8461%
O2	10,526	4,8590%
LAMBDA	1,824	0,8420%

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020



Gráfico 12-3: Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina súper parte 1.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

El gráfico 12-3 se observa con gasolina de 92 octanos una variación los hidrocarburos no combustionados muy pequeña pero el O2 aumento ligeramente, una lambda ligeramente aumentada esto quiere decir un poco más rica.

3.10.2. Análisis de emisiones después de la modificación

3.10.2.1. Gasolina extra

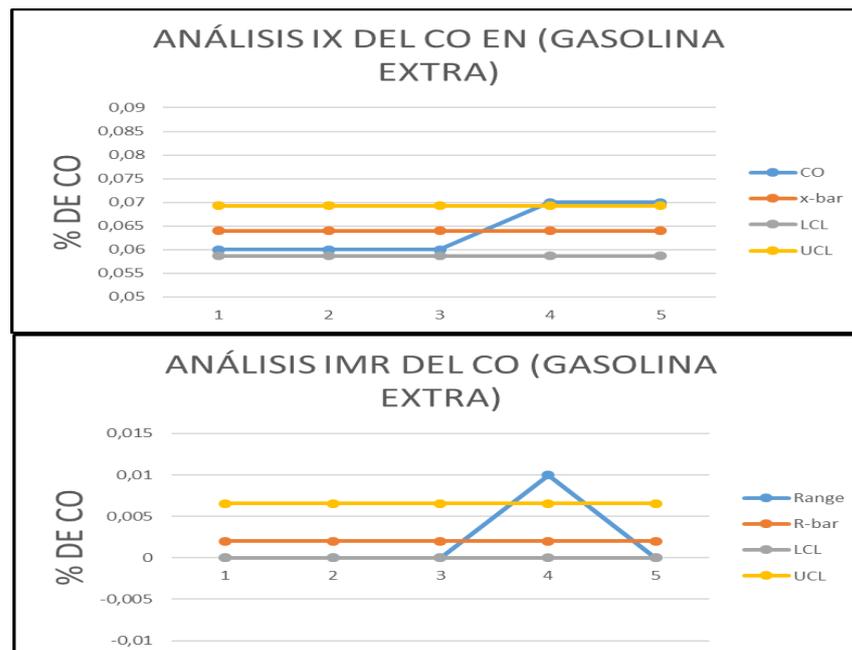


Gráfico: 13-3: Análisis del CO en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.

En este caso analizando en el gráfico 13-3 sus valores uno está fuera del rango, esto nos indica que la combustión es incompleta.

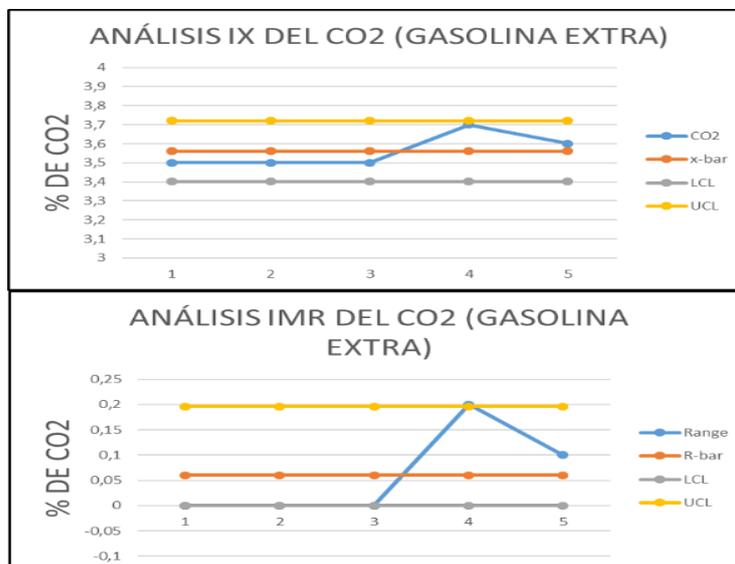


Gráfico 14-3: Análisis del CO2 en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.

En el gráfico 14-3 mostrado nos indica que tenemos los valores dentro de los rangos establecidos pero estos valores con respecto a los anteriores sin la modificación se han incrementado notablemente.

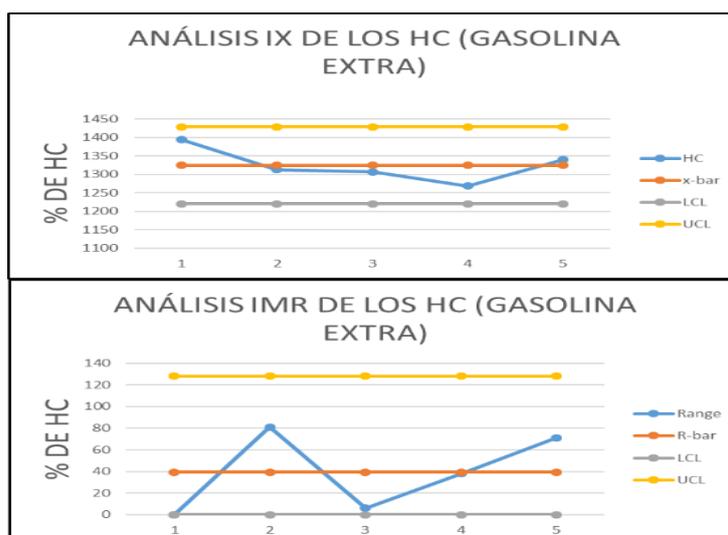


Gráfico 15-3: Análisis del HC en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.

