



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO**

**AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE EN EL SISTEMA DE  
ADMISIÓN DE UN VEHÍCULO”**

**AUTORES: JEFFERSON ARMANDO MENA ESPINOZA  
LEONARDO AGUSTIN MENA ESPINOZA**

**DIRECTOR: ING. CARLOS NOLASCO MAFLA YEPEZ, MSc.**

**IBARRA- ECUADOR**

**2023**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100368588-8		
APellidos y Nombres:	Mena Espinoza Jefferson Armando		
DIRECCIÓN:	Río Cenepa 5-36 y Río Quinindé		
EMAIL:	jamenae@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-511-543	TELÉFONO MÓVIL:	0990037215

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100385719-8		
APellidos y Nombres:	Mena Espinoza Leonardo Agustin		
DIRECCIÓN:	Río Cenepa 5-36 y Río Quinindé		
EMAIL:	lamenae@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-511-543	TELÉFONO MÓVIL:	0989709556

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Análisis del flujo de aire en el sistema de admisión de un vehículo"
AUTOR (ES):	Mena Espinoza Jefferson Armando, Mena Espinoza Leonardo Agustin
FECHA: DD/MM/AAAA	29/03/2023

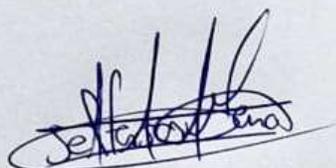
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Mafla Yépez Carlos Nolasco, MSc.

## 2. CONSTANCIAS

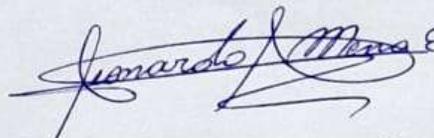
Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de marzo de 2023.

### LOS AUTORES



MENA ESPINOZA JEFFERSON ARMANDO  
100368588-8



MENA ESPINOZA LEONARDO AGUSTÍN  
100385719-8

**CERTIFICADO****ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

**CERTIFICO:**

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE UN VEHÍCULO" presentado por el señor Mena Espinoza Jefferson Armando con número de cédula 1003685888 doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 29 días del mes de marzo del 2023.

Atentamente,



Ing. MAFLA YÉPEZ CARLOS NOLASCO, MSc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

---

**CERTIFICADO****ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

**CERTIFICO:**

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE UN VEHÍCULO" presentado por el señor Mena Espinoza Leonardo Agustín con número de cédula 1003857198 doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 29 días del mes de marzo del 2023.

Atentamente,



Ing. MAFLA YÉPEZ CARLOS NOLASCO, MSc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos en este arduo camino e iluminarnos con toda su sabiduría para poder culminar nuestra formación académica

A nuestra familia por su apoyo, le expresamos nuestros más sinceros agradecimientos por ser nuestros motores que día a día dieron su motivación desde el inicio hasta la culminación de esta etapa de nuestras vidas.

A la prestigiosa Universidad Técnica del Norte, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta gran institución académica, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por abrirnos sus puertas y poder llegar a formarnos como profesionales

Para nuestro docente tutor Ing. Carlos Mafla MSc. quien, con su ayuda, sus conocimientos y experticia ha dado su apoyo incondicional durante la investigación.

Al Ing. Edwin Arroyo MSc. por ser nuestro asesor y docente quien nos guio y compartió sus grandes experiencias para nuestra formación.

Al Ing. Rommel Imbaquingo MSc. quien nos alentó a seguir adelante en nuestro proyecto de investigación

A nuestros queridos docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz que compartieron sus enseñanzas, conocimientos y habilidades a lo largo de nuestra formación académica

A nuestros amigos y compañeros que fueron leales y nos brindaron su apoyo para culminar nuestra carrera.

¡¡Muchas Gracias!!

Jefferson y Leonardo Mena

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado primero a Dios por darme la vida y la salud física y mental para poder culminarlo.

A mis padres Carlos Mena y en una mención principal a mi madre Silvia Espinoza que con su apoyo directo supo darme las fuerzas necesarias para seguir adelante con mi carrera y guiarme a ser un hombre de bien en todos los aspectos de la vida.

A mis hermanos Juan Carlos y Miguel Mena por siempre estar presente en todo el camino y en ayudarme en los períodos duros de mi trayectoria académica, ya que sin ellos no hubiera podido terminar este proyecto.

A mi hija Paula Noelia Mena García quien es el motivo más grande de mi vida y a su madre que ha sido un gran apoyo a lo largo de mi formación.

A mi familia que con mensajes de aliento y su ayuda sin cesar pudieron finalizar este proyecto a mi lado, a mi tío Reverendo padre Marco Espinoza por darme su apoyo emocional y económico directo.

A mis amigos y amigas especialmente a Steven, Pablo, Sebastián por siempre acompañarme y estar presentes en mis caídas y errores a lo largo de este camino, gracias por sus anécdotas, a mi compañero de trabajo y hermano mío Leonardo por la paciencia y comprensión en toda la carrera universitaria a mi lado.

Jefferson Mena

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría para culminar esta meta tan grande de mi vida.

A mis padres Carlos Mena y en especial a mi madre Silvia Espinoza que con su apoyo y cariño me dio las fuerzas necesarias para seguir adelante con mi carrera y guiarme a lo largo de mi vida, y ser un hombre de bien, responsable y útil para la sociedad.

A mi hermano Jefferson Mena quien fue mi compañero durante toda la carrera y con su paciencia, supo guiarme para culminar este proyecto.

A mis hermanos Juan Carlos y Miguel Mena por siempre estar presente en todo el camino y en ayudarme en todo momento.

A mi sobrina Paula Noelia Mena García, y a mi gran amigo Steven Imbaquingo y a toda mi familia que, con mensajes de aliento, me ayudaron a finiquitar este proyecto. A mi tío Reverendo Padre Marco Espinoza por darme su apoyo emocional y económico en mis estudios.

A mis amigos, por siempre acompañarme, con su alegría y sus anécdotas a lo largo de este camino.

Leonardo Mena

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo realizar el análisis del flujo de aire del vehículo Chevrolet vitara 1.6 mediante el uso del módulo de medición Bosch FSA 740 para facilitar el diagnóstico de posibles fallas en el sensor MAF en el sistema de admisión. Para ello se realizó un estudio bibliográfico del funcionamiento y los valores de referencia del sensor MAF para ser comparados con los valores obtenidos en las pruebas. Mediante la utilización del instrumento de medición de flujo de aire Anemómetro Rise Pro se realizó la medición del flujo de aire en el ducto de admisión después del filtro de aire y antes del sensor MAF. Utilizando el módulo de medición FSA 740, el Scanner G-Scan obtuvo las señales del sensor en condiciones normales y de falla. Para simular el fallo en las pruebas se realizó una obstrucción de la rejilla del sensor MAF en un 30% y un 50%. De la misma forma se realizó en condiciones en las que deben estar con un filtro de aire limpio, un filtro de aire sucio y sin filtro de aire a revoluciones de trabajo como son a 800rpm, 1500rpm, 2500rpm y 3500rpm. Se utilizó el analizador de gases BEA 550 Bosch para la medición de las emisiones de gases de escape en el vehículo de prueba. Como resultado se obtuvo que el sensor MAF con filtro limpio y trabajando a 800rpm su tensión fue de 1.6V y un flujo de aire de 8.9 g/seg. En cuanto que con la prueba de obstrucciones al 50% y al 30% se tuvo un aumento de flujo de aire de 71.58% y 31.91% respectivamente. Mientras en la prueba a 2500 rpm se obtuvo un voltaje de 2.11 (V) el flujo de aire de 6.08 g/seg en las pruebas con obstrucción al 50% y al 30% el flujo aire es de 48.89 y 8.35 es un aumento de 87.31% y 25.74 % de cada una de las pruebas. En el ensayo de gases contaminantes en las pruebas realizadas con obstrucción el incremento de CO y de HC en las revoluciones antes dichas sobrepasan los rangos permitidos

## ABSTRACT

The objective of this study was to carry out the analysis of the air flow of the Chevrolet Vitara 1.6 vehicle through the use of the Bosch FSA 740 measurement module to facilitate the diagnosis of possible failures in the MAF sensor in the intake system. For this, a bibliographical study of the operation and reference values of the MAF sensor was carried out to be compared with the values obtained in the tests. By using the Rise Pro Anemometer air flow measuring instrument, the air flow was measured in the intake duct after the air filter and before the MAF sensor. Using the FSA 740 measurement module, the G-Scan Scanner obtained sensor signals under normal and fault conditions. To simulate the failure in the tests, a 30% and 50% obstruction of the MAF sensor grid was performed. In the same way, it was carried out in conditions in which they must be with a clean air filter, a dirty air filter and without an air filter at working speeds such as 800rpm, 1500rpm, 2500rpm and 3500rpm. The BEA 550 Bosch gas analyzer was used for the measurement of exhaust gas emissions in the test vehicle. As a result, it was obtained that the MAF sensor with a clean filter and working at 800rpm, its voltage was 1.6V and an air flow of 8.9 g/sec. As for the obstruction test at 50% and 30%, there was an increase in air flow of 71.58% and 31.91% respectively. While in the test at 2500 rpm a voltage of 2.11 (V) was obtained, the air flow of 6.08 g/sec in the tests with 50% and 30% obstruction, the air flow is 48.89 and 8.35 is an increase of 87.31 % and 25.74 % of each of the tests. In the polluting gas test, in the tests carried out with obstruction, the increase of CO and HC in the aforementioned revolutions exceed the allowed ranges.

## INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se muestra el análisis del flujo de aire en el sensor MAF para analizar la problemática y así realizar un buen mantenimiento predictivo y evitar posibles daños en este sensor y en el motor del auto.

Ante esta problemática se realiza un estudio para saber que equipos son los adecuados y que sean eficientes para el desarrollo de la investigación, por el que se optó por escoger el equipo de prueba Bosch FSA 740 debido que posee un software con la capacidad realizar estos análisis de las señales al sensor MAF, además se escogió a los equipos como es el anemómetro y el scanner G-Scan 2.

Una vez recogida la información necesaria para el proyecto se realizó un flujograma que contenga toda la metodología que se debe seguir, así también de los materiales y equipos principalmente utilizados en el estudio.

Se realizó las pruebas para la obtención del flujo de aire que ingresa en el ducto de admisión después del filtro de aire y antes del sensor MAF, realizando una extensión del conducto para así poder ingresar el instrumento de medición anemómetro y llegar a obtener las mediciones reales de la cantidad de aire que ingresa al vehículo. Luego con equipo de medición FSA 740 y el scanner G-Scan 2 se obtienen las señales del voltaje, amperaje y flujo de aire que ingresa al sensor MAF. Para obtener la medición de flujo de aire, se realizaron pruebas las cuales son con filtro de aire limpio, filtro de aire sucio y sin filtro de aire, además se realizaron dos pruebas de fallo que son al 30% y al 50% de obstrucción en la rejilla del sensor.

Con el equipo analizador de gases Bosch BEA 550 se obtuvo los resultados que fueron derivados por medio del medidor FSA 740, estos resultados ayudarán a realizar tablas para las comparaciones entre la normativa INEN y los datos del centro de revisión técnica vehicular, por último, se elaboran las conclusiones y recomendaciones para futuros estudios.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi
1. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	16
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1.    Objetivo General.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	16
1.3 ALCANCE .....	18
1.4 ANTECEDENTES.....	18
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.6 SITUACIÓN ACTUAL .....	20
1.7. SISTEMA DE ADMISIÓN.....	21
1.8. SENSORES.....	22
1.8.1. Clasificaciones .....	22
1.8.2. Utilización en el vehículo.....	23
1.9. SENSORES DE FLUJO DE MASA DE AIRE (MAF).....	24
1.10. UBICACIÓN DEL SENSOR MAF .....	25
1.11. SENSOR MAF HILO CALIENTE .....	26
1.12. SENSOR MAF DE PELÍCULA CALIENTE .....	27
1.13. SENSOR DE FLUJO DE AIRE KARMAN VÓRTEX.....	28
1.14. FALLAS DEL SENSOR MAF.....	29
1.15. SENSOR DE PRESIÓN DEL AIRE MAP .....	30
1.16. SENSOR IAT (INTAKE AIR TEMPERATURE SENSOR) .....	30
1.17. EQUIPO DE COMPROBACIÓN BOSCH FSA 740 .....	31

2.MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
2.1. MATERIALES.....	33
2.1.1. Medidor Bosch FSA 740 .....	33
2.1.2. Medidor de gases BEA 550 Bosch. ....	35
2.1.3. Scanner automotriz (G-Scan 2).....	35
2.1.4. Multímetro automotriz Bosch.....	36
2.1.5. Anemómetro RISEPRO .....	37
2.1.6. Vehículo de prueba (Chevrolet Vitara 1.6).....	37
2.2. MÉTODO .....	38
2.2.1. Enfoque investigativo .....	38
2.3. PROCESOS METODOLÓGICOS.....	39
2.3.1. Parámetros actuales del vehículo .....	40
2.3.2. Características del sensor a medir.....	42
2.3.3. Instrumentos seleccionados para la medición.....	42
2.3.4. Defectología en el sistema de admisión.....	43
2.4. PRUEBAS A REALIZAR .....	44
2.4.1. Prueba de medición de flujo de aire real.....	44
2.4.2. Proceso de medición del flujo de aire del sensor MAF .....	47
2.4.3. Medición de gases contaminantes.....	50
3.Resultados y análisis .....	53
3.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CON ANEMÓMETRO.....	53
3.2. PRUEBAS REALIZADAS DEL SENSOR MAF COMPARACIONES CON LA FICHA TÉCNICA. 56	
3.2.1. Comparación de resultados a 800 rpm.....	56
3.2.2. Comparación de resultados a 1500 rpm .....	58
3.2.3. Comparación de resultados a 2500 rpm.....	61
3.2.4. Comparación de resultados a 3500 rpm.....	63
3.3. RESULTADOS FINALES DE LAS TABLAS DE LA MEDICIÓN DEL CONTROL DEL FLUJO DE AIRE. 66	
3.3.1. Resultados a 800 revoluciones del control del flujo de aire.....	66
3.3.2. Resultados a 1500 revoluciones del control del flujo de aire.....	67

3.3.3.	Resultados de las tablas de medición a 2500 rpm del control del flujo de aire.	69
3.3.4.	Resultados de las tablas de medición a 3500 rpm del control del flujo de aire.	70
3.4.	MEDICIÓN DE GASES .....	72
3.4.1.	Prueba a 800 rpm .....	72
3.4.2.	Pruebas a 1500 rpm .....	74
3.4.3.	Prueba a 2500 rpm. ....	75
3.4.4.	Prueba a 3500 rpm. ....	76
4.	Conclusiones y recomendaciones. ....	79
4.1.	CONCLUSIONES .....	79
4.2.	RECOMENDACIONES .....	80
	Bibliografía .....	81
	ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Datos técnicos medidor Bosch FSA.....	33
Tabla 2.2 Funciones de medición del Osciloscopio.....	34
Tabla 2.3 Datos técnicos analizador de gases .....	35
Tabla 2.4 Especificación general G-Scan2 .....	36
Tabla 2.5 Características del anemómetro RISEPRO.....	37
Tabla 2.6 Características del vehículo .....	38
Tabla 2.7 Características del aceite .....	41
Tabla 2.8 Características del sensor .....	42
Tabla 2.9 Pruebas con Anemómetro filtro limpio.....	45
Tabla 2.10 Pruebas con Anemómetro filtro sucio.....	45
Tabla 2.11 Pruebas con Anemómetro sin filtro .....	45
Tabla 2.12 Pruebas de medición del sensor MAF con el filtro limpio .....	48
Tabla 2.13 Pruebas de medición del sensor MAF con el filtro sucio .....	48
Tabla 2.14 Pruebas de medición del sensor MAF obstruido al 50% .....	49
Tabla 2.15 Pruebas de medición del sensor MAF obstruido al 30% .....	49
Tabla 2.16 Pruebas de medición del sensor MAF sin filtro.....	49
Tabla 2.17 Medición de gases a diferentes revoluciones.....	51
Tabla 3.2 Pruebas a realizar .....	56
Tabla 3.3 Pruebas 800rpm.....	57
Tabla 3.4 Pruebas 1500 rpm.....	59
Tabla 3.5 Pruebas a 2500 rpm.....	61
Tabla 3.6 Pruebas 3500 rpm.....	64

Tabla 3.7 Resultados a 800 revoluciones .....	67
Tabla 3.8 Resultados a 1500 revoluciones .....	68
Tabla 3.9 Resultados a 2500 revoluciones .....	69
Tabla 3.10 Resultados a 3500 revoluciones .....	71
Tabla 3.11 Resultados a 800 rpm .....	72
Tabla 3.12 Resultados a 1500 rpm .....	74
Tabla 3.13 Resultados a 2500 rpm .....	75
Tabla 3.14 Resultados a 3500 rpm .....	76
Tabla 3.15 Gases más relevantes para comparación .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema de admisión .....	22
Figura 1.2 Sensor MAF .....	24
Figura 1.3 Ubicación del sensor MAF en el .....	25
Figura 1.4 Partes del sensor MAF de hilo caliente .....	26
Figura 1.5 Diagnóstico del sensor MAF .....	27
Figura 1.6 Sensor Karman Vórtex .....	28
Figura 1.7 Diagrama sensor MAP.....	30
Figura 1.8 Diagrama sensor IAT.....	31
Figura 1.9 Módulo de medición FSA 740.....	32
Figura 2.7 Flujoograma del proceso de medición .....	40
Figura 2.8 Ubicación del taller UTN.....	41
.....	43
Figura 2.10 Prueba sin filtro.....	43
Figura 2.11 Obstrucción del sensor 50% .....	44
Figura 2.13 Anemómetro en extensión de conducto.....	46
Figura 2.14 Datos de medición .....	46
Figura 2.15 Proceso de medición con Anemómetro .....	47
Figura 2.16 Medición de señal del sensor MAF .....	48
Figura 3.1 Resultados de flujo de aire anemómetro.....	54
Figura 3.2 Resultados de flujo de aire anemómetro.....	55
Figura 3.3 Resultados pruebas a 800 rpm .....	57
Figura 3.4 Mediciones del Scanner a 800 rpm.....	58
Figura 3.5 Medición flujo de aire Scanner a 800rpm.....	58

Figura 3.6 Resultados pruebas a 1500 rpm .....	60
.....	60
Figura 3.7 Medición flujo de aire Scanner a 1500 rpm.....	60
Figura 3.8 Medición flujo de aire Scanner a 1500rpm.....	61
Figura 3.9 Resultados pruebas a 2500 rpm .....	62
Figura 3.10 Medición flujo de aire Scanner a 2500 rpm.....	63
Figura 3.11 Medición flujo de aire Scanner a 2500rpm.....	63
Figura 3.12 Resultados pruebas a 3500 rpm .....	65
Figura 3.13 Medición flujo de aire Scanner a 3500 rpm.....	65
Figura 3.14 Medición flujo de aire Scanner a 3500rpm.....	66
Figura 3.15 Resultados de pruebas a 800 rpm. ....	67
Figura 3.16 Resultados de pruebas a 1500 rpm. ....	69
Figura 3.17 Resultados de pruebas a 2500 rpm. ....	70
Figura 3.18 Resultados de pruebas a 3500rpm. ....	71
Figura 3.19 Medición gases a 800 rpm .....	73
Figura 3.20 Medición gases a 1500 rpm .....	75
Figura 3.21 Medición gases a 2500 rpm .....	76
Figura 3.22Medición de gases a 3500 rpm. ....	77



## CAPITULO I

### 1. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 1.1 Objetivos

##### 1.1.1. Objetivo General

Analizar el flujo de aire en el sistema de admisión del vehículo Chevrolet Vitara 1.6 mediante el uso del módulo de medición Bosch FSA 740 para facilitar el diagnóstico de posibles fallas en el sensor de flujo de aire MAF en el sistema de admisión.

##### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar el sensor MAF en el sistema de admisión del vehículo Chevrolet Vitara 1.6 con el módulo de medición Bosch FSA 740 con el fin de obtener y entender sus correctas mediciones.
- Realizar pruebas del sensor MAF en el sistema de admisión del vehículo para obtener las mediciones del sensor sometiéndolo a posibles fallas y anulación del mismo.
- Comparar los resultados adquiridos en cada una de las pruebas realizadas utilizando equipo Bosch FSA 740 en el sensor MAF en el sistema admisión del vehículo con valores de fábrica del mismo.

#### 1.2 Justificación

Según (Secretaría Nacional de planificación, 2021-2025, pág. 56) el Ecuador se proyecta con una gestión ambiental proactiva hacia el campo de las relaciones internacionales. Seremos un referente regional de las cumbres sobre mitigación y adaptación al cambio climático, sus consecuencias en la movilidad humana, y la deuda ecológica. De forma práctica y directa, llevaremos propuestas de instrumentos económicos y regulatorios para frenar las emisiones de

gases de efecto invernadero. A través de una diplomacia verde fomentaremos la iniciativa ecuatoriana de una Amazonía libre de deforestación a 2030 adoptando compromisos con los ocho países que comparten la cuenca amazónica, e iniciativas en torno a la creación de la Corte Internacional de Justicia Ambiental, la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza y la ratificación del protocolo de Nagoya y otros instrumentos para abordar la problemática de los recursos genéticos y la propiedad intelectual.

Basándonos en Plan nacional de oportunidades que tiene como política principal el Promover buenas prácticas ambientales que aporten a la reducción de la contaminación, a la conservación, a la mitigación y a la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global (Secretaría Nacional de planificación, 2021-2025, pág. 57). Nos explica que la principal meta del este dicho plan es de reducir emisiones y tratar de colaborar con el cambio climático ya que esto sería un gran aporte para nuestras futuras generaciones por ende la creación de este proyecto de investigación que tiene como meta primero el ayudar analizar las posibles fallas que podría presentar el sensor de flujo de aire en el vehículo esto como un antecedente de que si este sensor fallaría o no funcionaría en el vehículo conllevaría a la mala mezcla de aire combustible en el cilindro del motor que produciría una mala quema de la mezcla mencionada y con ello una gran expulsión de gases de escape que son nocivos para las personas y ayudan al incremento de gases de efecto invernadero.

En el presente trabajo de investigación se realizará el análisis del flujo de aire del vehículo Vitara 1.6, donde el sensor de flujo de aire MAF del vehículo mencionado es de tipo de hilo caliente de tres pines que se encuentra localizado en el ducto de aire que va al múltiple de admisión. Este análisis se ejecutará mediante pruebas de fallos y anulaciones del Sensor de Flujo de Aire MAF en el módulo de medición Bosch FSA 740 y así obtener parámetros que serán comparados con los valores de fabrica del sensor o del automotor y así ayudar a que los técnicos o estudiantes que tengan estos inconvenientes logren guiarse para realizar un buen mantenimiento predictivo y evitar posibles daños en este sensor y en el motor del auto.

### **1.3 Alcance**

En el presente estudio se realizará en el sensor MAF del vehículo vitara 1.6 de motor de aspirado atmosférico o también llamado convencional, este automóvil es de inyección indirecta multipunto. Este estudio se llevará a cabo en función de algunos parámetros de pruebas experimentales (ensayos de fallas).

En los ensayos que se van a realizar se tendrá algunos parámetros como: simulación de fallas, dentro del sensor para que al momento de medir con el anemómetro y el módulo de medición Bosch FSA 740 se pueda realizar una comprobación con los datos de fabrica que se pueda obtener del sensor.

### **1.4 Antecedentes**

Los motores de combustión interna con el pasar del tiempo han evolucionado para desarrollar una mayor eficiencia en la parte de conducción, así como también en la reducción de gases que emana un vehículo, el incremento de varios sistemas electrónicos ha sido considerable hasta la actualidad, pues se cuenta con sistemas como la PCM y la utilización de sensores y actuadores que ayudan a una mayor optimización del automóvil. Según (V.A Palacios Mera 2016 como se citó en Alfonso & Caste, 2020) afirma que en algunos casos estos sensores son empleados críticamente para deducir el rendimiento que tiene el sistema del automóvil, los sensores dictan el diseño del sistema de control y la función que este puede realizar (p.2), entonces se puede decir que el sensor es un dispositivo muy esencial para el vehículo porque está encargado de medir el rendimiento de los sistemas en el automóvil.

Según (Mayorga Sanchez & Solis Ponce, 2017) el sensor en su forma básica de funcionamiento es el encargado de entregar la señal para la unidad de control de una forma regulada, se puede decir que la señal de salida del motor no solo debe ser considerada como corriente si no también se debe percatar la amplitud de la señal, la frecuencia, la resistencia tanto como inductancia y capacitancia

Actualmente, existen muchos procesos de comprobación del funcionamiento de los diferentes componentes electrónicos de un vehículo, además de una gran variedad de instrumentos de

análisis y pruebas, como es el caso del módulo de medición Bosch FSA 740, equipo que entró al mercado para ayudar a monitorear los diferentes dispositivos del sistema de Admisión.

La prueba de componentes del FSA desarrollada por Bosch se utiliza para la ubicación exacta de fallas, en este proceso son definidas la visualización y la tecnología de medición para el respectivo componente, que es probado sin ser retirado. Con esto, se evita en muchos casos la sustitución dispendiosa, demorada e innecesaria de componentes. Comprobación de componentes sin necesidad de desmontarlos con 50 pruebas preconfiguradas: El ahorro de tiempo y la localización precisa de problemas en los componentes mejora la productividad del taller (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021).

En el sistema de admisión se puede encontrar algunos componentes como los sensores TPS, MAF, MAP, IAT y actuadores como la válvula IAC mismos que son los encargados de regular la presión, el flujo de aire en el múltiple de admisión y así poder controlar el ancho de pulso de un motor en diferentes tipos de carga del mismo. El sensor de masa de aire (MAF) tiene como función medir el flujo de masa del aire succionado en el múltiple de admisión (conevyt, 2017). Este sensor por lo general tiene resistencia de hilo fino de platino o la correspondiente resistencia de película de platino calefaccionada eléctricamente, se encuentra con un sensor de temperatura como resistencia en función de la temperatura en la corriente de aire aspirado (Bosch, Sistemas de inyeccion electronica, 2018).

Por consiguiente, la investigación tiene significativa importancia para el análisis del comportamiento de componentes y la verificación de su óptimo trabajo mediante pruebas de medición, con esto se dará a conocer las consecuencias que lleva anular o determinar que los sensores y actuadores del sistema se encuentren en buenas condiciones de funcionamiento. Una falla en el sensor MAF puede provocar jaloneo o vacilaciones. Cuando el motor está caliente se le da un golpe pequeño al sensor, si los rpm del motor disminuyen o se detienen, el sensor presenta una falla, también se puede evidenciar la falla cuando el voltaje esta fuera del límite de operación en el circuito de temperatura del aire de admisión o cuando el circuito de temperatura de admisión se encuentra aterrizado (Alfonso & Caste, 2020). La salida de la señal del MAF debe ser proporcional a la cantidad de aire ingresada El voltaje de la señal en ralentí debe ser de alrededor de 1V mientras que en una aceleración brusca la señal del MAF crecerá hasta 3V o más (Pezantes, 2017).

Para la elaboración de este proyecto se contará con el vehículo de marca Chevrolet Vitara 1.6 el cual será utilizado para realizar las pruebas con el módulo de medición Bosch FSA 740, exponiendo al sensor MAF a diferentes pruebas como la variación de su resistencia o se procederá a la anulación del sensor para así comprobar el funcionamiento y que tan útil es este sensor en el vehículo, como también la comparación de los resultados obtenidos con los parámetros de fábrica del automóvil como del sensor.

### **1.5 Planteamiento del Problema**

¿Cómo incide la aplicación del análisis del flujo de aire en el sistema de admisión de un vehículo en el diagnóstico y verificación del funcionamiento y los fallos de los dispositivos en el sistema de Admisión?

En el sistema de admisión tenemos diferentes sensores y actuadores que son elementos principales o de autoridad para el buen funcionamiento del vehículo ya que gracias a ellos el vehículo puede censar e informar a ECU para el correcto ingreso de la mezcla aire combustible.

En la actualidad uno de los mayores problemas es reducir los gases contaminantes y tóxicos de los vehículos (Salud, 2018), dado el caso en que los vehículos tengan fallos en cualquiera de estos sensores tendríamos un problema de contaminación y de mal funcionamiento de vehículo.

Es importante tener en cuenta que el sensor de flujo de aire en muchos vehículos es el único encargado de medir la cantidad de aire que circula por el sistema de admisión por eso es importante analizar los fallos, así como el funcionamiento para no ocasionar daños en los vehículos y mejorar las emisiones de gases de escape y un correcto funcionamiento del motor

### **1.6 Situación Actual**

El estudio está orientado a brindar asistencia a los técnicos automotrices para el manejo y funcionamiento de equipos que son nuevos en el medio automotriz y que al momento de realizar un mantenimiento de los diferentes elementos y componentes eléctricos y electrónicos del vehículo sea una guía para el mejoramiento de los roles de los nuevos profesionales de la carrera de Ingeniería Automotriz.

En la ciudad de Ibarra existen muchos talleres automotrices donde se brinda el servicio de diagnóstico vehicular mediante equipos como: Scanner, osciloscopio o multímetros automotrices pero se llegaría a facilitar este proceso si todos estos talleres contaran con este módulo de medición ya que ayudaría a un proceso de diagnóstico más eficaz y también brindará a los talleres y a los técnicos un gran apoyo para mejorar el mantenimiento preventivo de los diferentes componentes del sistema de admisión en el vehículo.

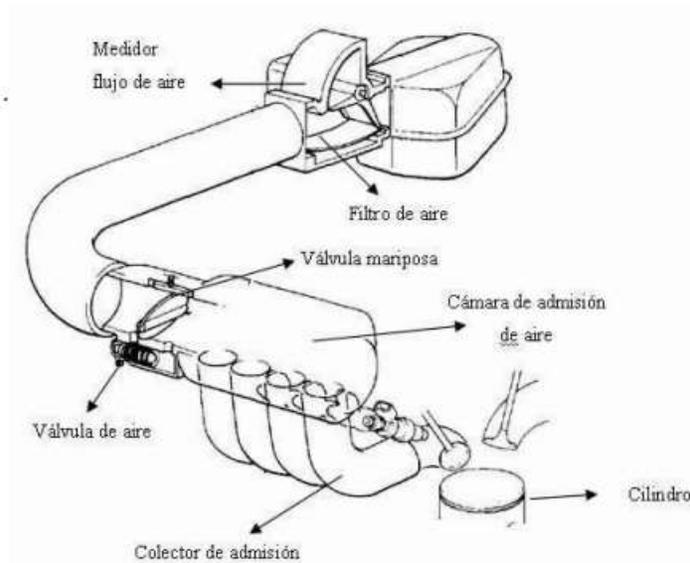
Con el apoyo de la Universidad Técnica del Norte y el módulo de medición Bosch FSA 740 existirá la facilidad de realizar todas las comprobaciones y mediciones necesarias.

### **1.7. Sistema de admisión**

En los motores de combustión interna para su correcto funcionamiento necesitan de variables principales que son aire y combustible en las que interviene el flujo, presión, temperatura de aire y presión de combustible para tener una relación de mezcla estequiométrica (MORENO, 2017).

Se puede definir al sistema de admisión como el conjunto de elementos que permiten el recorrido del aire que entrará a los cilindros, donde se producirán diferentes fenómenos que llevan a que el motor tenga un excelente funcionamiento. Para ello este sistema consta de diferentes sensores y actuadores que informaran a la computadora todo el proceso de ingreso de flujo de aire al motor.

El sistema de admisión suministra aire limpio para la combustión del motor. Consiste de la caja de filtros (si se utiliza), filtro de aire, tubería y conexiones al múltiple de admisión o turbocargador. Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio (Aranda & Reverte, 2017).



**Figura 1.1 Sistema de admisión**

**Fuente:** (Márius Sabaté Cañabate, 2019)

## 1.8. Sensores

Los sensores transforman una magnitud física o química (generalmente no eléctrica) en una magnitud eléctrica (en ocasiones a través de etapas no eléctricas (GmbH, 2017, pág. 110). La señal de salida del sensor no es considerada únicamente como una corriente o tensión, también se toman en cuenta las amplitudes de corriente, la frecuencia, el periodo, la fase o asimismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica (MORENO, 2017).

### 1.8.1. Clasificaciones

#### Tarea y aplicación

- Función (control, regulación)
- Seguridad y protección
- Supervisión e información

#### Tipo de relaciones y características

**Lineal constante:** tareas de control a lo largo de un amplio intervalo de medición

No lineal constante: regulación de una magnitud de medición en un estrecho intervalo de medición

**Escalonado intermitente:** supervisión de un valor límite que antes de alcanzarse requiere un mensaje de aviso con suficiente anticipación

**Intermitente en dos etapas (ocasionalmente con histéresis):** supervisión de un valor límite que, en casos de alcanzarse dicho valor, en un primer momento puede precisar una sencilla medida de solución o si no, más adelante la requiera con seguridad

### **Tipos de señal de salida**

Señal analógica de salida de:

- Intensidad de corriente/ tensión, amplitud.
- Frecuencia / duración del periodo y duración del pulso/ relación, duración -periodo

Señal decreto de salida:

- En dos etapas (binaria)
- En varias etapas (desigualmente escalonada)
- En varias etapas(equidistante) o digital (GmbH, 2017).

### **1.8.2. Utilización en el vehículo**

Los sensores y actuadores, en tanto que elementos periféricos, conforman la interfaz entre el vehículo y sus complejas funciones de accionamiento, frenado, chasis y carrocería (incluyendo las funciones de la dirección y la navegación) y las unidades de control, normalmente eléctricas, como unidad de procedimiento. Las unidades de indicación informan al conductor sobre el estado y el transcurso de proceso completo que afecta al vehículo (GmbH, 2017).

Esto ayuda que todas las partes del vehículo estén monitoreadas constantemente y así la computadora pueda realizar los cambios o correcciones correspondientes en lapsos de tiempo mínimos y así poder mejorar el funcionamiento del vehículo.

Los vehículos en la actualidad tienen un número importante de sensores que ayudan a que la electrónica del vehículo sea mucho más considerable ya que utilizan más unidades de control que hacen que el motor tenga un funcionamiento más óptimo dando una seguridad y confort al pasajero al momento que está en el vehículo.

Los sensores principales o llamados también sensores autoridada en el múltiple de admisión que intervienen en la recepción de aire son:

- Sensor de flujo de masa de aire (MAF)
- Sensor de presión de aire (MAP)
- Sensor de temperatura de aire (IAT)

### **1.9. Sensores de flujo de masa de aire (MAF)**

Llamados sensores másicos pues su señal es proporcional a la masa de aire (Kg/hora) que ingresa al motor. Esta es una resistencia de formas variadas está puesta en la corriente de aire. El calor extraído a la misma por el aire hace que varíe el valor de su resistencia (RamiroLuis, 2013).

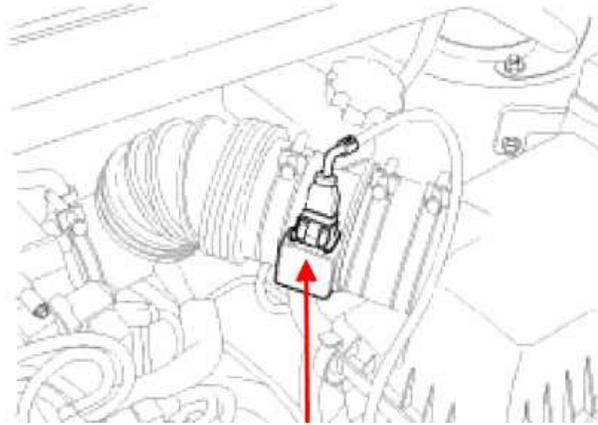


**Figura 1.2 Sensor MAF**

**Fuente:** (Mecánica Fácil, 2022)

### 1.10. Ubicación del sensor MAF

Está ubicado antes del colector de la admisión y junto al del filtro de aire, como se observa en la figura 1.3.