Los valores mostrados en el gráfico 15-3 nos indican que tenemos gases no quemados en una elevada cantidad de casi el doble, esto es toxico para las personas en un margen muy alto.

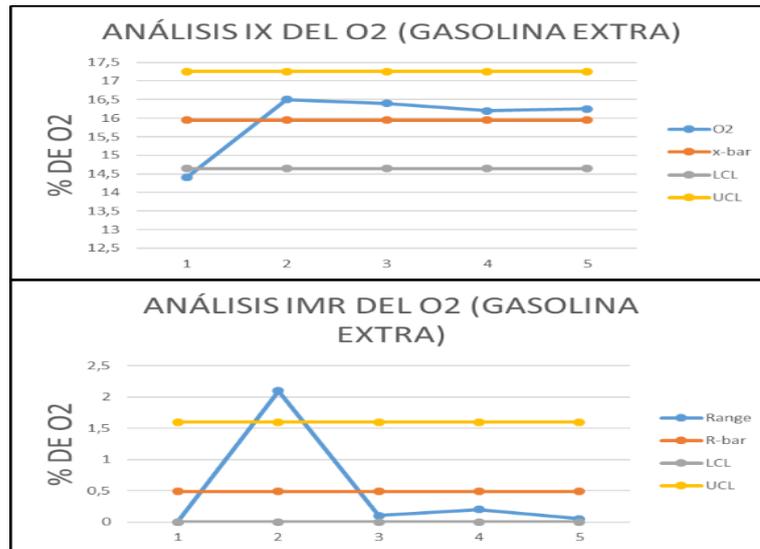


Gráfico 16-3: Análisis del O2 en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

El grafico 16-3 nos indica que al inicio se tiene un valor fuera del rango, pero inmediatamente se desploma los valores por su ralenti inestable.

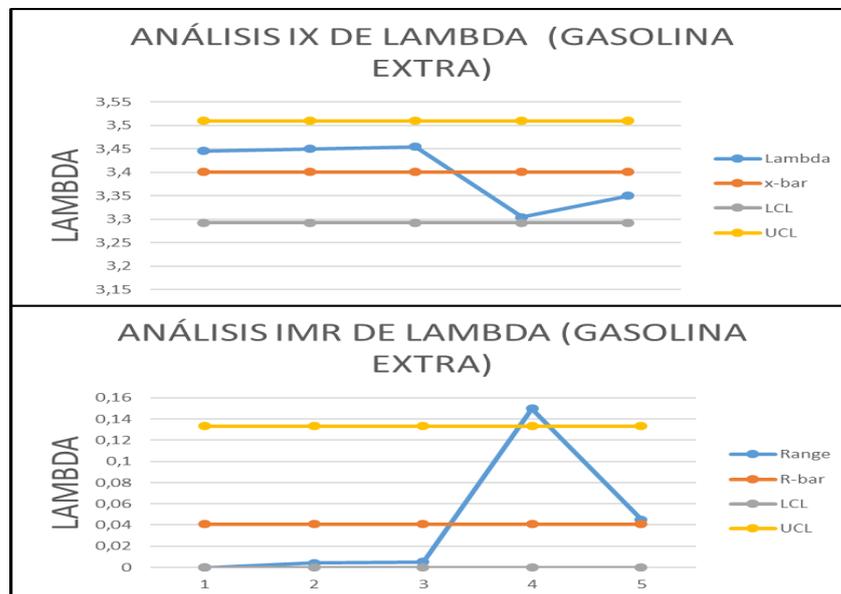


Gráfico 17-3: Análisis del LAMBDA en el vehículo parte 2, con gasolina Extra.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Al inicio del gráfico 17-3 se tiene mezcla muy rica en las siguientes medidas este valor descende por que la carburación no es la correcta por eso los valores son altos.

Tabla 11-3: Valores promedio de emisiones con gasolina extra Parte 2.

EXTRA DESPUÉS		
GASES	VALORES PROMEDIO	PORCENTAJE
CO	0,064	0,0047%
CO2	3,56	0,2642%
HC	1324,6	98,2951%
O2	15,95	1,1836%
LAMBDA	3,4012	0,2524%

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020



Gráfico 18-3: Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina extra Parte 2.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 18-3 se demuestra que después de la modificación aumento notablemente los hidrocarburos no combustionados con un aumento de O2 y una mezcla excesivamente rica se denota en la tabla 11-3.