**Figura 1.3 Ubicación del sensor MAF en el**

**Fuente:**(Sensor de Flujo de Masa de Aire (Mass Air Flow Sensor: MAF Sensor) Del Kia Sportage, 2021.)

Existen diferentes tipos de sensores como:

#### **Sensores MAF analógicos**

Las salidas analógicas de los sensores MAF suelen variar entre 0.5 y V, sin embargo, este tipo de salidas no varía linealmente el flujo de aire, la ECU reacciona y corrige a este tipo de aplicaciones que da el sensor

#### **Sensores MAF digitales**

En algunos de los sensores más modernos existen sistemas electrónicos digitales que realizan ajustes y correcciones dentro del sensor así se mejora la exactitud de trabajo del mismo (technology, 2020).

Los sensores MAF que existen son.

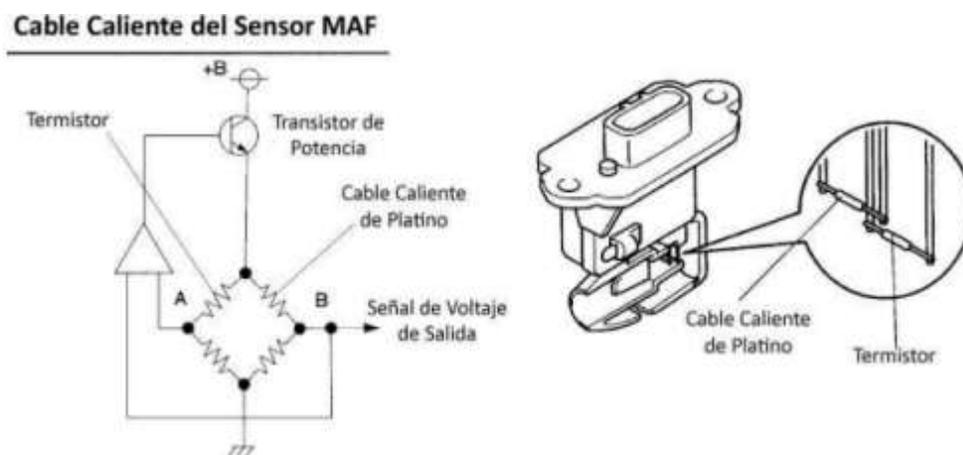
- MAF Hilo Caliente
- MAF Película Caliente
- MAF Karman Vortex

### 1.11. Sensor MAF hilo caliente

El sensor de flujo de aire MAF mantiene un fino hilo de platino (o resistencia de grosor de platino o de capas fina) a una temperatura constante superior a la del aire (GmbH, 2017). Es necesario que exista una corriente óptima para llegar a que el hilo caliente de este sensor pueda calentarse para que la mediada sea lo suficientemente precisa, este sensor tiene medidores de caudal que pueden seguir variaciones en un tiempo muy pequeño estamos hablando de milisegundos, todo esto se lleva a cabo gracias a su sistema de regulación. En algunos casos no detecta la dirección de la corriente por lo que genera algunas desorientaciones que son muy considerables al momento que las pulsaciones se dan dentro del tubo de aspiración.

Por lo tanto, un aumento de flujo de aire generaría que el hilo pierda calor rápidamente, de esta manera el circuito electrónico compensa la pérdida de calor y genera una señal de voltaje para que la ECU pueda calcular la carga del motor

Para la medición del caudal de masa de aire el hilo calefactor de platino funciona de 150°C a 200°C aproximadamente, esto básicamente le ayuda para poder carbonizar las impurezas esto ayuda a que las mediciones sean más precisas y no se de alteraciones por la suciedad que ingresa por el conducto de admisión de aire.



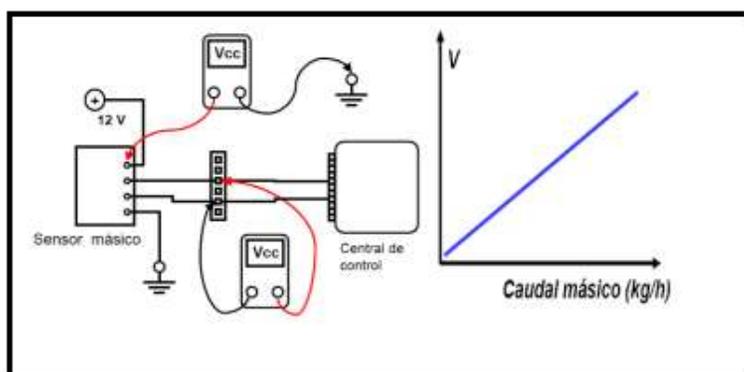
**Figura 1.4 Partes del sensor MAF de hilo caliente**

**Fuente:**(MONTAGUANO GUATO JORGE ERNESTO, 2019)

### 1.11.1. Diagnóstico del sensor

Para un diagnóstico del sensor MAF se debe realizar una revisión visual de todo el circuito incluido sus componentes. En el sistema de admisión el paso de aire por el conducto debe ser libre de suciedades, aceite o impurezas hacia el sensor MAF para su correcto funcionamiento, si existe alguna obstrucción del algún tipo de agente externo puede generar códigos de falla y tendrá un desempeño pobre y un mal funcionamiento del vehículo.

**Fuente:**(Ramiro & Viteri, 2018)



**Figura 1.5 Diagnóstico del sensor MAF**

### 1.12.Sensor MAF de película caliente

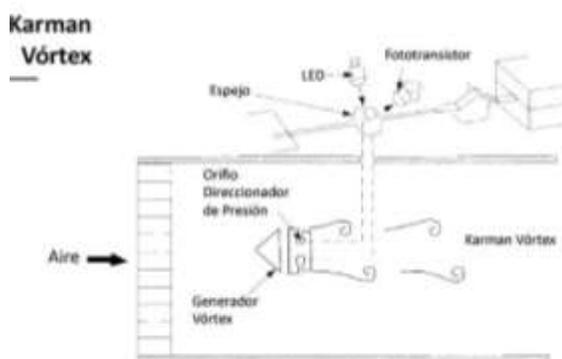
Este sensor tiene una película la cual tiene 3 resistencias la primera de ellas detecta el aire de admisión, la segunda detecta el aire que viene de retorno del motor hacia el sensor, y por ultimo una resistencia de calentamiento que es energizada por la unidad de mando, esta resistencia puede llegar a alcanzar alrededor de 150°C, el circuito integrado del sensor procesa esta información y envía esta variación de voltaje a la unidad de mando, para que esta la interprete y haga un ajuste en la entrega de combustible, este sensor de “de película caliente” cuenta con 2 sensores de temperatura que mide la entrada admisión y también del retorno hacia el sensor, es muy importante saber la lectura de flujo de aire que retorna para que el sensor no de lecturas erróneas, la forma de serpentina del sensor ayuda a tener una mejor lectura ya que crea un vacío y tiene un deflector en

la entrada que permite alargar la vida útil del sensor ya que retiene las impurezas (MTE-Thomson, 2022).

### 1.13.Sensor de flujo de aire Karman Vórtex

El flujo de aire de admisión que reacciona contra el generador vórtex crea un efecto de “estela” en el aire, que va corriente abajo del generador, muy similar a las ondas creadas en el agua luego de que un bote. Esta onda o estela, es lo que se conoce con el nombre de “Karman Vórtex”. Cuando vemos el agua oscilar, vemos que la estela tarda un poco de tiempo en estabilizarse y mientras tanto, hay un pequeño oleaje que “sube y baja”. Esas mismas oscilaciones que ocurren dentro de un generador vórtex, pueden medirse en el aire que circula dentro del sensor. A ese “oleaje del aire” se le mide la “frecuencia” en la que los vórtices varían, en proporción con la velocidad del aire que está ingresando al motor: entre mayor sea la demanda de aire motor (carga), mayor será el caudal de aire ingresando y mayores serán los vórtices u “oleajes” que se formarán en el generador vórtex.

Entonces, para medir la cantidad de aire que ingresa al motor con este sensor, lo que se hace es contar las veces que estos oleajes se están formando con el transcurrir del tiempo (encendidoelectronico, 2022).



**Figura 1.6 Sensor Karman Vórtex**

**Fuente:** (Daanvir Karan Dhir, 2018,)

### **1.14.Fallas del sensor MAF**

Una falla en el sensor MAF puede provocar jaloneo o vacilaciones. Cuando el motor está caliente se le da un golpe pequeño al sensor, si los rpm del motor disminuyen o se detienen, el sensor presenta una falla, también se puede evidenciar la falla cuando el voltaje esta fuera del límite de operación en el circuito de temperatura del aire de admisión o cuando el circuito de temperatura de admisión se encuentra aterrizado.

Algunas dificultades presentadas por el automóvil que para el usuario tal vez no este tal ligada con la parte electrónica también puede ser señal de falla del sensor MAF, algunos de estos problemas son:

- Código del sensor MAF en la computadora
- Falla de fuerza al acelerar el vehículo cuando se enciende
- Humo negro que sale del escape
- Exceso de consumo en el combustible
- Se enciende la luz check engine
- El motor corre disparateo en marcha mínima y se apaga.(Cevallos Farinango Wilmer Saúl & Cevallos Yandún Jonathan Andrés, 2015)

### **Códigos de falla del Sensor de flujo de masa de aire (DTC P0100, P0101, P0102, P0103, P0104)**

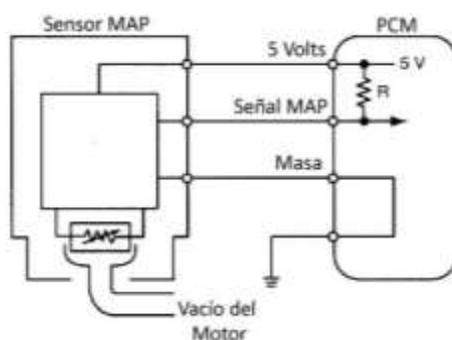
Las causas posibles para que estos códigos se presenten son:

- Filtro de aire sucio
- Tapa de aceite del motor o bayoneta de nivel de aceite deficiente o mal instalados.
- Fuga de aire en el filtro de aire o en el sistema de admisión Sensor MAF defectuoso o sensor TPS defectuoso.
- Puede que existan fugas de aire de admisión.
- Quizás los cables o sus conectores que llevan al sensor de flujo de masa de aire MAF estén desgastados o presentan roce, y a su vez provoquen un cortocircuito.
- Es posible que el sensor MAF esté sucio o tenga elementos que lo contaminen.

- El sensor MAF podría estar defectuoso (CÓDIGO P0100 (Todas Las Marcas) Síntomas y Soluciones, 2022).

### 1.15. Sensor de presión del aire MAP

Es un dispositivo electrónico que está encargado de realizar la medición de vacío de en el múltiple de admisión, cuando el valor del vacío varía entrega un voltaje mayor o menor a la Unidad de control (Jara Gallegos, 2011). El elemento eléctrico expuesto al vacío del múltiple es un chip de silicón (cristal), más conocido como diafragma, soportado en cada uno de sus vértices, por elementos semiconductores (resistencia pieza-resistiva) que varían la resistencia de acuerdo al estiramiento producido por la depresión del múltiple y, en consecuencia, una salida de tensión variable. Adicionalmente el sensor MAP obtiene información sobre los cambios en la presión atmosférica, envía una señal a la ECU (unidad de control electrónico), para controlar el tiempo de ignición y ajustar la mezcla del aire combustible en las diferentes condiciones de carga del motor y altitud sobre el nivel del mar (Herrera Burgos & Cabrera Jaramillo, 2016).



**Figura 1.7 Diagrama sensor MAP**

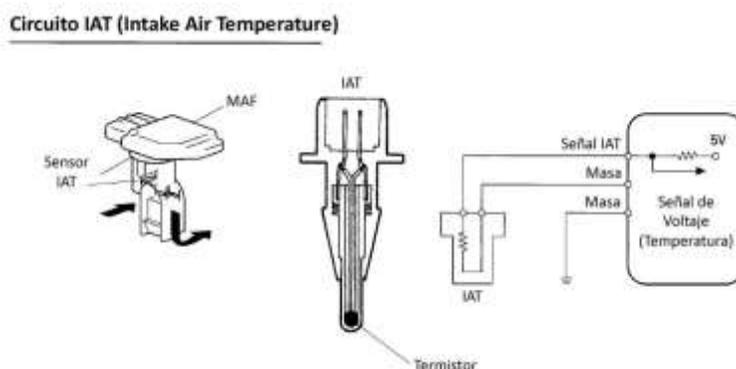
**Fuente:** (encendidoelectronico, 2022)

### 1.16. Sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor)

La ubicación del sensor de temperatura de aire de admisión está en el conjunto de la mariposa de aceleración, su función es la de dar seguimiento a la temperatura del aire que ingresa en el proceso de admisión, el mismo que se encarga de convertir en señales eléctricas que están enviadas

a la unidad de control la cual recibe las señales para procesarlas y así ayudar a que la mezcla aire-combustible sea la óptima para el motor.

El sistema de funcionamiento del sensor IAT está basado en la modificación de la resistencia interna del sensor con respecto a la temperatura es decir a medida que la temperatura del aire de admisión es baja el valor de la resistencia será alto y de igual forma su voltaje. Por ende, cuando la temperatura del aire de admisión aumenta su valor resistivo irá disminuyendo, igual que su voltaje estas señales son enviadas a la unidad de control electrónica para evaluar dichos valores de tensión ya que son directamente proporcional con la temperatura que ingresa al motor (MEDINA, 2017).



**Figura 1.8 Diagrama sensor IAT**

**Fuente:** (encendidoelectronico, 2022)

### 1.17. Equipo de comprobación BOSCH FSA 740

El analizador de sistemas de vehículo FSA 740 es un aparato de comprobación de estructura modular para la técnica de comprobación o diagnóstico. El FSA 740 registra las señales específicas del vehículo y las transfiere a un PC baso en Windows a través de un interfaz USB.

El módulo de medición FSA 740 equipará el taller con un comprobador rápido y preciso de los sistemas eléctricos de los vehículos, todo en un equipo que incluye un cómodo carro de taller y un sistema informático completo. Es una solución verdaderamente portátil para la comprobación de componentes eléctricos y electrónicos (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021).



**Figura 1.9 Módulo de medición FSA 740**

**Fuente:** (boschaftermarket, 2021)

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Materiales

Los materiales que serán utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación han sido seleccionados de acuerdo con las necesidades de medición, se muestran a continuación.

- Medidor Bosch FSA 740
- Scanner automotriz (G-Scan 2)
- Multímetro automotriz Bosch
- Anemómetro (Rise Pro)
- Vehículo de prueba (Chevrolet Vitara 1.6)

##### 2.1.1. Medidor Bosch FSA 740

El FSA 740 es una herramienta universal y modular. Es posible combinarlo con otros equipos de medición (nuevos o existentes). Este equipo multifunción consiste en un módulo de medición, un amplio conjunto de sensores, PC y carro de transporte. La diagnosis se realiza a través de pasos de comprobación guiados por el menú, la comprobación de componentes y el generador de señales. La comprobación de los sensores (sin necesidad de desmontarlos) hace posible una reparación precisa de los fallos en los componentes afectados (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021).

**Tabla 2.1** Datos técnicos medidor Bosch FSA

Datos Técnico	
<b>Dimensiones</b>	Aproximado 1785x680x670
<b>Sistema operativo</b>	SystemSof(plus)
<b>Equipamiento</b>	Módulo de medición, pc, equipo de cómputo, mando a distancia, lámpara estroboscópica
<b>Conexión</b>	Cable multi 1/ multi2 y B+/ B-(batería)

	Cables bornes 1/15 (cable UNI IV)
<b>Sensores</b>	Sensor para la temperatura de aceite Sensor de presión del aire con tubo
<b>Fuente de alimentación</b>	90-264 VAC/ 47 - 63 Hz
<b>Temperatura</b>	5°C a 40 °C

**Fuente:** (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021)

Para lograr desarrollar el proyecto se utilizó el medidor Bosch FSA 740 que es el principal quipo, de las múltiples herramientas en este medidor se utilizó su osciloscopio y su módulo de medición de gases.

**Tabla 2.2 Funciones de medición del Osciloscopio.**

<b>Funciones de medición</b>	<b>Área de medición</b>	
<b>Tensión secundaria</b>	5KW - 50KV	Transmisor de medición secundario
<b>Tensión primaria</b>	20V - 500V	Cable de conexión CI .1
<b>Tensión</b>	200mV -200V	Cable de medición multi CH1 / CH2
<b>Acoplamiento CA</b>	200mV - 5V	Cable de conexión B+/B-
<b>Corriente</b>	2A 5A 10A 20A 30A	Pinzas de corriente 30A
<b>Corriente</b>	50A 100A 200A 1000A	Pinzas de corriente 1000A

**Fuente:**(Funciones De Medición Del Osciloscopio; Funciones Y Especificaciones Del Osciloscopio; Generador De Señales; Fuente De Alimentación - Bosch FSA 740 Instrucciones E Manejo [Página 50] | ManualsLib, 2021)

### 2.1.2. Medidor de gases BEA 550 Bosch.

El medidor de gases es el módulo BEA055 se utiliza para la ejecución sencilla de las mediciones de gases de escape en los vehículos.

BEA 550 es un sistema de estructura modular sin lugar de montaje fijo, para la medición de los gases de escape de gasolina. Los componentes para comprobar son de aspecto de los vehículos con motores a gasolina (Otto) que circulan en las vías en los que se tienen que realizar análisis de emisiones exigidos por la normativa de tránsito y control vehicular y el INEN (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021).