3.10.2.2. Gasolina súper.

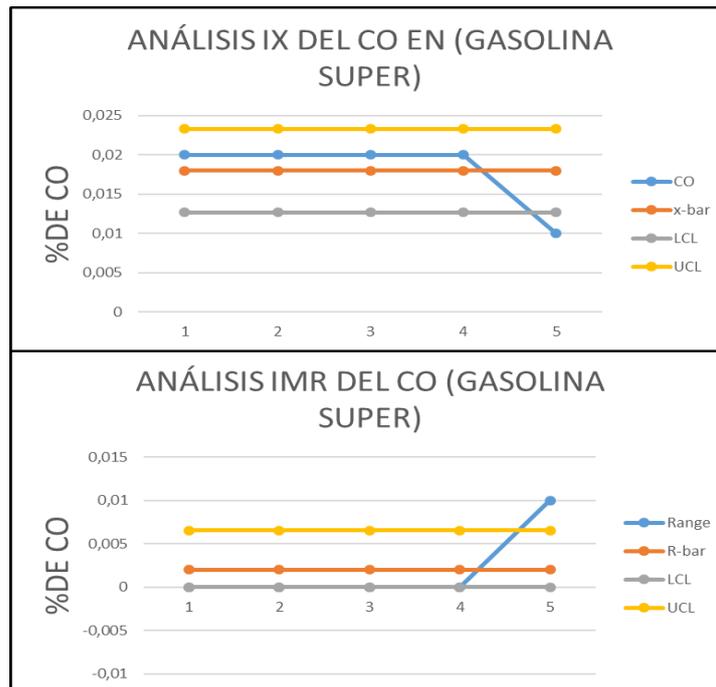


Gráfico 19-3: Análisis del CO en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En este caso analizando el primer gráfico 19-3 sus valores están dentro del rango, pero un valor se sale del rango, esto nos indica que la combustión es incompleta pero sus valores están bajos con respecto a los permitidos.

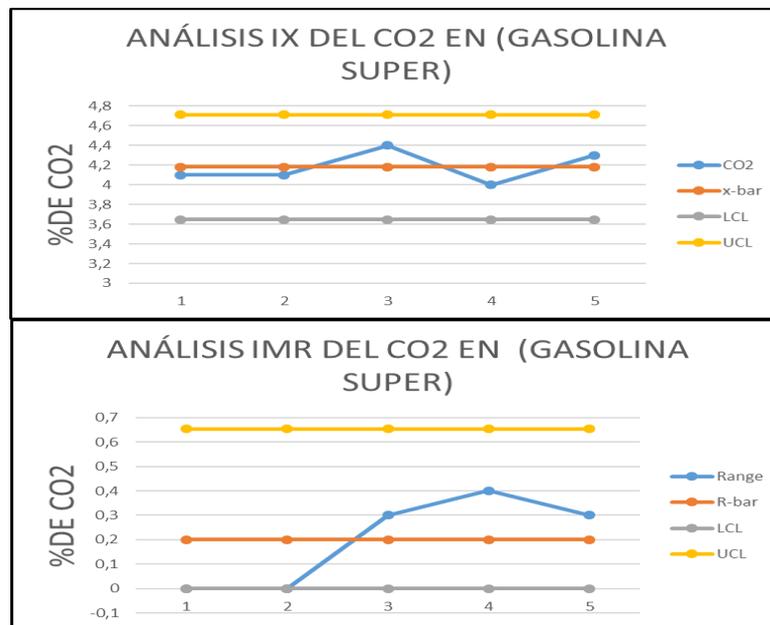


Gráfico 20-3: Análisis del CO2 en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En el gráfico 20-3 mostrada nos indica que tenemos los valores dentro de los rangos establecidos, incluso un poco más bajos en comparación con el otro combustible, pero siguen siendo perjudiciales para las personas y el medio ambiente.

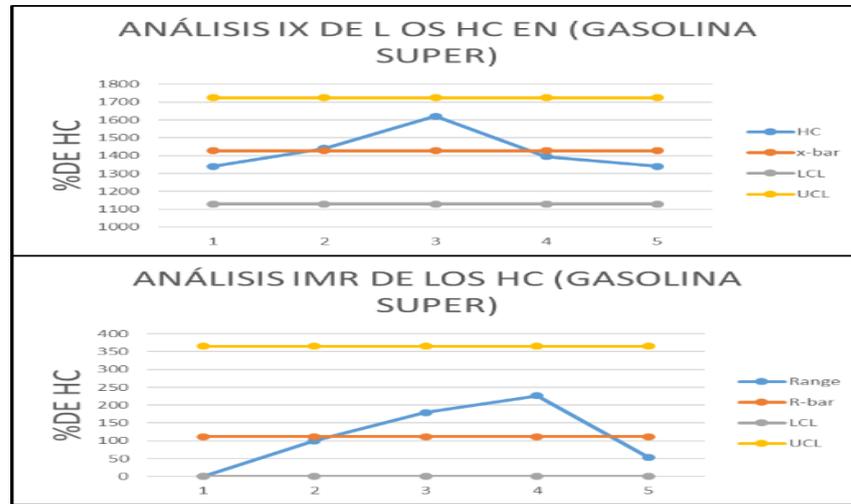


Gráfico 21-3: Análisis del HC en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

Los valores mostrados en el gráfico 21-3 a nos indican que tenemos gases no quemados en una alta cantidad sinónimo de que no se esta combusionando correctamente los gases, pero con el combustible súper disminuyo un poco hidrocarburos no quemados.

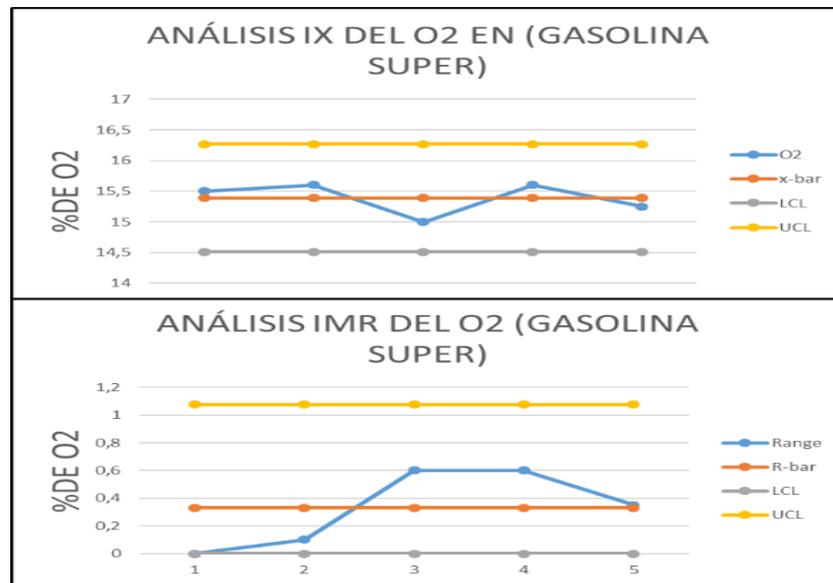


Gráfico 22-3: Análisis del O2 en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

El grafico 22-3 nos indica que tenemos en un rango de valores de O2 muy altos para compensar el combustible que ingresa a la cámara de combustión, pero sin embargo están en exceso.

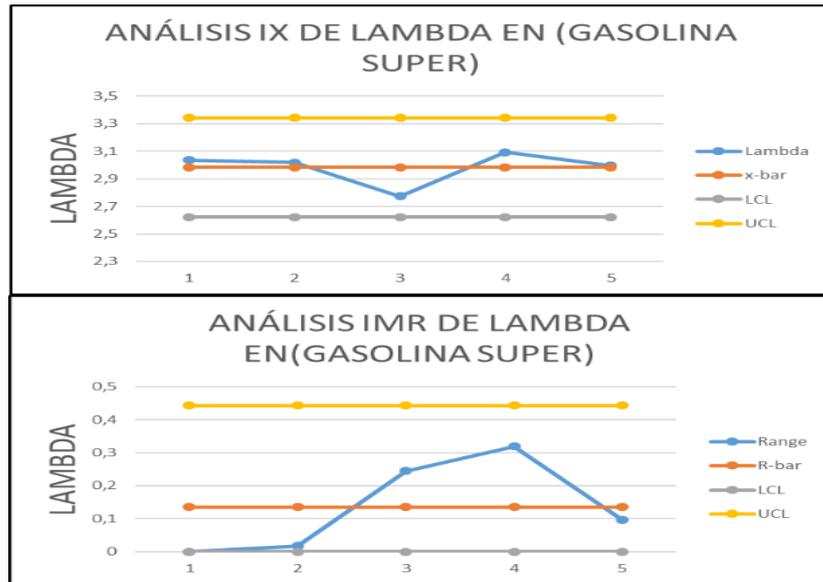


Gráfico 23-3: Análisis del Lambda en el vehículo parte 2 con gasolina Súper.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

El gráfico 23-3 inicio se tiene mezcla muy rica en las siguientes medidas este valor descende por que la carburación no es la correcta por eso los valores son altos y poco estable

Tabla 12-3: Valores promedio de emisiones con gasolina súper parte 2.

SÚPER DESPUÉS		
GASES	VALORES PROMEDIO	PORCENTAJE
CO	0,018	0,0012%
CO2	4,18	0,2883%
HC	1427,2	98,4431%
O2	15,39	1,0615%
LAMBDA	2,983	0,2058%

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020



Gráfico 24-3: Valores promedio en porcentaje de emisiones con gasolina súper Parte 2.

Realizado por: Romero Realpe Jonathan Andres, 2020

En la tabla 12-3 un ligero aumento de HC con un ligero aumento lambda esto quiere decir que es una mezcla rica y una ligera disminución en el CO.