**Tabla 2.3 Datos técnicos analizador de gases**

<b>BEA 550 GASOLINA</b>	
<b>Voltaje de la fuente de alimentación</b>	100-240V, 50-60 Hz
<b>Rango de temperatura de funcionamiento</b>	5 °C a 45 °C
<b>Valores de medición</b>	CO, CO <sub>2</sub> , HC, O <sub>2</sub> NOX (Opcional)
<b>Dimensiones</b>	414 x 330 x280 mm
<b>Peso</b>	Aproximado 10 kg

**Fuente:** (Bosch, boschaftermarket, 2020-2021)

### 2.1.3. Scanner automotriz (G-Scan 2)

Es una herramienta muy versátil, porque contiene los diferentes protocolos como el OBDII, EOBD y CAN que ayudará al técnico a realizar sus labores de mantenimiento correctamente.

Además de ello, se considera un equipo de muy buena calidad, gracias a su armadura robusta hecha de plástico resistente a los impactos como caídas, choques, tropezones entre otras(Scanner Automotriz G-Scan2 Lo Mejor de Lo Mejor En Un Solo Equipo, 2022).

**Tabla 2.4 Especificación general G-Scan2**

Categoría	Especificaciones		
<b>Microcontrolador</b>	<b>Triple CPU</b>	Panel principal de control	ARM11@ 600MHz
		Panel de Comunicaciones	ARM9 @ 266MHz
		Panel de medición (opcional)	ARM9 @ 266MHz
<b>Sistema de Memoria</b>	Panel de control principal: Flash NAND de 128 MB y 256 MB de RAM SD		
	Panel de control principal: Flash NAND de 32 MB y 8 MB de RAM SD		

**Fuente:** (Scanner Automotriz G Scan Lo Mejor de Lo Mejor En Un Solo Equipo, 2022)

#### 2.1.4. Multímetro automotriz Bosch

El medidor de nivel profesional FIX 7677 de Bosch es una herramienta muy versátil que realiza todas las pruebas eléctricas estándar y específicas para la resolución de problemas en el automóvil que incluyen:

- Pruebas de tacómetro, permanencia, voltios, ohmios y diodos en sistemas de 6 V y 12 V.
- Perfecto para probar sistemas de arranque y carga, sistemas de encendido y suministro de combustible, los cuales ayudan a localizar cableado y componentes defectuosos (Bosch Automotive Service Solutions Inc., 2022).

### 2.1.5. Anemómetro RISEPRO

El anemómetro, es un instrumento meteorológico cuya tarea es medir la velocidad promediada de fluidos gaseosos, funcionando como herramienta para el desarrollo de múltiples áreas y actividades.

En términos más básicos, es un aparato utilizado para la medición del viento, no es lo único que puede medir, ya que su capacidad de calcular la velocidad abarca todos los fluidos gaseosos también puede medir el flujo de aire (Materiales de laboratorio , 2022).

**Tabla 2.5 Características del anemómetro RISEPRO**

Control de la velocidad del ventilador y la temperatura del aire acondicionado.
Control de la velocidad del ventilador y temperatura ambiente.
Comprobar el aire o velocidad con la temperatura para variedad de tareas del viento.
Múltiples unidades de velocidad de viento – Rango de medida: 1.00 ~ 25.00 de velocidad de viento m/s (3,6 – 90.0 km/h) puede mostrar 5 parámetros: M/S, km/h, ft/min, nudos, mph.
Rango de temperatura – Rango de medida 0 ~ 50 °C (32 ~ 122 °F) y conmutable entre ° C o ° F
Recuperación de memoria – Grabar y recordar Max/Min lecturas

**Fuente:** (Risepro®, 2022; Risepro®, 2022)

### 2.1.6. Vehículo de prueba (Chevrolet Vitara 1.6)

El Suzuki Vitara 1.6 tiene un motor gasolina de 1600cc con 4 cilindros ubicados en línea que alcanza una potencia máxima de 80 CV a 5400 rpm y par máximo de 127 nm a 3000 rpm. Se trata por ende de una mecánica con una potencia específica de 80 CV, con inyección indirecta (Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica e Dimensiones, 2022)(Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica e Dimensiones, 2022)(Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica e Dimensiones, 2022).

**Tabla 2.6 Características del vehículo**

<b>MOTOR</b>	
<b>Tipo</b>	G16B DOHC
<b>Cilindrada</b>	1590 cm <sup>3</sup>
<b>N° de cilindros</b>	4 en línea
<b>Alimentación de combustible</b>	Inyección Mono punto
<b>Núm. De válvulas</b>	16
<b>Posición del motor</b>	Longitudinal
<b>Relación de compresión</b>	8.9:1

**Fuente:** (Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica de Dimensiones, 2022).(Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica de Dimensiones, 2022).

## **2.2. Método**

En este se realizará la explicación metodológica que se va a emplear para el desarrollo del trabajo de investigación y con eso cumplir los objetivos establecidos previamente. Utilizando una investigación documental se obtuvo información relevante que ayudará a mejorar los conocimientos de los temas más importantes para el desarrollo de la investigación del proyecto. Mediante un diagrama de flujo se establecerá los procesos secuenciales para llegar a los resultados que se espera obtener mediante el tipo de investigación experimental. Al finalizar se obtendrán resultados donde se podrá dar a conocer mediante los métodos analítico y explicativo. Con estos resultados poder llegar a conclusiones que llevará a verificar los datos que se deseaba obtener mediante la investigación.

### **2.2.1. Enfoque investigativo**

La investigación a realizar tendrá como propósito de analizar el flujo de aire en el sistema de admisión de un vehículo mediante el uso del módulo de medición Bosch FSA 740 para facilitar el

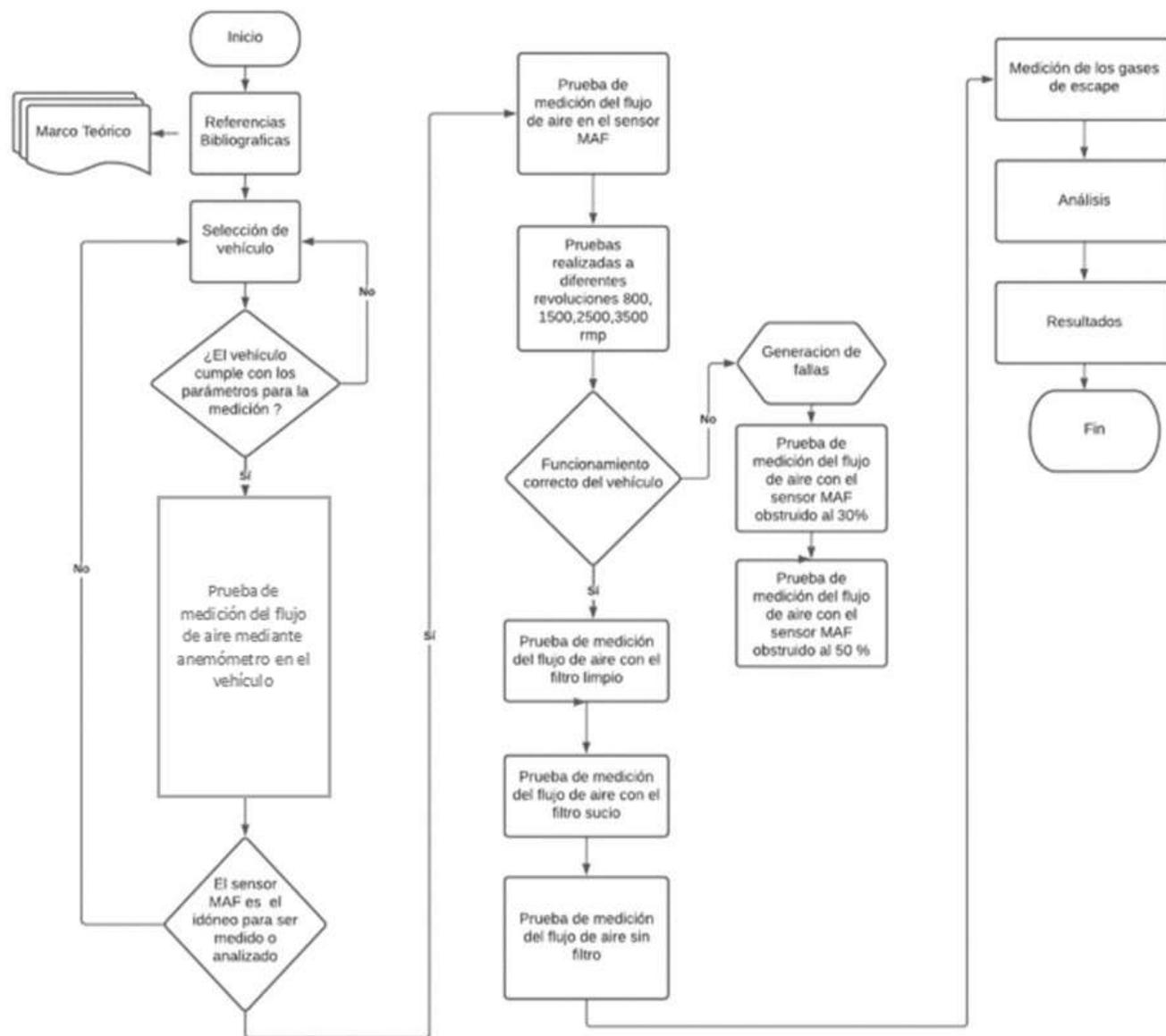
diagnóstico de posibles fallas en el sensor de flujo de aire MAF el que es encargado de interpretar cuanto aire está entrando al motor y su función es medir el caudal de aire que va a mezclarse con el combustible y hacer que el motor funcione correctamente, mediante pruebas, comparaciones se podrá analizar muchos factores con la finalidad de ayudar a un mejor mantenimiento predictivo del mismo. Mediante la recolección de datos que arroje el sistema del módulo de medición.

### **2.3. Procesos metodológicos.**

En la figura 2.7 se presenta el flujograma de los procesos metodológicos para el óptimo desarrollo del trabajo de investigación, el mismo que resume los pasos para realizar el análisis del flujo de aire en el sistema de admisión de un vehículo mediante el uso del módulo de medición Bosch FSA 740. El presente flujograma inicia con la recolección de datos bibliográficos, con esta información ayudara a sustentar el marco teórico. Teniendo en cuenta los temas principales que ayudaran al proceso para que la investigación se desarrolle de la mejor manera. El siguiente paso es la selección del vehículo el cual debe ser apto para la investigación requerida, el mismo debe contar con el sensor que debe estar en buenas condiciones para realizar todas las pruebas que se llevaran a cabo.

Luego se procederá a las respectivas mediciones del sensor MAF mediante el módulo de medición Bosch FSA 740 donde se medirá todos los parámetros que pueda tener el sensor y así luego llegar al siguiente paso que son las diferentes comparaciones del sensor MAF tales como: MAF original, MAF obstruido al 50%, 30%, con filtro y sin filtro de aire y a diferentes regímenes de revoluciones. Además de eso se realizó la medición de gases para ver el impacto que tiene cuando existen las fallas ya mencionadas.

Posteriormente se genera los análisis de los resultados mediante tablas de comparaciones con el manual del fabricante y los datos obtenidos por el software para así llegar a determinar las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.



**Figura 2.7** Flujograma del proceso de medición

### 2.3.1. Parámetros actuales del vehículo

En la presente investigación al momento de realizar las mediciones se debía preparar al vehículo verificando que el motor este a una temperatura óptima para realizar las medidas la cual fue de 90 grados centígrados.

El automotor tiene puesto en el motor un aceite Kendal grado SAE 20w 50 semi sintético, además el vehículo tenía un mantenimiento correcto y se utilizó la gasolina “extra” para todas las

pruebas la misma que tiene 89 octanos con un contenido de 200 partes por millón de azufre. Estos parámetros mencionados ayudan a que el motor tenga un buen funcionamiento y ayude a que las pruebas se realicen con mejor exactitud.

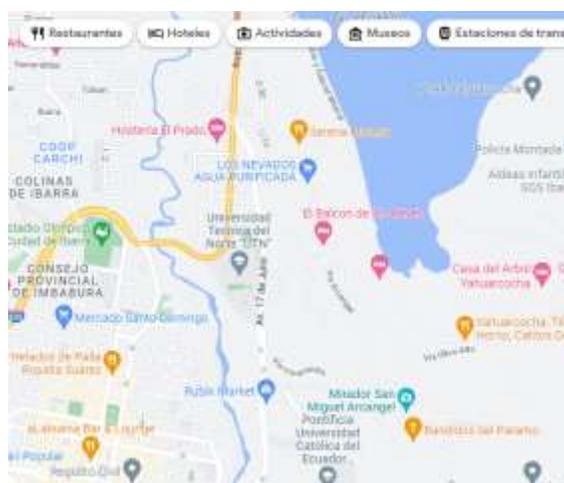
**Tabla 2.7 Características del aceite**

PROPIEDADES TIPICAS		
<b>Grado SAE</b>	20W-50	50
<b>Gravedad especifica 60°F</b>	0.833	0889
<b>Densidad lbs/gal 60°F</b>	7.35	7.40
<b>Índice de viscosidad</b>	139	102
<b>Viscosidad HTHS Cp 150°C</b>	4.9	5.1

**Fuente:** (Kendall the good stuff, 2023)

También se realizó la prueba con el Scanner para verificar que no arroje algún código de fallas y se hizo un análisis de gases antes de realizar las pruebas esto ayudo a que los valores medidos cumplan con lo requerido.

Las pruebas se realizaron en el taller de la Universidad Técnica del Norte donde su altitud es de 2.209 metros (7.247 pies) sobre el nivel del mar y una presión atmosférica 1014 hPa con temperatura de 17° C



**Figura 2.8 Ubicación del taller UTN**

**Fuente:** Google Maps

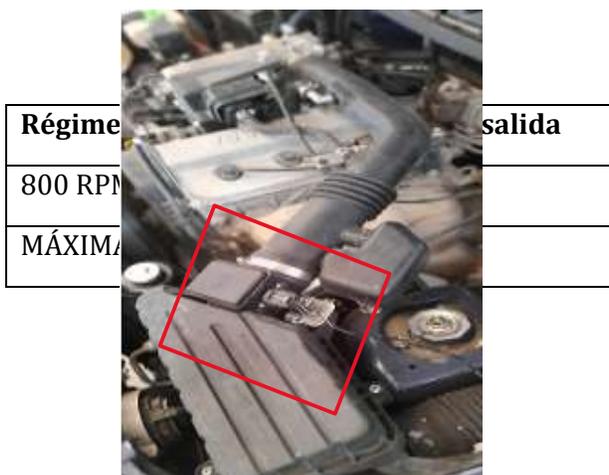
### 2.3.2. Características del sensor a medir

Para el proceso de medición se debe verificar el correcto funcionamiento del sensor a medir, puesto que si el mismo presenta algún fallo arrojará datos erróneos que no permitirá seguir con el estudio.

El sensor MAF analógico de hilo caliente tiene un hilo de platino. Este sensor por ser analógico tiene tres cables, negativo (masa), positivo (alimentación) y señal.

El primer cable de color azul es voltaje de 0 a 5 V, el color gris es señal del sensor este varía dependiendo de la cantidad de aire que ingrese al motor el cable de color negro es masa o negativo.

**Figura 2.9 Sensor MAF**



**Tabla 2.8 Características del sensor**

### 2.3.3. Instrumentos seleccionados para la medición

Para investigación se eligieron los instrumentos de medición FSA 740 Bosch el cual se utilizó su osciloscopio para verificar su voltaje, señal y curva característica. Esto facilitó para realizar las comparaciones de las diferentes pruebas.

El medidor de gases BEA550 Bosch que fue utilizado para verificar y la variación de los datos de los gases de escape al momento de realizar las diferentes pruebas.

El multímetro Bosch fue utilizado para medir continuidad, voltaje en los cables del sensor y así poder identificar cual es cada uno de ellos.

Con el scanner automotriz G Scan2 se obtuvo los datos arrojados por la computadora del vehículo como: Flujo de aire, voltaje, amperaje y otros, para poder realizar la comparación de los resultados.

El anemómetro RISEPRO fue utilizado para realizar la medición del flujo de aire real que ingresa por los ductos de ingreso del mismo, este instrumento mide mediante el giro de sus aspas la cantidad de flujo antes que sea medido por el sensor MAF.

#### **2.3.4. Defectología en el sistema de admisión**

Para el proceso de medición se realizará algunas fallas que alterarán las mediciones en el flujo de aire del sensor MAF a diferentes revoluciones las cuales son:

- Sin Filtro
- Sensor obstruido al 30%
- Sensor obstruido al 50%

##### **2.3.4.1.Sin Filtro**

Se retirará el filtro de aire del vehículo para realizar todas las pruebas y verificar la alteración de flujo de aire que llega al sensor.



**Figura 2.10 Prueba sin filtro**

### 2.3.4.2. Sensor obstruido al 30 y 50%

Se realizará una obstrucción con cinta adhesiva en la rejilla de entrada de aire al sensor para ejecutar las pruebas a realizar a diferentes revoluciones y constatar si el funcionamiento del sensor y del motor es el adecuado o cuanto debe compensar la computadora para que se realice un trabajo idóneo en el motor.



**Figura 2.11 Obstrucción del sensor 50%**

## 2.4. Pruebas a realizar

Para realizar las pruebas se necesita saber todos los datos técnicos tanto del vehículo como del sensor a medir. Para iniciar las pruebas se deberá tener al automóvil en buen estado y con todos los parámetros adecuados que se habló anteriormente como: temperatura del motor, calidad de aceite y de combustible, la altura sobre el nivel del mar de donde se realizó la prueba, así como la comprobación de gases y un mantenimiento ideal del automotor.