3.11. Discusión de resultados

Después de obtener las respectivas gráficas, se pueden analizar los siguientes puntos:

- ✓ En cuanto al monóxido de carbono, se observa que tanto en el vehículo Suzuki antes y después de la modificación, funcionando con combustible de 87 octanos (Extra), tiende a tener el porcentaje bajo (CO) en condiciones, oscilando entre 0,1% y 0,06%, a ralentí respectivamente.
- ✓ El monóxido de carbono al utilizar combustible de 92 octanos (Súper), Antes y después de la modificación, se observa el mismo comportamiento, con un valor máximo de 0,1% a ralentí, sin embargo, después de la modificación la cantidad a disminuido notablemente a 0,02% el porcentaje de CO.
- ✓ Al analizar el porcentaje del dióxido de carbono con Extra 7,5 % a 3,5%, antes y después respectivamente si se muestra una gran diferencia en el análisis disminuyendo la cantidad por haber cambiado a un árbol de levas trucado que evacua más rápidamente.
- ✓ Analizando el porcentaje del dióxido de carbono, se evidencia una disminución de emisión al ser cambiado por un árbol de levas trucado, al utilizar combustible de 92 octanos (Súper), de 7,9% a 4,0%, también podemos decir que si varia las emisiones si utilizamos combustible súper ya que emana menos CO₂ a la atmosfera.
- ✓ Observando las partes por millón de los hidrocarburos no combustionados, se obtuvo que; al modificar el cabezote se incrementaron considerablemente la ppm de HC presentes en los gases de escape el combustible de 87 octanos Extra se obtuvo 185 ppm se incrementó a 5925 ppm antes y después respectivamente esto quiere decir más de 32 veces su valor inicial.
- ✓ Las partes por millón de los hidrocarburos no combustionados utilizando 92 octanos (Súper) se obtuvo 170 ppm y se incrementó a 5228 ppm esto es antes y después respectivamente esto quiere decir que se incrementó 30 veces su valor inicial esto quiere decir que no existe una combustión de gases.
- ✓ En relación con el oxígeno combustible extra se obtuvo 10,60% paso a 16,40% antes y después respectivamente por el árbol de levas trucado que tiene mas apertura de oxígeno, su porcentaje de aumento es poco,este gas no es contaminante y sus altos valores no quieren decir que el escape este roto.
- ✓ El porcentaje de oxígeno, se puede mencionar que, se incrementó la entrada de oxígeno para así aumentar el combustible para llenar el cilindro más eficazmente. Al utilizar gasolina Súper, se evidencia que antes modificación se tenía 10,20% y después de la modificación se tiene 15,60%, en la mezcla se disminuye el oxígeno, pero igual se incrementa solo varia un poco.

- ✓ Al analizar el comportamiento de Lambda, se observa que, a ralentí el motor trabaja con mezcla rica ($\lambda > 1$) antes de la modificación con el combustible Extra trabaja con un $\lambda = 1,85$ pero como al ser modificado el árbol de levas que ayuda al llenado de combustible se obtuvo $\lambda = 3,446$ existe una mezcla muy rica.
- ✓ Comportamiento de Lambda con combustible súper antes de la modificación $\lambda = 1,85$ paso a $\lambda = 3,092$, pero igual sigue siendo una mezcla muy rica y no mejora casi nada los valores.

CONCLUSIONES

- La modificación del cabezote y el árbol de levas trucado si aumentaron la emisión notablemente cuatro veces más sus valores iniciales, basándonos en las gráficas y los resultados el valor que sobresalió entre todos fue los hidrocarburos no combustionados que cambiaron su valor desde 278,4 ppm a 1324,6 ppm.
- La utilización de combustible súper frente a la extra, si ayuda a minimizar a la variación de emisiones en gases como CO (0,064%-0,018%), O₂ (15,95%-15,39%) y λ (3,4012%-2,983%), en otros las aumenta como CO₂(3,56%-4,18%) y HC (1324,6 ppm – 1427,2 ppm) esto quiere decir que contamina el medio ambiente de una manera muy preocupante.
- Vasado en los valores de la norma NTE 2204 que tienen como límite HC (750 ppm) y en CO (4,5 %), el automotor tiene valores con combustible súper de HC (1427,2 ppm) y en CO (0,018%) con estos valores se puede decir que no pasa la revisión vehicular por sobrepasar los límites excesivamente.
- La lambda λ aumento su valor después de la modificación fuertemente, la mezcla que tenía anteriormente era rica con combustible súper su valor era 1,824 % y paso a tener un valor de 2,983 % aumentando 1,159 % de su valor inicial, y la carburación no era la adecuada así que no estaba aprovechando todo el combustible que estaba ingresando a la cámara de combustión por falta de combustión de la mezcla aire combustible.
- El comportamiento del monóxido de carbono (CO) fue de disminuir su cantidad levemente al ser modificado el cabezote sus valores variaron con combustible súper desde 0,12% a 0,018% antes y después respectivamente, con combustible extra 0,16% a 0,064 % antes y después respectivamente, esto quiere decir que disminuyo la contaminación de este gas que es peligroso para la salud y el medio ambiente.
- El dióxido de carbono (CO₂) disminuyo su valor notablemente con combustible extra con valores de 7,28 % a 3,56 % antes y después respectivamente, con combustible súper 7,36 % a 4,18 % antes y después respectivamente esto ayuda a la naturaleza con el efecto invernadero.

RECOMENDACIONES

- Al realizar las mediciones de gases se debe lavar el tanque de combustible con abundante detergente sin espuma a continuación secar con aire y un trapo sin pelusas hasta que el tanque este totalmente seco, con esto verificar si el tanque está roto u oxidado, para que al cambiar el combustible de extra a súper no se altere los valores que serán tomados por la sonda de analizador de gases.
- Revisar si el escape del automotor en todos los tramos desde el colector de escape que esta a lado del motor hasta el final del tubo no existan fugas o exista corrosión para tener datos más específicos en las mediciones en todas las etapas que será medido con la sonda del medidor de gases y esto no afecte los valores tomados de el combustible extra y súper.
- Se recomienda en el futuro para las investigaciones revisar la carburación del motor por altas cantidades de hidrocarburos no combustionados que se evacuan por el conducto de escape que son creadas al no combustionar toda la mezcla de aire combustible esto hace que se des calibre el medidor de gases y no pueda tomar las medidas correctamente.
- Revisar que el combustible no tenga ninguna impureza esto quiere decir que sea el más limpio posible o cernirlo antes de colocarlo en depósito de combustible, que no exista partículas para no alterar los resultados, ni dañar el medidor de gases.se des calibre el medidor de gases y no pueda tomar las medidas correctamente.
- Limpiar el colector de admisión de las partículas de polvo pueda que este tapado, también cambiar el filtro de aire para el ingreso de aire se lo mas puro posible y no tenga ninguna obstrucción en la admisión con esto pueda tener una combustión adecuada de la mezcla aire combustible.

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN SISTEMA DISTRIBUCIÓN. *Motores alternativos de combustión interna* [en línea]. 1ra.Ed. Cataluña - España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2005, p. 512.(2015). [Consulta: 11 de diciembre de 2020]. Obtenido de [Laspalmastecnologica.blogspot.com](http://laspalmastecnologica.blogspot.com):

<http://laspalmastecnologica.blogspot.com/2015/02/motores-tema-41-introduccion-sistema.html>

ANT.GOB.EC. *Emisiones Contaminantes y Ruido - Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002 - Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador - ANT*[en línea]. 2016. [Consulta: 12 de diciembre de 2020]. Obtenido de <https://www.ant.gob.ec/index.php/regulacion/normas-y-reglamentos-inen/emisiones-contaminantes-y-ruido/file/161-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2-204-2002>

JAÉN, A; et al. *Tecnología energética y medio ambiente I.* 2da. Ed. Cataluña - España: Edicions de la Universitat Politecnica de Catalunya, 2009, p. 22.

AUTOMÓVIL, E. T.. *Interempresas* [en línea]. 2002.[Consulta: 17 de diciembre de 2020]. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Sector-Automocion/Articulos/160648-El-turbocompresor-para-automovil.html>

BARROS BERMEJO, H. O., & MORAN CASTRO, D. W.. *Reparación de un motor de combustión interna.* [en línea] Noviembre de 2014 [Consulta: 18 de diciembre de 2020]. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/29503>

BERNAL, C. *Metodología de la investigación.* México: Pearson education. [en línea].2006.[Consulta: 21 de diciembre de 2020].

BOSCH. *Cables para bujías.* Obtenido de Boschautopartes.mx. [en línea].2014.[Consulta: 22 de diciembre de 2020]. Obtenido de: <https://www.boschautopartes.mx/es/auto/sistema-de-encendido/cables-para-bujias>

GARCIA, H. *Evaluación del riesgo por emisiones de partículas en fuentes estacionarias – Estudio de caso: Bogotá.* Bogotá – Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2006. pp. 4-6. [Consulta: 10 de diciembre de 2019]. Disponible en:

<https://books.google.com.ec/books?id=T87uEuVP84kC&pg=PA3&dq=material+particulado&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjvjuDU793IAhVsp1kKHZ38B6wQ6AEIPTAD#v=onepage&q&f=false>

alse

INTERESCAPE. *Cómo funciona un FAP/DPF* [en línea]. 2020. [Consulta: 05 de enero de 2020]. Disponible en: http://www.filtroparticulas.com/?page_id=25&lang=es **CALLEJA, D. G.** (2008). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares.* [Consulta: 25 de diciembre de 2020].Madrid: paraninfo.

CASTILLO, J. *terminación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión Interna a Gasolina Mediante el Uso de Bujía con Sensor de Presión Adaptado y Aplicación de un Modelo Matemático*[en línea]. 2017 .[Consulta: 26 de diciembre de 2020]. Obtenido de Scielo.senescyt.gob.ec: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292017000100049

RYCHLIK, A; & JASIULEWICZ, M. *Environmental Issues in Automotive Industry* [en línea]. Editado por Golinska, P, London – England: Springer Science & Business Media, 2014, pp. 119–120. [Consulta: 15 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=3Uq9BAAAQBAJ&pg=PA120&dq=Exhaust+gas+recirculation+valve+EGR&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwix8tjfsXlAhVG1VkkHe47CWcQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

CENEAM. *Monóxido de carbono.* Obtenido de Miteco.gob.es: [en línea].2019. [Consulta: 27 de diciembre de 2020]. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/monoxido-carbono.aspx#:~:text=El%20CO%20penetra%20en%20el,cabeza%2C%20mareos%20y%20fatiga%3B%20estos>