Las mediciones se realizaron al vehículo Chevrolet Vitará 1.6 del año 2013, en las mismas se utilizó el anemómetro para ver el flujo de aire real y el flujo medido por el sensor MAF así mismo las variaciones del sensor sometándolo a diferentes pruebas y revoluciones como son: con filtro nuevo, filtro sucio, obstrucción al 30 y 50 % y sin filtro a su vez a 800 rpm, 1500, 2500, 3500 rpm. De igual manera las pruebas de medición de gases estarán sometidas a los parámetros y revoluciones ya mencionadas.

### 2.4.1. Prueba de medición de flujo de aire real

Una vez comprobado todo lo detallado en el apartado 2.4 se procede a realizar la prueba inicial que es la medición del flujo de aire con la ayuda del instrumento de medición anemómetro, se

realizará la lectura real del flujo de aire en el conducto que ingresa al vehículo, esta comprobación se ejecutará antes del sensor MAF y después del filtro de aire. Para realizar la prueba se adaptará una extensión en el conducto de aire para agregar el Anemómetro con ello poder observar el flujo de aire real que pasa por el conducto hacia el sensor MAF. Se debe realizar un ajuste preciso para no tener ninguna filtración de aire y que se pueda dar un valor erróneo, se enciende el vehículo y se toma las medidas a las revoluciones antes mencionadas, este procedimiento se realiza con el filtro limpio luego con el filtro sucio y sin filtro.

En las tablas 2.9, 2.10 y 2.11 se observa los valores que el instrumento de medición dio como resultados de las pruebas realizadas las cuales se efectuará la comparación en el capítulo de resultados con el flujo de aire que ingresa al sensor MAF medido con el Scanner.

**Tabla 2.9 Pruebas con Anemómetro filtro limpio**

Revoluciones por minuto	Anemómetro (g/s)
800	1.7
1500	1.9
2500	6.9
3500	8.63

**Tabla 2.10 Pruebas con Anemómetro filtro sucio**

Revoluciones por minuto	Anemómetro (g/s)
800	1.65
1500	1.84
2500	6.8
3500	8.60

**Tabla 2.11 Pruebas con Anemómetro sin filtro**

Revoluciones por minuto	Anemómetro (g/s)
800	1.98

1500	2.02
2500	7
3500	8.7



**Figura 2.13 Anemómetro en extensión de conducto**



**Figura 2.14 Datos de medición**

**Figura 2.15 Proceso de medición con Anemómetro**



#### **2.4.2. Proceso de medición del flujo de aire del sensor MAF**

Para realizar la medición del sensor se trabajó con los diferentes parámetros ya mencionados en el apartado 2.4. Se utilizó del equipo Bosch FSA 740 su osciloscopio para medir la señal y el voltaje del sensor MAF, el procedimiento fue llevado a cabo con filtro sucio, filtro limpio, sin filtro y con el mismo que fue obstruido en la rejilla del sensor al 50% y al 30% a diferentes revoluciones, con la ayuda del escáner G-Scann 2 poder observar el flujo de aire medido por el sensor MAF en gramos / segundos. En esta prueba el vehículo debe estar a temperatura ideal de funcionamiento y así constatar las variaciones de amperaje y voltaje que se arrojó como resultado el software del medidor Bosch. También se realizó la medición sin filtro de aire para poder así generar las señales que servirán para el análisis de datos y crear resultados.

En las tablas 2.12 hasta 2.16 se puede observar los resultados generados por el medidor BOSCH a diferentes parámetros ya mencionados, los mismos que serán comparados con el manual y así en el capítulo de resultados poder analizarlos.



**Figura 2.16** Medición de señal del sensor MAF

**Tabla 2.12** Pruebas de medición del sensor MAF con el filtro limpio

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados 800 rpm</b>	<b>Resultados 1500rpm</b>	<b>Resultados 2500 rpm</b>	<b>Resultados 3500 rpm</b>
<b>Voltaje</b>	V	1.6	1.8	2.1	2.4
<b>Amperaje</b>	A	0.15	0.16	0.2	0.23
<b>Temperatura</b>	°C	80	82	84	88 °C
<b>Control del flujo de aire</b>	g/seg	1.7	3.3	6.08	8.9

**Tabla 2.13** Pruebas de medición del sensor MAF con el filtro sucio

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados 800 rpm</b>	<b>Resultados 1500 rpm</b>	<b>Resultados 2500 rpm</b>	<b>Resultados 3500 rpm</b>
<b>Voltaje</b>	V	1.6	1.8	2.1	2.4
<b>Amperaje</b>	A	0.15	0.16	0.2	0.23
<b>Temperatura</b>	C	89	88.8	88	88
<b>Control del flujo de aire</b>	g/seg	1.81	3.2	6.34	8.9

**Tabla 2.14 Pruebas de medición del sensor MAF obstruido al 50%**

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados 800 rpm</b>	<b>Resultados 1500 rpm</b>	<b>Resultados 2500 rpm</b>
<b>Voltaje</b>	V	2.1	-	3.4
<b>Amperaje</b>	A	0.19	-	0.35
<b>Temperatura</b>	C	87	-	81
<b>Control del flujo de aire</b>	g/seg	5.63	-	48.89

**Tabla 2.15 Pruebas de medición del sensor MAF obstruido al 30%**

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados 800rpm</b>	<b>Resultados 1500 rpm</b>	<b>Resultados 2500 rpm</b>	<b>Resultados 3500 rpm</b>
<b>Voltaje</b>	V	1.8	2	2.3	2.5
<b>Amperaje</b>	A	0.27	0.28	0.31	0.33
<b>Temperatura</b>	C	81	79	79	89
<b>Control del flujo de aire</b>	g/seg	2.35	4.61	8.35	12.82

**Tabla 2.16 Pruebas de medición del sensor MAF sin filtro**

<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados 800 rpm</b>	<b>Resultados 1500 rpm</b>	<b>Resultados 2500 rpm</b>	<b>Resultados 3500 rpm</b>
<b>Voltaje</b>	V	1.8	1.8	2.3	2.4
<b>Amperaje</b>	A	0.15	0.16	0.19	0.23
<b>Numero de revoluciones</b>	RPM	750± 225	1500± 225	2500± 225	3500± 225

<b>Temperatura</b>	C	89	88	89	89
<b>Control del flujo de aire</b>	g/seg	1.6	3.41	6.11	8.65

### 2.4.3. Medición de gases contaminantes

Esta parte de la investigación se llevará a cabo con la finalidad de obtener resultados idóneos para observar las características que se presentan cuando se somete al sensor de flujo de aire a desperfectos. Al momento de que se hizo las pruebas se generó las diferentes condiciones y fallas dichas en el apartado 2.4 para verificar la cantidad de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos no quemados (HC), oxígeno (O<sub>2</sub>).

Las pruebas de la medición de gases se las realizaron de igual forma utilizando el equipo Bosch FSA 740 el vehículo, las pruebas se realizaron en las mismas condiciones de los experimentos anteriores. Con la finalidad de obtener datos más precisos en la investigación y con la ayuda de los técnicos del centro de revisión vehicular REVIPLUS se tomaron datos de la prueba de gases con el vehículo en buen estado para tener un régimen comprobable ya que los instrumentos de medición de dicho centro son abalados por las normas que se rige en el país. Con los resultados obtenidos se llegará hacer una tabla comparativa que ayudará al análisis de la investigación.

En la tabla 2.17 se observan los datos obtenidos en la prueba que se realizó en el módulo de medición Bosch FSA 740 los cuales se analizaran en el capítulo siguiente.

Para mejor comprensión de los datos en la tabla a indicar se clasifico en:

- Prueba 1 que se realizó con filtro limpio a diferentes revoluciones
- Prueba 2 que se realizó con filtro sucio a diferentes revoluciones
- Prueba 3 que se realizó sin filtro a diferentes revoluciones
- Prueba 4 que se realizó con sensor obstruido al 50% a diferentes revoluciones
- Prueba 5 que se realizó con sensor obstruido al 30% a diferentes revoluciones

**Tabla 2.17 Medición de gases a diferentes revoluciones**

Parámetros	800 rpm					1500 rpm					2500 rpm					3500 rpm				
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
CO %vol.	0.1	0.46	0.02	9.33	5.57	0.66	1.16	0.35	---	2.04	0.63	0.78	0.25	10.41	0.78	0.62	0.49	0.15	---	1.05
CO2 %vol.	13.6	13.92	14.75	6.65	10.69	13.99	13.93	14.63	---	12.84	14.26	13.93	14.94	8.22	13.96	14.32	14.52	15.1	---	14.18
HC ppm vol.	43	249	94	3414	703	294	214	118	---	570	154	237	121	872	336	131	145	78	---	204
O2 %vol.	1.3	1.39	1.21	14.35	2.28	1.02	0.71	0.38	---	0.81	0.55	0.89	0.02	0.59	0.9	0.46	0.43	0.01	---	0.57



## CAPÍTULO III

### 3. Resultados y análisis

Para el desarrollo de este capítulo se realizó una comparación de los resultados obtenidos utilizando el anemómetro, el medidor Bosch FSA 740 y el Scanner para saber si el flujo de aire que ingresa al motor con las pruebas y parámetros mencionados en el capítulo anterior se puede tener un resultado y así realizar el análisis entre datos obtenidos y ficha técnica.

Para la medición de gases se cotejará los resultados obtenidos del equipo de medición Bosch FSA 740 con los datos de la revisión técnica vehicular y la información de las normas INEN 2044 y 2033

#### 3.1.Resultados de las pruebas con Anemómetro

Para la realización de las pruebas se debe tener en cuenta el apartado 2.3.1 donde indica las condiciones que debe tener en la tabla 3.1 se observa la medición del flujo de aire real, antes del sensor MAF para comprobar los valores medidos, en este caso se realizó pruebas como se indica en el apartado 2.4.1.

**Tabla 3.1** Resultados de flujo de aire del anemómetro a diferentes revoluciones

INSTRUMENTOS	800 rpm			1500 rpm			2500 rpm			3500 rpm		
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
ANEMOMETRO (g/s)	1.7	1.7	1.98	1.9	1.86	2.02	6.9	6.8	7	8.63	8.62	8.7

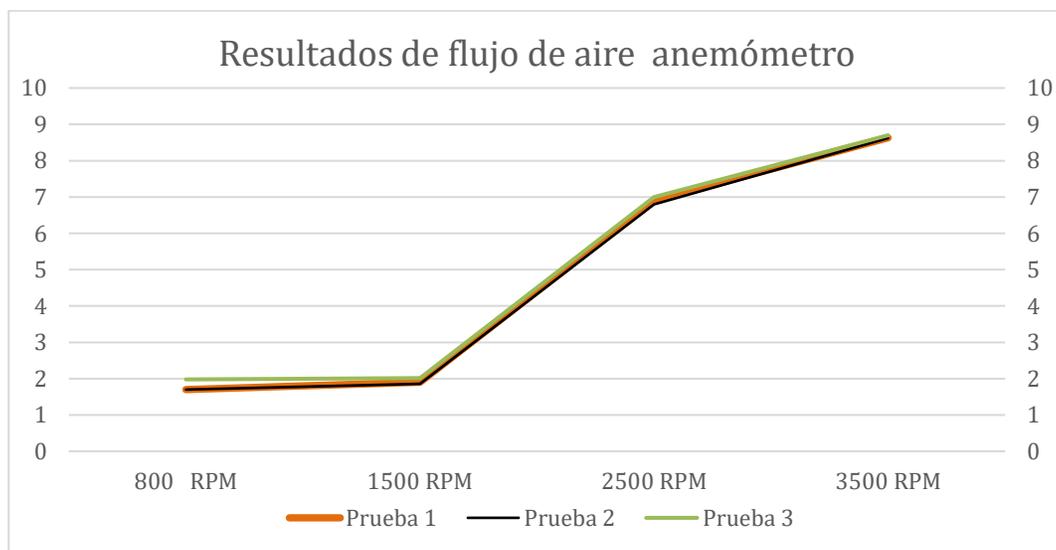
En la tabla 3.1 y en la figura 3.1 a 800 rpm en las pruebas 1 y 2 no existe una variación en las lecturas del flujo de masa de aire también se observó que los resultados en la prueba 3 existe un aumento de 0.28 g/seg, dando un aumento del 14% en relación la prueba 1 y 2

A 1500 rpm el flujo de aire en la prueba 1 tuvo un incremento de 0.04 g/seg equivalente a 2.10% comparación con la prueba 2, mientras en la prueba 3 existe un aumento más considerable de 7.92% es decir de 0.12 g/seg a relación de los resultados de la prueba 1.

En relación con la prueba a 2500 rpm como se observa en la figura 3.1 existe un incremento de cinco veces más del flujo de aire a comparación de los resultados a 1500 rpm donde existe una variación de 1.41 % entre las tres pruebas realizadas de un incremento de 0.1 g/seg respectivamente.

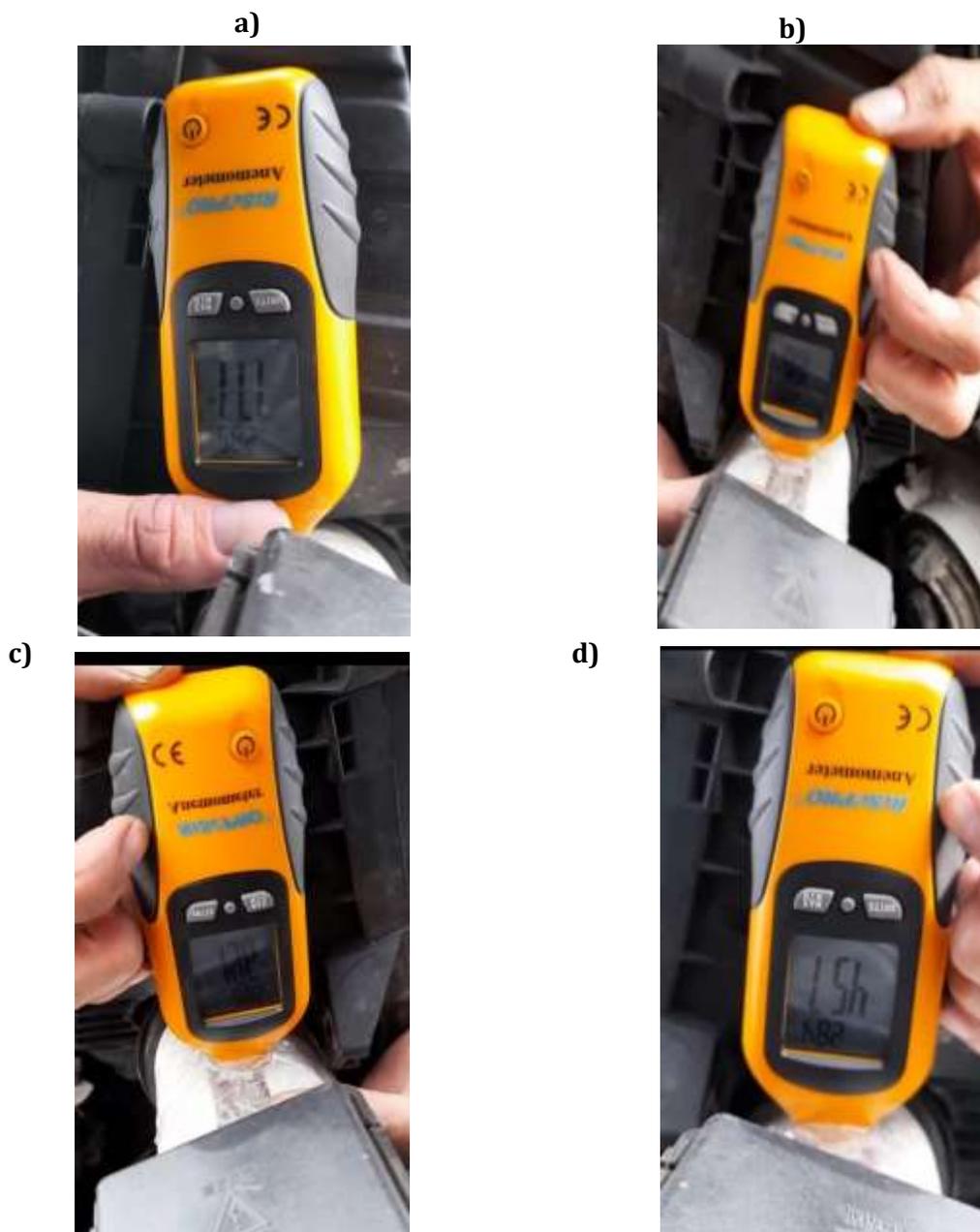
En cuanto a la prueba 3 se observó que existió un pequeño incremento del flujo de aire captado por el anemómetro, pero sin mucha variación con los datos medidos por el sensor MAF.

Se observa el aumento de 1.9 g/seg que equivale al 19.54 % en las mediciones de 3500 en relación a la de 2500 rpm llegando a tener una variación 0.07 g/seg en las pruebas realizadas a estas revoluciones equivalente al 0.80 %.



**Figura 3.1 Resultados de flujo de aire anemómetro**

En la figura 3.2 se muestra las imágenes de los resultados de las medidas con el anemómetro en el sistema de admisión del vehículo donde las mismas brindaron datos informativos para realizar las tablas para así realizar el análisis correspondiente.



**Figura 3.2 Resultados de flujo de aire anemómetro**

### 3.2.Pruebas realizadas del sensor MAF comparaciones con la ficha técnica.

Para realizar las mediciones en el sensor MAF se debe cumplir con las condiciones y los parámetros mencionadas en el apartado 2.4 y en la tabla 3.2 se indica las pruebas a realizar al sensor MAF ya que las mismas se tomaron de ejemplo para la investigación por ser algunos los problemas más comunes en el vehículo y en los que pueden llegar a que el sensor emita códigos de falla.

**Tabla 3.2 Pruebas a realizar**

<b>Prueba 1</b>	Filtro limpio
<b>Prueba 2</b>	Filtro sucio
<b>Prueba 3</b>	Obstrucción al 30%
<b>Prueba 4</b>	Obstrucción al 50%
<b>Prueba 5</b>	Sin filtro.

#### 3.2.1. Comparación de resultados a 800 rpm

En la tabla 3.3 se presentan los resultados obtenidos a 800 rpm estas pruebas fueron realizadas para observar cambios leves en cuanto al voltaje y flujo de aire y poder comparar con los del manual del vehículo que indica que el voltaje es de 1.6 V y el flujo de aire es de 1.6 g/seg.

En la medición la prueba 1 las magnitudes se acercan en los parámetros de flujo de aire que están en 1.7 g/seg medidos en el MAF y 1.6 g/seg a los que ya están establecidos en el Manual del vehículo así con la variación del voltaje. En la prueba 2 a 800 rpm se observa los parámetros como el voltaje de 1.6 V y el control del flujo de aire tiene un leve aumento de 1.8 g/seg que se midió en el MAF a comparación con el manual que indica 1.6 g/seg.

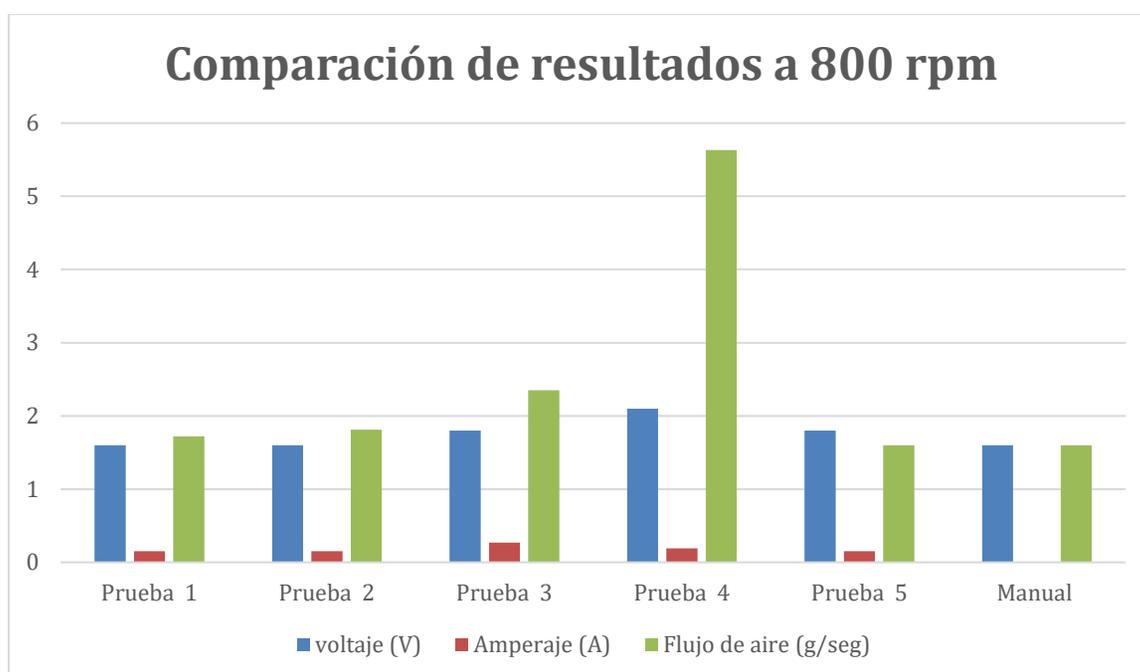
A 800 rpm en la prueba 3 aun se tiene un incremento de flujo de aire de 2.35 g/seg tomando en consideración los datos del manual se tendra en ralentí 1.6 g/seg.

En la prueba 4 tiene un gran aumento del flujo de aire de 5.6 g/seg en revoluciones menores a las de normalmente a 800 rpm y un voltaje de 2.1 V como si el vehículo se encontrara a 2500 rpm.

En la prueba 5 el sensor MAF a 800 rpm se observa un incremento en el flujo de aire este se mantiene con el mismo flujo, pero el voltaje tiene variaciones muy pequeñas.

**Tabla 3.3 Pruebas 800rpm**

800 rpm						
Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Ficha técnica
Voltaje (V)	1.6	1.6	1.8	2.1	1.8	1.6
Amperaje(A)	0.15	0.15	0.27	0.19	0.15	---
Flujo de aire (g/seg)	1.72	1.81	2.35	5.63	1.6	1.6



**Figura 3.3 Resultados pruebas a 800 rpm**

Data Analysis(All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	814	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	-0.09	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	-0.01	
Water Temperature	79	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	-0.10	
Throttle Position	0.0	°	Battery voltage	14.14	V
Throttle Sensor	0.82	V	Charging Efficiency	18.0	%
Fuel Injection Time	3.04	msec	Canister Purge V Opening	0	%
Ignition Timing	8.1	BTDC	O2 Sensor	0.25	V
ISC Control Flow	2.35	g/sec	O2 Sensor Monitor	Lean	
ISC Control Flow	98	l/min	EGR Valve	Close	
Function	Full Screen		Record	Select Item	

**Figura 3.4 Mediciones del Scanner a 800 rpm**

Data Analysis(All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	796	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	0.01	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	0.01	
Water Temperature	84	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	0.01	
Throttle Position	2.9	°	Battery voltage	14.06	V
Throttle Sensor	0.96	V	Charging Efficiency	14.8	%
Fuel Injection Time	3.97	msec	Canister Purge V Opening	0	%
Ignition Timing	15.2	BTDC	O2 Sensor	0.06	V
ISC Control Flow	3.43	g/sec	O2 Sensor Monitor	Lean	
ISC Control Flow	98	l/min	EGR Valve	Close	
Function	Full Screen		Record	Select Item	

**Figura 3.5 Medición flujo de aire Scanner a 800rpm**

### 3.2.2. Comparación de resultados a 1500 rpm

A 1500 rpm se realizó las pruebas mencionadas en la tabla 3.2 al sensor MAF en los parámetros explicados en la tabla 3.4 y así observar los cambios presentados en cada uno de los resultados y poder realizar una comparación.

Las mediciones de la prueba 1 y a temperatura ideal de trabajo del vehículo a 1500 rpm la tabla 3.4 indica que se tiene un elevado ingreso de flujo de aire que es de 3.3g/ seg y el manual indica que debe ser de 2.9 g/seg y el voltaje no tiene un cambio muy elevado que es de 1.8 V.

En la prueba 2 se observó cómo cambia del control de flujo de aire de 1.8 g/seg que a 800 rpm a comparación del 1500 rpm tuvo un aumento de 3.2 g/seg así mismo el aumento del voltaje de 1.6 a 1.8 V.

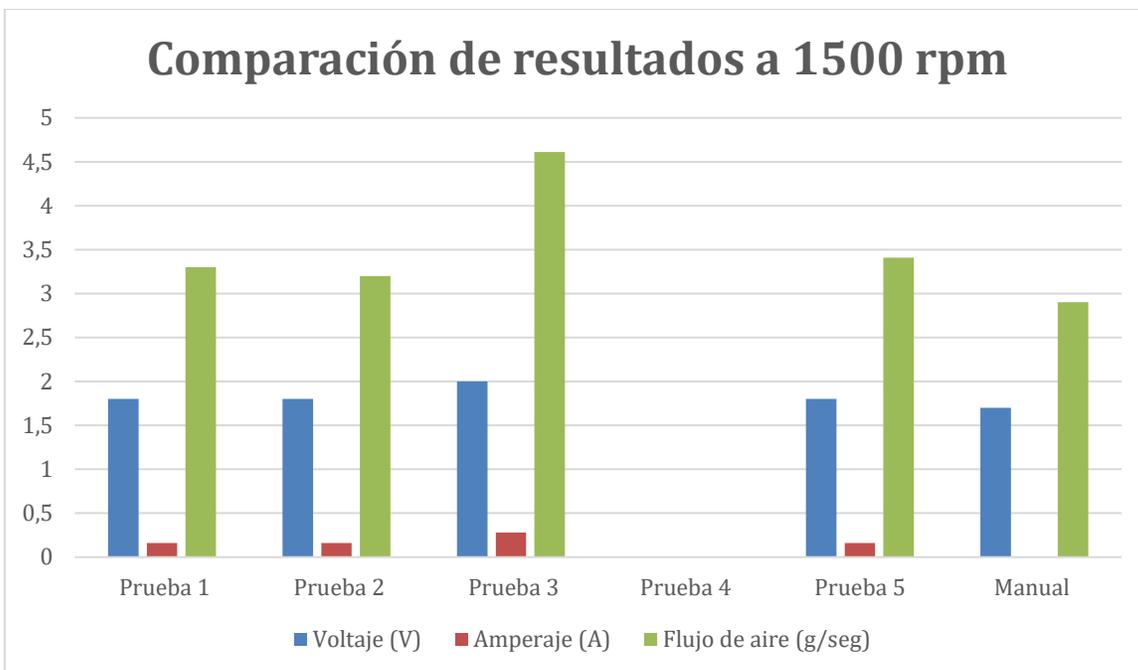
En la prueba 3 a 1500 rpm hay una variación y un incremento del flujo de aire de 4.6 g/seg a diferencia de 2.9. g/seg que indica el manual.

La prueba 4 la medicion no se pudo realizar porque el motor presento fallos en su funcionamiento por falta de ingreso de flujo de aire.

En la prueba 5 se observa un aumento considerable en los datos obtenidos del sensor MAF a 3.41 g/seg el manual dice que con un voltaje de 1.7 a 1.9 V se tendria un flujo de aire de 2.9 g/seg.

**Tabla 3.4 Pruebas 1500 rpm**

<b>1500 rpm</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Prueba 5</b>	<b>Ficha técnica</b>
<b>Voltaje (V)</b>	1.8	1.8	2	-	1.8	1.7
<b>Amperaje (A)</b>	0.16	0.16	0.28	-	0.16	---
<b>Flujo de aire (g/seg)</b>	3.3	3.2	4.61	-	3.41	2.9



**Figura 3.6 Resultados pruebas a 1500 rpm**

Data Analysis (All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	1530	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	0.01	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	0.01	
Water Temperature	84	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	0.01	
Throttle Position	3.9	°	Battery voltage	14.06	V
Throttle Sensor	1.02	V	Charging Efficiency	14.6	%
Fuel Injection Time	2.75	msec	Canister Purge V Opening	2	%
Ignition Timing	30.3	BTDC	O2 Sensor	0.88	V
ISC Control Flow	4.38	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ISC Control Flow	98	l/min	EGR Valve	Open	

**Figura 3.7 Medición flujo de aire Scanner a 1500 rpm**

Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	3527	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotabon Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	-0.26	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	0.04	
Water Temperature	94	°C	Air Fuel Ratio Correction value Monitor	-0.23	
Throttle Position	5.6	°	Battery voltage	13.99	V
Throttle Sensor	1.19	V	Charging Efficiency	21.1	%
Fuel Injection Time	3.00	msec	Canister Purge V Opening	76	%
Ignition Timing	41.2	BTDC	O2 Sensor	0.87	V
ISC Control Flow	12.00	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ISC Control Flow	115	l/min	EGR Valve	Close	

**Figura 3.8 Medición flujo de aire Scanner a 1500rpm**

### 3.2.3. Comparación de resultados a 2500 rpm

En los resultados obtenidos en la tabla 3.5 a 2500 rpm el manual indica que el voltaje tiene un rango permitido de 1.7 a 1.9 en este caso para la comparación se realizó utilizando el mínimo permitido en el voltaje.

En la tabla 3.5 a 2500 rpm la prueba 1 tiene un flujo de aire menor al indicado por manual en este caso es de 6.08 g/seg a comparación de 6.2 g/seg que indica el mismo.

En los resultados de la investigación en la prueba 2 el flujo de aire medido puede llegar a 6.3 g/seg y no tiene diferencia con lo medido del manual que es de 6.2 g/seg.

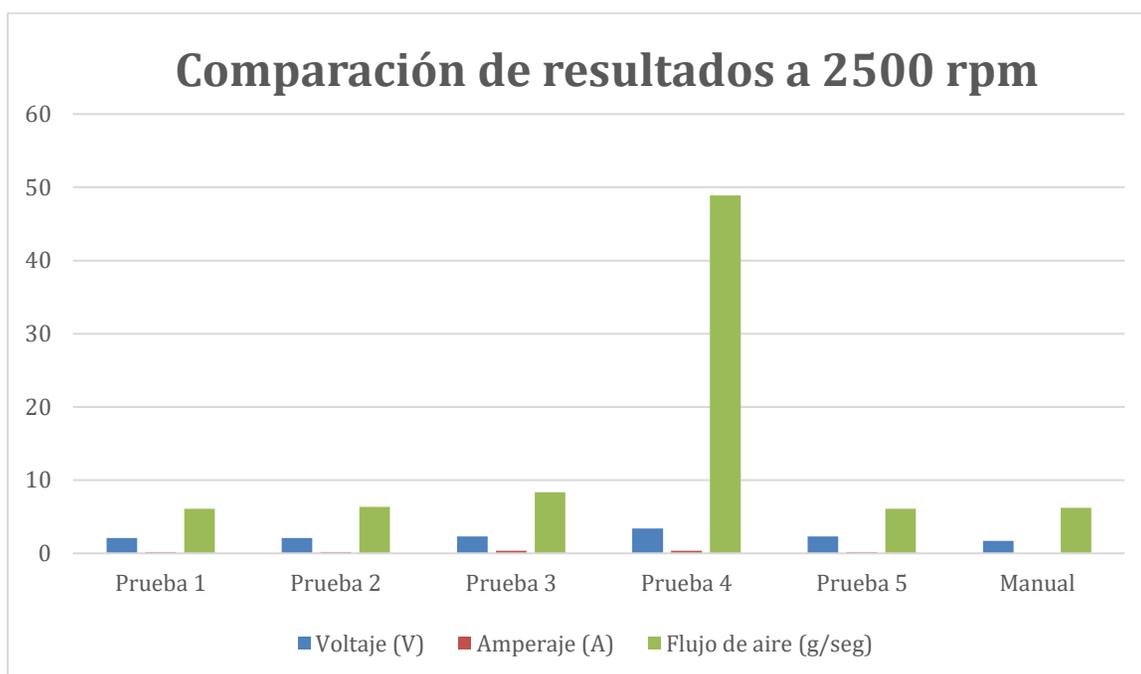
Los resultados en la prueba 3 el incremento en el sensor MAF es considerablemente se observó que los datos son de 8.65 g/seg cuando en el manual indica que debe llegar alrededor de 6.2 g/seg y en el voltaje su incremento que tiene es de 2.3 V.

A 2500 revoluciones en la prueba 4 el aumento en el flujo de aire medido por el sensor se tiene un incremento de 8 veces mas teniendo un total de 48.8 g/ seg a comparacion de 6.2 g/seg que indica el manual y un voltaje elevado para las revoluciones que tiene el vehículo en ese momento.

En la prueba 5 el aunmeto del voltaje fue de 2.3 V considerando el voltaje de 2.09 V del manual por lo tanto se tiene un leve incremento del flujo de aire de 6.11 g/seg.

**Tabla 3.5 Pruebas a 2500 rpm**

2500 rpm						
Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Ficha técnica
<b>Voltaje (V)</b>	2.11	2.10	2.30	3.4	2.3	1.9
<b>Amperaje (A)</b>	0.20	0.20	0.35	0.35	0.19	---
<b>Flujo de aire (g/seg)</b>	6.08	6.34	8.35	48.89	6.11	6.20



**Figura 3.9 Resultados pruebas a 2500 rpm**

Data Analysis(All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	2508	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	-0.03	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	-0.00	
Water Temperature	84	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	-0.01	
Throttle Position	6.3	°	Battery voltage	14.06	V
Throttle Sensor	1.09	V	Charging Efficiency	14.8	%
Fuel Injection Time	2.86	msec	Canister Purge V Opening	31	%
Ignition Timing	39.4	BTDC	O2 Sensor	0.73	V
ECU Control Flow	6.19	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ECU Control Flow	96	l/min	EGR Valve	Close	

Figura 3.10 Medición flujo de aire Scanner a 2500 rpm

Figura 3.11 Medición flujo de aire Scanner a 2500rpm

Data Analysis(All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	2508	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	-0.03	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	-0.00	
Water Temperature	84	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	-0.01	
Throttle Position	6.3	°	Battery voltage	14.06	V
Throttle Sensor	1.09	V	Charging Efficiency	14.8	%
Fuel Injection Time	2.86	msec	Canister Purge V Opening	31	%
Ignition Timing	39.4	BTDC	O2 Sensor	0.73	V
ECU Control Flow	6.19	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ECU Control Flow	96	l/min	EGR Valve	Close	

#### 3.2.4. Comparación de resultados a 3500 rpm

Para la obtención de resultados en las pruebas a 3500 rpm y comparar con las del manual el voltaje que se tomará es de 2.5 V indicadas por el manual y el flujo de aire de 8.3 g/seg.

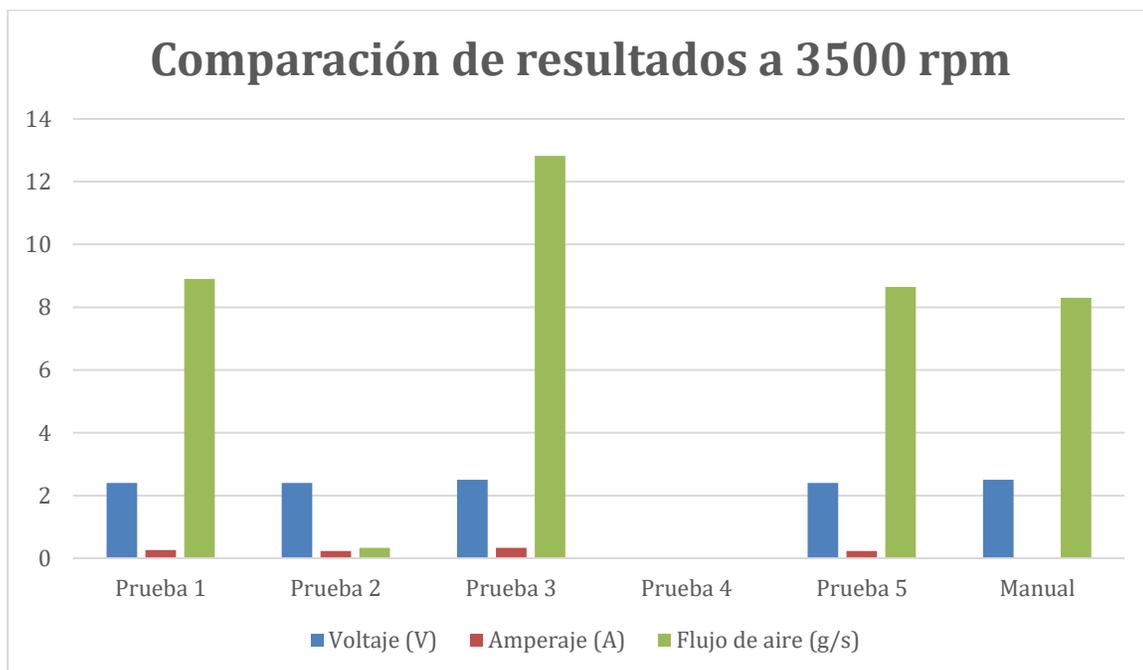
Como indica la tabla 3.6 en la prueba 1 y 2 se observó un incremento de ingreso de flujo de aire medido por el sensor MAF de 8.9 g/seg a comparación con los del manual que indica que a estas revoluciones el ingreso de aire es de 8.3 g/seg, el voltaje se encuentra dentro de los rangos que nos indica el manual.

En la prueba 3 la variación del flujo de aire es demasiado alta 12.8 g/seg a diferencia de 8 g/seg que nos dice el manual, el voltaje no varia mucho en este caso debería aumentar el voltaje pero se mantiene en el los mismos rangos.

En la prueba 4 no se pudo realizar las pruebas ya que el motor no podía compensarse y empezó a tener un cascabeleo y no se pudo realizar ninguna medición. En esta prueba realizada el incremento en el flujo de aire medido por el MAF se encuentra mas elevado a 8.65 g/seg si comparamos con los que nos indica el manual que es de 8.3 g/seg el voltaje se encuentra en 2.4V

**Tabla 3.6 Pruebas 3500 rpm**

<b>3500 rpm</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Prueba 5</b>	<b>Ficha técnica</b>
<b>Voltaje (V)</b>	2.4	2.4	2.5	-	2.4	2.5
<b>Amperaje (A)</b>	0.26	0.23	0.33	-	0.23	---
<b>Flujo de aire (g/seg)</b>	8.9	8.9	12.82	-	8.65	8.3



**Figura 3.12 Resultados pruebas a 3500 rpm**

Data Analysis(All Items)					
Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	U
Engine Rotation Speed	3509	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	0.02	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	0.04	
Water Temperature	84	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	0.05	
Throttle Position	9.3	°	Battery voltage	14.06	V
Throttle Sensor	1.19	V	Charging Efficiency	15.6	%
Fuel Injection Time	3.04	msec	Canister Purge V Opening	54	%
Ignition Timing	42.2	BTDC	O2 Sensor	0.66	V
ISC Control Flow	9.25	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ISC Control Flow	118	l/min	EGR Valve	Close	

**Figura 3.13 Medición flujo de aire Scanner a 3500 rpm**

Item(P.1/3)	Value	Unit	Item(P.2/3)	Value	Unit
Engine Rotation Speed	3549	rpm	ISC Adjustment Monitor	0	%
Target Idle Rotation Speed	797	rpm	Air Fuel Ratio Correction Value	-0.00	
Vehicle Speed	0	km/h	Air Fuel Ratio Learning Correction Value	0.04	
Water Temperature	82	°C	Air Fuel Ratio Correction Value Monitor	0.04	
Throttle Position	9.3	°	Battery voltage	13.92	V
Throttle Sensor	1.21	V	Charging Efficiency	22.7	%
Fuel Injection Time	4.10	msec	Canister Purge V Opening	85	%
Ignition Timing	40.5	BTDC	O2 Sensor	0.96	V
ISC Control Flow	13.16	g/sec	O2 Sensor Monitor	Rich	
ISC Control Flow	118	l/min	EGR Valve	Close	

**Figura 3.14 Medición flujo de aire Scanner a 3500rpm**

### 3.3. Resultados finales de las tablas de la medición del control del flujo de aire.

Al obtener el flujo de aire en porcentaje se analizó junto con los datos del manual el control el mismo que tiene al momento de realizar las pruebas y así comparar los resultados obtenidos. Para mejor entendimiento de las tablas se clasificó de igual manera por RPM teniendo en cuenta las pruebas que se detalló en la tabla 3.2.

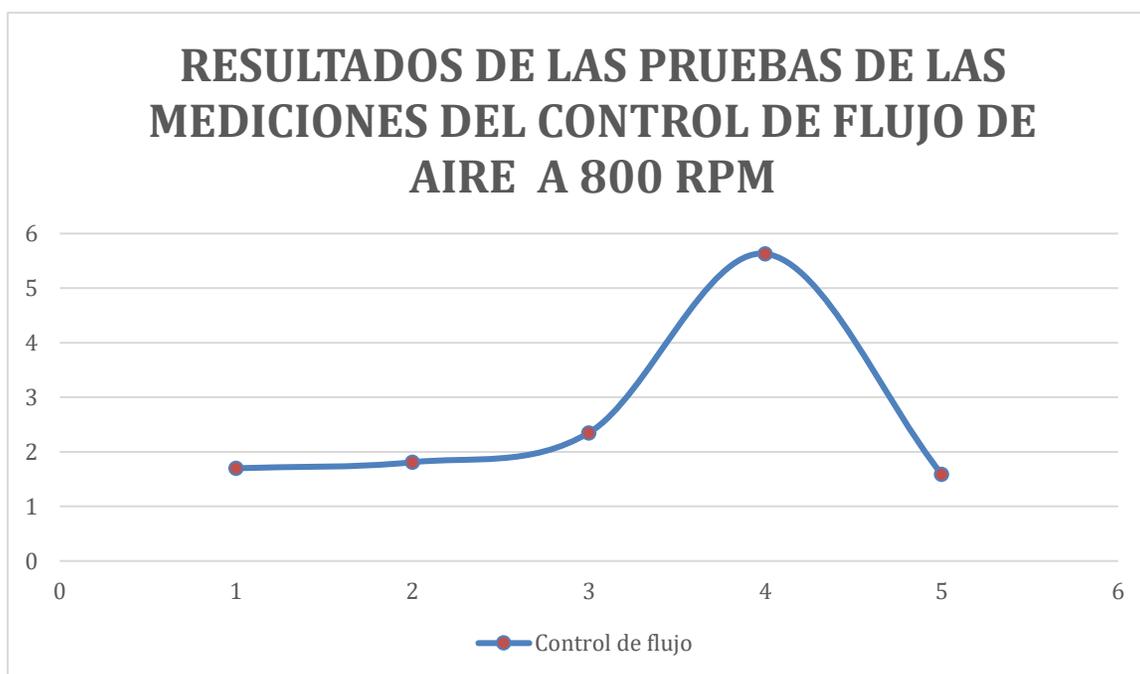
#### 3.3.1. Resultados a 800 revoluciones del control del flujo de aire.

En la tabla 3.7 los resultados a 800 rpm en la prueba 1 el incremento de flujo de aire de 1.7 g/seg a comparación de la ficha técnica que es de 1.6 g/seg se tiene un aumento de 5.88%. En la prueba 2 se tiene un incremento del 11.60% a relación a lo que indica la ficha técnica, existe un decrecimiento de -0.6% a comparación de los resultados en las otras pruebas esto se debe a que sin filtro el aire ingresa descontroladamente y altera la medición.

En las pruebas 3 y 4 se tiene aumento del 31.91% y 71.58% respectivamente del ingreso de aire medido por el MAF haciendo que el vehículo tenga revoluciones inestables y una mezcla incorrecta, provocando emisiones de gases consumo de combustible.

**Tabla 3.7 Resultados a 800 revoluciones**

Magnitudes	Control de flujo de aire (g/seg)	Aumento de flujo de aire (%)
Prueba 1	1,7	5,88
Prueba 2	1,81	11,60
Prueba 3	2,35	31,91
Prueba 4	5,63	71,58
Prueba 5	1,59	-0,6
Ficha técnica	1,6	

**Figura 3.15 Resultados de pruebas a 800 rpm.****3.3.2. Resultados a 1500 revoluciones del control del flujo de aire.**

En los resultados de la tabla 3.8 en la prueba 1 tiene un flujo de aire de 3.3 g/seg a comparación de los 2.9 g/seg que indica la ficha técnica esto da un incremento del 12.12%.

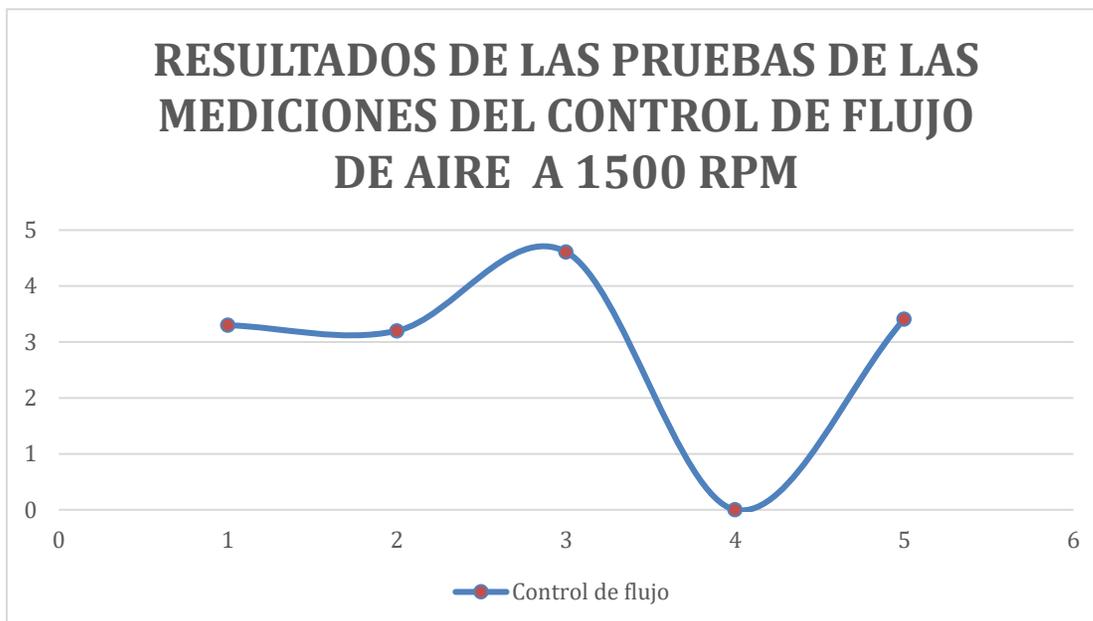
En la prueba 2 a comparación de la prueba 1 disminuyó un 0.1g/seg donde a relación de porcentaje da un resultado de 9.37%

En la prueba 3 existe un incremento de 4.61 g/seg a relación con los 2.9 g/seg de que indica en la ficha técnica y es equivalente al 37.09% del resultado a comparar. En prueba 4 no se obtuvo resultado alguno por que el vehículo no pudo compensar la mezcla estequiométrica y no pudo mantenerse en las revoluciones esperadas.

En la prueba 5 existe un incremento en el porcentaje de 14.95% a comparación de lo que nos indica la ficha técnica del vehículo.

**Tabla 3.8 Resultados a 1500 revoluciones**

Magnitudes	Control de flujo de aire (g/seg)	Aumento de flujo de aire (%)
Prueba 1	3,3	12,12
Prueba 2	3,2	9,37
Prueba 3	4,61	37,09
Prueba 4	-	-
Prueba 5	3,41	14,95
Ficha técnica	2,9	



**Figura 3.16 Resultados de pruebas a 1500 rpm.**

### 3.3.3. Resultados de las tablas de medición a 2500 rpm del control del flujo de aire.

Tabla 3.9 de comparación del flujo de aire a 2500 en la prueba 1 y 5 se obtuvo un flujo de aire del 6.08 g/seg y 6.11 g/seg que es menor a lo indicado por la ficha técnica del vehículo que es de 6.20 g/ seg esto conlleva a un resultado de porcentaje negativo que es de -1.97% y 1.47% respectivamente.

En la prueba 2 se obtuvo un 2.20% de elevación teniendo una medida de 6.34 g/seg a comparación de los valores referentes a la ficha técnica.

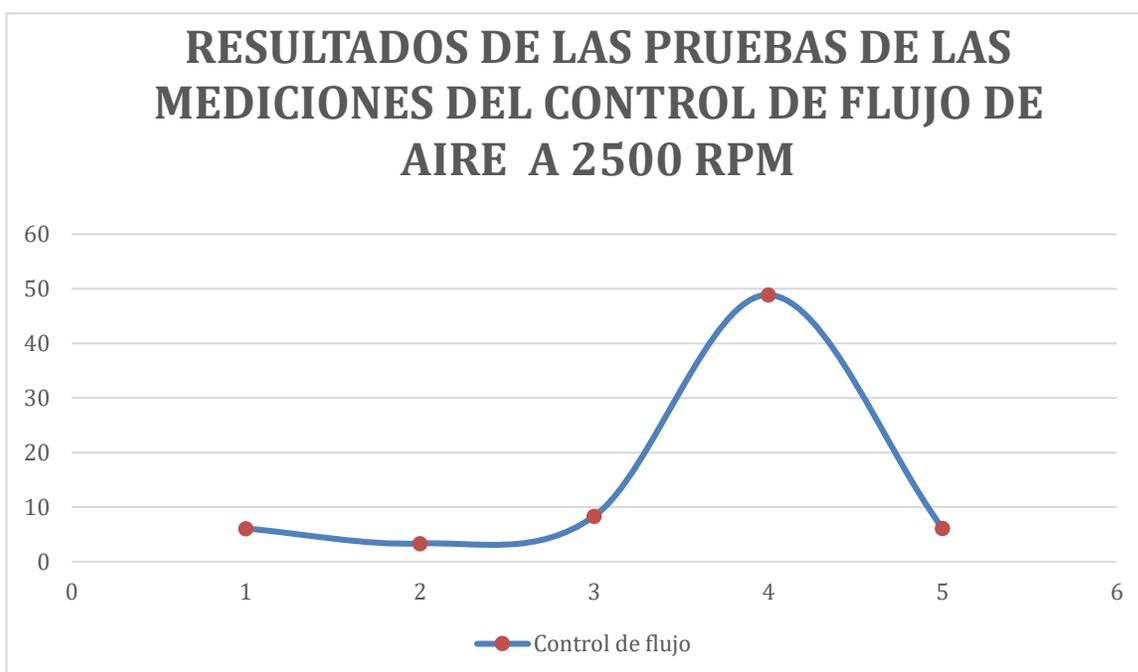
En las mediciones en la prueba 3 se tiene un incremento de 2.15 g/ al valor de referencia y esto es equivalente al 25.74%.

En la prueba 4 se obtuvo valor de 48.89 g/seg y un 87.31 % esto se debe a que el incremento del flujo del aire sobrepasa los niveles indicados por la ficha técnica.

**Tabla 3.9 Resultados a 2500 revoluciones**

Magnitudes	Control de flujo de aire (g/seg)	Aumento de flujo de aire (%)

Prueba 1	6,08	-1,97
Prueba 2	6,34	2,20
Prueba 3	8,35	25,74
Prueba 4	48,89	87,31
Prueba 5	6,11	-1,47
Ficha técnica	6,2	



**Figura 3.17 Resultados de pruebas a 2500 rpm.**

#### **3.3.4. Resultados de las tablas de medición a 3500 rpm del control del flujo de aire.**

A 3500 rpm los resultados en la tabla 3.10 muestran que los valores en la prueba 1 y 2 son iguales en flujo de aire que es de 8.9 g/seg a comparación de la ficha técnica que es de 8.3 g/seg y un porcentaje de 6.74%

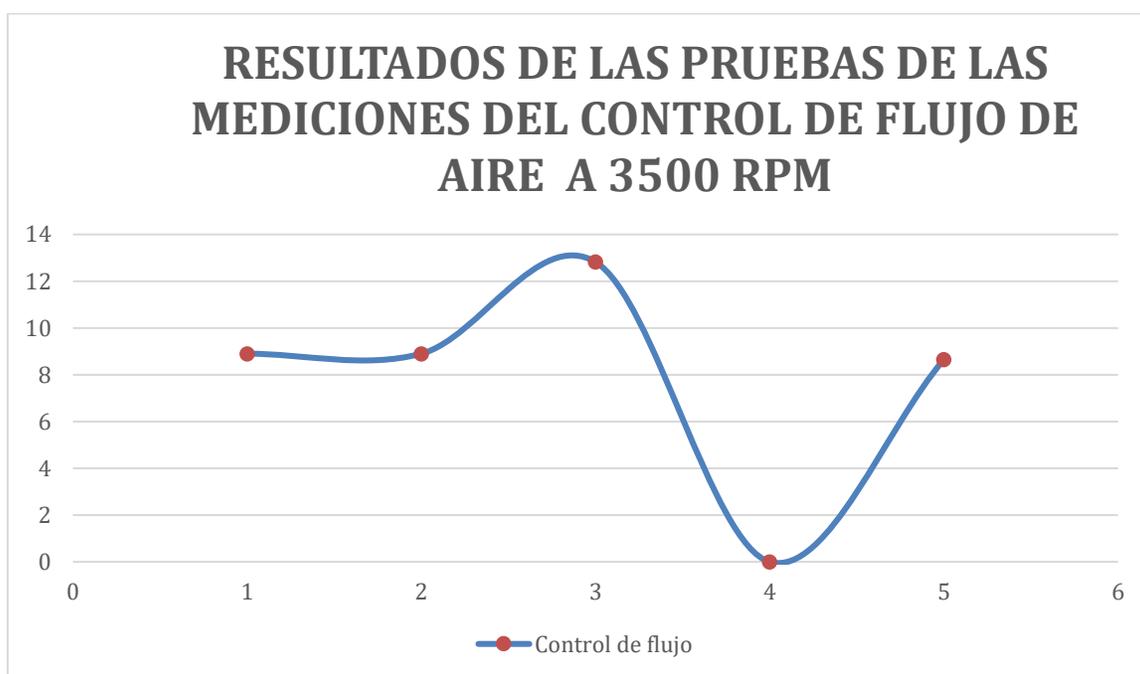
En la prueba 3 en la prueba existe un incremento aproximado de 4.35 g/seg en comparación de la ficha técnica y eso hace que su porcentaje se eleve a un 35.25 %.

En la prueba 4 no fue posible ejecutar puesto que el vehículo no pudo alcanzar las revoluciones necesarias.

En la prueba 5 existe una variación del flujo de aire de 0.35 g/seg con relación a la ficha técnica esto en porcentaje se tiene como resultado un 4.04%.

**Tabla 3.10 Resultados a 3500 revoluciones**

Magnitudes	Control de flujo de aire (g/seg)	Aumento de flujo de aire (%)
Prueba 1	8,9	6,74
Prueba 2	8,9	6,74
Prueba 3	12,82	35,25
Prueba 4	-	-
Prueba 5	8,65	4,04
Ficha técnica	8,3	



**Figura 3.18 Resultados de pruebas a 3500rpm.**

### 3.4. Medición de gases

Para realizar medición de gases el vehículo debe estar en condiciones idóneas para las pruebas como que el motor este a temperatura ideal de trabajo a 90 grados centígrados y que no tenga fugas en el sistema de escape. Se efectuó la prueba utilizando el medidor de Gases del módulo de medición FSA 740 Bosch y revisión técnica vehicular se realizó la comparación con los parámetros de medición del INEN 2044 y 2033 serán para los vehículos del año 2000 en adelante en pruebas estáticas a 800 y a 2500 rpm utilizando los módulos de medición de la revisión técnica vehicular para la comparación en el módulo FSA 740 y así determinar cómo afecta las pruebas realizadas anteriormente con el flujo de aire que ingresa al motor. Para mejor entendimiento de las tablas se clasificó de igual manera por RPM teniendo en cuenta las pruebas que se detalló en el enunciado 2.4.3

#### 3.4.1. Prueba a 800 rpm

En la tabla 3.11 de los resultados a 800 rpm donde en la prueba 1 ,2,3 de gases contaminantes nos brinda los datos que los CO 0.1 , HC 43 y O2 1.3 en relación con los datos de la rtv y las normativas INEN el vehículo se Encuentra dentro de las medición que son CO <2 el HC <400 O2<7

En las pruebas 4 ya los ensayos de fallos el incremento de los gases con CO es de 9.33 es decir que tiene un incremento de 78.49 % referente a la normativa que debe ser <2 , el HC 3414 es un 107 % de elevación referente a la norma nos indica debe ser <400 y en el O2 14.35 una elevación del 51.21% está fuera de los rangos que debe ser <7 ,estos datos dados por el vehículo no se encuentra en condiciones para pasar la rtv que los gases contaminantes superan lo permitido

En la prueba 5 existe un de disminución de los gases CO con 5.57, HC 703 , O2 de 2.28 comparado con los de la prueba 4 y con los de la rtv los datos obtenidos en la prueba están fuera de los parámetros ya antes mencionados

**Tabla 3.11 Resultados a 800 rpm**

<b>Protocolo</b>							
<b>escape/gasolin</b>							
<b>Orden</b>	<b>Fecha</b> 07.06.2022 16:24:26						
<b>Ciiente</b>	<b>Empresa</b>						
Tel	Tel						
Fax	Fax						
Email	Email						
<b>Prueba: escape/gasolin</b>							
<b>escape/gasolin</b>							
<b>cilindro(s) 1</b>							
Resultado	Unidad	Min.	Máx.	Medido			
número revoluciones	1/min	----	----	800			
temperatura aceite	°C	----	----	83			
CO	%vol	----	----	0,46			
CO2	%vol	----	----	13,92			
HC	ppm vol	----	----	249			
O2	%vol	----	----	1,39			
Lambda		----	----	1,039			
NO	ppm vol	----	----	----			
<b>escape/gasolin</b>							
Parámetros	Prueba	Prueba	Prueba	Prueba	Prueba	Rtv	Inen
	1	2	3	4	5		
Revoluciones	800	800	800	800	800	800	
CO %vol.	0.1	0.46	0.02	9.33	5.57	00	<2
CO2 %vol.	13.6	13.92	14.75	6.65	10.69	13	
HC Ppm vol.	43	249	94	3414	703	27	<400
O2 %vol.	1.3	1.39	1.21	14.35	2.28	1.5	<7

**Figura 3.19 Medición gases a 800 rpm**

### 3.4.2. Pruebas a 1500 rpm

En el ensayo a 1500 rpm, como se indica en la tabla 3.12 pruebas realizadas al vehículo Vitara 1.6 al sensor MAF se puede ver los parámetros de medición en las pruebas 1, 2 se encuentran dentro de los parámetros para comparar con los de la revisión técnica vehicular y con los de la norma INEN.

La prueba 3 los resultados de los gases CO 0.35% vol, CO<sub>2</sub> 14.63% vol, HC 118 Ppmvol, O<sub>2</sub> 0.38 %vol comparando con los de la rtv tiene un incremento pero se encuentran dentro de los parámetros de la norma INEN. En la prueba 4 no se pudo obtener los datos esperados por que las revoluciones eran inestables por la cantidad de aire que ingresa al motor.

En la prueba 5 los niveles de HC Ppm vol. son de 570 en los CO de 2.04 que sobrepasan los niveles máximos permitidos por la norma INEN que debe ser menor a 400 y de menos a 2 por lo que en la prueba de gases contaminantes de RTV no pasaría.

**Tabla 3.12 Resultados a 1500 rpm**

Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	RTV	INEN
Revoluciones	1500	1500	1500	1500	1500	1500	
CO % vol.	0.66	1.16	0.35	---	2.04	0.1	<2
CO <sub>2</sub> % vol.	13.99	13.93	14.63	---	12.84	13.6	
HC Ppm vol.	294	214	118	---	570	43	<400
O <sub>2</sub> % vol.	1.02	0.71	0.38	---	0.81	1.3	<7



CO %vol.	0.63	0.78	0.25	10.41	0.78	0.1	<2
CO2 %vol.	14.26	13.93	14.94	8.22	13.96	14.1	
HC Ppm vol.	154	237	121	872	336	36	<400
O2 %vol.	0.55	0.89	0.02	0.59	0.9	1.3	<7

### escape/gasolin

#### cilindro(s) 1

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
-----------	--------	------	------	--------

Página 1 de 2

gasolina 4 tiempos / 4-cil. / ROV



número revoluciones	1/min	---	---	2530
temperatura aceite	°C	---	---	84,3
CO	%vol	---	---	0,78
CO2	%vol	---	---	13,93
HC	ppm vol	---	---	237
O2	%vol	---	---	0,89
Lambda		---	---	1,006
NO	ppm vol	---	---	---

**Figura 3.21 Medición gases a 2500 rpm**

#### 3.4.4. Prueba a 3500 rpm.

Como indica en la tabla 3.14 a 3500 en las pruebas 1, 2 ,3 y 5 los gases contaminantes como son CO%vol,CO2 %vol., HC Ppm vol,O2 %vol. se encuentra dentro de los parámetros establecidos por las normativa INEN y en la RTV.

En la prueba 4 no fue posible ya que el vehículo no logro compensar las revoluciones porque existía una irregularidad en la mezcla y hacía que el automotor sea inestable. A su vez se notó que existía un incremento en los O2 en los ensayos realizados en la empresa de revisión técnica vehicular porque el vehículo se encontraba que tenía micro fugas.

**Tabla 3.14 Resultados a 3500 rpm**

Parámetros	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	RTV	INEN
Revoluciones	3500	3500	3500	3500	3500	3500	
CO % vol.	0.62	0.49	0.15	---	1.05	00	<2
CO2 % vol.	14.32	14.52	15.1	---	14.18	13	
HC Ppm vol.	131	145	78	---	204	27	<400
O2 % vol.	0.46	0.43	0.01	---	0.57	1.5	<7

**Protocolo**  
**escape/gasolin**



**Orden** **Fecha** 07.06.2022 16:24:26

**Cliente** **Empresa**

Tel  
Fax  
Email

Tel  
Fax  
Email

**escape/gasolin**

**cilindro(s) 1**

Resultado	Unidad	Mín.	Máx.	Medido
número revoluciones	1/min	---	---	3530
temperatura aceite	°C	---	---	86.4
CO	%vol	---	---	0.49
CO2	%vol	---	---	14.52
HC	ppm vol	---	---	145
O2	%vol	---	---	0,43
Lambda		---	---	0,998
NO	ppm vol	---	---	---

**Figura 3.22 Medición de gases a 3500 rpm.**

En la tabla 3.15 se presentan los datos de las pruebas 1, 4 y 5 donde se tomó como referencia los gases más relevantes que son los CO y HC para llegar a compararlos entre sí. Se tomará la norma INEN 2203 que indica los gases CO debe ser <2 y HC < 400.

A 800 rpm los valores más sobresalientes fueron en las pruebas 4 y 5 donde el CO llego a ser de 9.33 y 5.57 % vol mientras en las mismas pruebas los niveles de HC son de 3414 y 703 Ppm respectivamente. A 2500 rpm los CO cambian a 10.41 % vol. y los HC en 872 Ppm, al momento de realizar la prueba 4 a 1500 y 3500 rpm existieron resultados negativos ya que no se pudo realizar la medición.

En la prueba 5 a 800 rpm el CO alcanzo los 5.57 % vol mientras en HC fueron de 703 Ppm, a 1500 el CO llegó a ser de 2.04% vol y en cuanto a los HC resultaron de 570 Ppm que fueron muy superiores a norma INEN que se basa esta investigación.

Al momento de realizar la prueba 5 a 2500 y 3500 rpm se obtuvo como resultado que se encuentra a nivel de los parámetros de referencia, así como los resultados tomados en la prueba 1 a las RPM tratadas en la investigación, debido a que le sensor MAF no presenta obstrucciones obteniendo como resultado que los datos de la tabla no sobrepasan los números presentados en las normativas de RTV.

**Tabla 3.15 Gases más relevantes para comparación**

GASES	800 rpm			1500 rpm			2500 rpm			3500 rpm			RTV
	Prueba 1	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 1	Prueba 4	Prueba 5	
CO %vol.	0.1	9.33	5.57	0.66	--	2.04	0.63	10.41	0.78	0.62	---	1.05	<2
HC Ppm vol	43	3414	703	294	--	570	154	872	336	131	---	204	<400

## CAPITULO IV

### 4. Conclusiones y recomendaciones.

#### 4.1. Conclusiones

Las mediciones en el sensor MAF y al comparar con los datos del fabricante existieron variaciones tanto en el voltaje como en el flujo de aire al momento que se realizó las pruebas 3 y 4 cuando se efectuó el ensayo a 2500 rpm el voltaje aumentó un 17.39% y el 44.11 % donde llegó a tener un valor de 2.3 V y de 3.4 V respectivamente. El flujo de aire incrementó en la prueba 3 un 25.74 % que es el 8.35 g/seg y en la prueba 4 el aumento fue de 87.31% que tiene un valor de 48.89g/seg, mientras a 3500 rpm en la prueba 3 el voltaje se mantuvo en los rangos permitidos y existió un incremento del 35.25% que tiene un valor de 12.82 g/seg de flujo de aire en comparación de los datos de la ficha técnica del vehículo que indica que el voltaje es de 2.5 V y el flujo de aire tiene un valor de 8.3 g/seg .

El sensor MAF en la prueba de obstrucción al 50% a diferentes revoluciones los valores obtenidos a 800 rpm con un voltaje elevado de 2.1 V a comparación de 1.6 V que es el valor referente en la ficha técnica. En el control de flujo de aire existe un aumento a 800 rpm del 71.58 % a relación de la ficha técnica. En cuanto a los ensayos a 1500 y 3500 rpm los valores no pudieron ser medidos ya que el motor no pudo estabilizarse y esto no permitió realizar la prueba.

Al momento de realizar las pruebas de flujo de aire con el instrumento de medición como es el anemómetro se concluyó que existen variaciones considerables en la prueba 3, a comparación de la prueba 1. Los valores más relevantes en la prueba 3 el aumento de flujo aire es del 14 % a 800 rpm, mientras que a 1500 rpm la variación del flujo de aire es de 7.92% en relación con la prueba 1. En la prueba 3 a 2500rpm se tiene un incremento de 72.85%, de flujo de aire a comparación con las de los ensayos realizados a 1500rpm estos se debe que la prueba se realizó sin filtro de aire y existe un mayor ingreso de flujo de aire al ducto de la admisión hasta llegar al sensor MAF. En los resultados finales del control del flujo de aire se concluyó que las pruebas realizadas a 2500 y 3500 rpm tienen una elevación del flujo de aire de 60% a comparación de los ensayos realizados 800 y 1500rpm.

Al momento de someter al vehículo a la prueba de medición de gases con filtro limpio, sucio y sin filtro a 800 y 2500 rpm que son las revoluciones donde en la revisión técnica vehicular se realiza la prueba de gases estos valores arrojados son permisibles al comprar con los datos obtenidos que indican que el automotor puede pasar la prueba de RTV ya que el nivel de CO %vol. debe ser menor a 2 y HC debe estar por debajo de 400 en estas pruebas a las revoluciones sometidas cumple perfectamente. Mientras con la prueba 4 los gases más elevados son CO con 9.33 % vol. y HC con 3414 Ppm y en la prueba 5 los gases arrojan valores de CO con 5.57 %vol. y HC de 703Ppm, son niveles que tienen un incremento del 107% y 26.82% respectivamente en relación del ensayo realizado a 800rpm. En la prueba 5 a 2500rpm los niveles de CO y HC cumplen los rangos permisibles que indica la norma INEN y la RTV, en cuanto a la prueba 4 los niveles de CO es de 10.41 % vol. y HC son de 872 Ppm debido a la falta de aire que ingresa y una excesiva cantidad de combustible lo que produce que no haya una mezcla estequiométrica.

#### **4.2. Recomendaciones**

Para futuras investigaciones con el módulo de medición Bosch FSA 740 se recomienda que, se realice pruebas comparando un filtro de aire original con un filtro alternativo y un filtro de alto flujo para observar en los datos que se obtendrán los cambios que puede tener en el flujo de aire que ingresa al sensor.

Para obtener datos más precisos de flujo real de aire es recomendable que se realice la toma de valores con el instrumento de medición de flujo de aire anemómetro antes del sensor MAF y luego realizar la prueba después del sensor para llegar a comparar los resultados y realizar un análisis del mismo.

Se recomienda realizar una comparación de gases de escape con un combustible de mayor octanaje y con el combustible que se realizó la prueba utilizando aditivos, para obtener los datos y realizar las comparaciones necesarias con la pruebas realizadas en el proyecto de investigación, y con los resultados verificar si con este cambio de combustible altera o no las pruebas de gases que se realizó en la revisión técnica vehicular

## Bibliografía

1. Alfonso, D. S., & Caste, J. U. (2020). *repositorio de la universidad cooperativa de colombia*. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28308/4/2020\\_Sensor\\_maf\\_vehiculos.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28308/4/2020_Sensor_maf_vehiculos.pdf)
2. Aranda , M., & Reverte, J. (2017). *ria.utn.edu.ar*. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/2714/Sistemas%20de%20admisi%c3%b3n%20y%20escape.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Bosch, R. (2018). *Sistemas de inyeccion electronica*. Recuperado el 07 de Julio de 2021, de [http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59963.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf)
4. Bosch, R. (2020-2021). *boschaftermarket*. Obtenido de <https://www.boschaftermarket.com/es/es/>
5. *boschaftermarket*. (2021). Obtenido de <https://www.com/es/es/equipos-y-diagnosis/analisis/analisis-de-sistemas-del-veh%C3%ADculo/fsa-740-sin-kts-560/>
6. *conevyt*. (2017). Obtenido de [http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/sensor7.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/sensor7.pdf)
7. Daanvir Karan Dhir. (2018,). *Thermo-mechanical performance of automotive disc brakes, Volume 5, Issue 1, Part 1,*.
8. *encendidoelectronico*. (2022). Obtenido de <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-maf-flujo-masa-aire/sensores-maf-parte-4/>
9. García León, Ricardo Andrés, & Acosta Pérez, María Angélica . (2015). *Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión. Tecnura,*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257040047005>

10. García, F. V. (Marzo de 2014). *bibing.us.es*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5333/fichero/PFC+Fernando+Vi%C3%B1uelas+Garc%C3%ADa.pdf>
11. GmbH, R. B. (2017). *Manual de la Técnica del automóvil*. Alemania: STAR group.
12. Herrera Burgos, D., & Cabrera Jaramillo, A. (2016). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1732/1/T-UIDE-1284.pdf>
13. Jara Gallegos, E. F. (11 de Noviembre de 2011). *dspace.espocho.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.espocho.edu.ec/handle/123456789/1337>
14. LOAYZA, W. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN DISCO DE FRENO ORIGINAL FRENTE A UN ALTERNO PARA UN VEHÍCULO CHEVROLET AVEO MEDIANTE SIMULACIÓN Y PRUEBAS EXPERIMENTALES*. ESPOCH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
15. Marco, W. (2020). *repositorio.ucv.edu.pe*. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58753/Wills\\_LLMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58753/Wills_LLMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
16. *Materiales