DIAGNOSIS, T. I. *Texaiberica.com.* Obtenido de GASBOX y OPABOX Autopower - Analizadores gases[en línea].2018. [Consulta: 26 de diciembre de 2020]. Obtenido de: <https://www.texaiberica.com/productos/gasbox-opabox-autopower>

DONAIRE, D. (S.F.). *Cables de bujías: que son, problemas y mantenimiento.* [en línea].2015. [Consulta: 2 de enero de 2020] Obtenido de Actualidad Motor: <https://www.actualidadmotor.com/cables-de-bujias/>

ERAZO, G., & QUIROZ, L. *Emisiones contaminantes Generadas por el motor a combustión con gasolina comercial en el Ecuador.* [en línea].2018.[Consulta: 03 de enero de 2020]. *INVESTIGAR*, pp. 119–120.

FIDALGO, R. *Cómo reducen la contaminación los coches.* [en línea]. 2020.[Consulta: 04 de enero de 2020].Obtenido de Autocasión: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/como-reducen-las-emisiones-los-coches>

GUEVARA, L. V. *Posición de las válvulas de un motor Otto 4T en cada tiempo.* [en línea].2012.[Consulta: 08 de enero de 2020]. Obtenido de <https://makinandovelez.wordpress.com/2017/11/27/posicion-de-las-valvulas-de-un-motor-otto-4t-en-cada-tiempo/>

GUILLERMO, REYES, G., & CAMPAÑA. *Análisis mecánico del brazo de biela mediante norma ASTM e8.* [en línea] (2017). [Consulta: 09 de enero de 2020]. *Universidad Internacional del Ecuador.*

GUILLIERI, S. . *Preparación de motores en serie para competencia.* Barcelona-España.[en línea].2005.[Consulta: 10 de enero de 2020]. Ceac S.A. pp. 15–20.

- HERNÁNDEZ SAMPIERI , R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAFIESTA LUCIO, P.** . *Metodología de la investigacion* . [en línea].2014. [Consulta: 13 de enero de 2020]. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- HOLLEY.** *MSD 8207 MSD Ignition Coil Blaster SS Series, 6-Series Ignitions, Red, Individual.* [en línea].2018.[Consulta: 16 de enero de 2020]. Obtenido de https://www.holley.com/products/ignition/ignition_coils/street_and_strip/street_and_strip_coils/parts/8207
- INDUSTRIES, I. D.** *Dynocom Industries Chassis Dynamometer Systems Product Catalog.* [en línea].2016.[Consulta: 17 de enero de 2020] Obtenido de Dynocom.net: <https://www.dynocom.net/catalog/detail.asp?iPro=130&iType=31>
- INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ.** Obtenido de INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ. [en línea].2015.[Consulta: 18 de enero de 2020]. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/author/admin/page/2/>
- LUIS E. TIPANLUISA, A. P.** *SciELO.* Obtenido de Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de dos Calidades. [en línea].2017.[Consulta: 19 de enero de 2020]. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000100002
- MECÁNICA, A. A.** *Gases de Escape y Sistemas Anticontaminación.* [en línea].2014. [Consulta: 21 de enero de 2020].Obtenido de www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm
- MORENO, I. B.** *Relación entre calibración de electrodos de bujía y emisiones contaminantes de un motor de encendido provocado. Enfoque UTE,* pp. 3-12. [en línea].2019. [Consulta: 23 de enero de 2020] doi:10.29019/enfoqueute.v10n2.465
- MOTORSERVICE.SEGMENTOS DE PISTÓN PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN.** *Motorservice International GmbH.*[en línea]. 2015. [Consulta: 23 de enero de 2020] Obtenido de www.msmotorservice.com.
- RÚALES, A. S.** *POTENCIACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DE SUZUKI.* [en línea].2016.[Consulta: 26 de enero de 2020]. Obtenido de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4605>
- SAMANIEGO, J. P.** *investigadores.* p. 2-14[en línea].2016. [Consulta: 26 de enero de 2020]. Obtenido de:[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Sd9fDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=SAMANIEGO,+J.+P.+\(2018\).+investigadores.&ots=_xGJfjb6_b&sig=xFTgGdF7Hzt8kuNsf9d4yqDaH7I#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Sd9fDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=SAMANIEGO,+J.+P.+(2018).+investigadores.&ots=_xGJfjb6_b&sig=xFTgGdF7Hzt8kuNsf9d4yqDaH7I#v=onepage&q&f=false)
- TODO EN EQUIPOS PARA COMPETICION.** *Multiplicadores MSD.* [en línea].2011. [Consulta: 27 de enero de 2020].Obtenido de: <https://msdvenezuela.es.tl/Multiplicadores-MSD.htm>

TOYOTA. (S.F.). Obtenido de Carburador manual aisan toyota. [en línea]. 2017. [Consulta: 27 de enero de 2020] Obtenido de: <http://automotorpad.com/toyota/203138-manual-carburador-aisan-toyota.html>

VICENTE, M. C. *TRUCAJE DE MOTORES DE 4 TIEMPOS.* [en línea]. 2014. [Consulta: 30 de enero de 2020]. Obtenido de: <https://mecanicageneral.webcindario.com/trucaje-de-motores.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI EXTRA ETAPA 1

Resultados del test emisiones de escape						
						Fecha del Test 27/11/2020
						Hora del test 11:10
Centro de Test						
TALLERES ALVAREZ						
Mecánica Automotriz - Enderizada y Pintura						
Dirección: Cordovez entre diego de almagro y morona						
Teléfono: 0987723692						
Correo: djalvarez@live.com.ar						
RIOBAMBA - ECUADOR						
Número Stazione Test						MATRIZ
Detalles del vehículo						
Matricula	JONATHAN ROMERO					
VIN	S319C03311					
Fabricante	SUZUKI					
Modelo	FORSA					
Fecha matriculación	27/11/2020					
Combustible	Gasolina					
Categoría	Puestos en circulación después 1.10.1986					
Resultado medición						
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado	
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO	
Resultado medición						
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	900 #	rpm	500	1000	SUPERADO	
COcorr	0,2	% vol.				
CO2	7,5	% vol.				
O2	10,60	% vol.				
CO	0,1	% vol.		3,5	SUPERADO	
HC	185	ppm vol.				
Resultado completo						
Éxito global						SUPERADO
# - Introducción manual						
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas	
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBKT003668	DE07M010PTB002	15/07/2020	Comprobación periódica vencida.	

ANEXO B: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI SÚPER ETAPA 1

Centro de Test					
TALLERES ALVAREZ					
Mecánica Automotriz - Enderezada y Pintura					
Dirección: Cordovez entre diego de almagro y morona					
Teléfono: 0987723692					
Correo: djalvarez@live.com.ar					
RIOBAMBA - ECUADOR					
Número Stazione Test					MATRIZ
Detalles del vehículo					
Matricula	JHFJF HH				
VIN	GHGGH				
Fabricante	HKHHG				
Modelo	1989				
Fecha matriculación	27/11/2020				
Combustible	Gasolina				
Categoría	Puestos en circulación después 1.10.1986				
Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO
Resultado medición					
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	900 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,2	% vol.			
CO2	7,9	% vol.			
O2	10,20	% vol.			
CO	0,1	% vol.		3,5	SUPERADO
HC	170	ppm vol.			
Resultado completo					
Éxito global					SUPERADO
# = Introducción manual					
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBKT003668	DE07M010PTB002	15/07/2020	Comprobación periódica vencida.

ANEXO C: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI EXTRA ETAPA 2

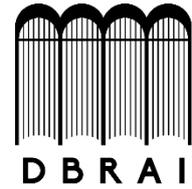
Centro de Test					
TALLERES ALVAREZ					
Mecánica Automotriz - Enderezada y Pintura					
Dirección: Cordovez entre diego de almagro y morona					
Teléfono: 0987723692					
Correo: djalvarez@live.com.ar					
RIOBAMBA - ECUADOR					
Número Stazione Test					MATRIZ
Detalles del vehículo					
Matricula	ACB057				
VIN	QWE				
Fabricante	SUZUKI				
Modelo	FORZA1				
Fecha matriculación	14/01/21				
Combustible	Gasolina				
Resultado medición					
	Valor leído	Unidad			
Régimen motor	----	l/min			
Temperatura motor	----	°C			
CO	0,06	% vol.			
CO2	3,5	% vol.			
HC	1394	ppm vol.			
O2	16,40	% vol.			
NOx	0	ppm vol.			
COcorr	0,3	% vol.			
HCcorr	5925	ppm vol.			
Lambda	3,446				
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBKT003668	DE07M010PTB002	15/07/2020	

ANEXO D: MEDICIONES EN EL VEHÍCULO SUZUKI SÚPER ETAPA 2

Centro de Test					
TALLERES ALVAREZ					
Mecánica Automotriz - Enderezada y Pintura					
Dirección: Cordovez entre diego de almagro y morona					
Teléfono: 0987723692					
Correo: djalvarez@live.com.ar					
RIOBAMBA - ECUADOR					
Número Stazione Test					MATRIZ
Detalles del vehículo					
Matricula					ACB057
VIN					QWE
Fabricante					SUZUKI
Modelo					FORZA1
Fecha matriculación					14/01/21
Combustible					Gasolina
Resultado medición					
			Valor leído	Unidad	
Régimen motor			----	1/min	
Temperatura motor			----	°C	
CO			0,02	% vol.	
CO2			4,0	% vol.	
HC			1394	ppm vol.	
O2			15,60	% vol.	
NOx			0	ppm vol.	
COcorr			0,1	% vol.	
HCcorr			5228	ppm vol.	
Lambda			3,092		
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBKT003668	DE07M010PTB002	15/07/2020	
Testado por				Firma	
CRISTIAN GADVAY					



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

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

Fecha de entrega:

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Jonathan Andres Romero Realpe
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Automotriz
Título a optar: Ingeniero Automotriz
f. Analista de Biblioteca responsable: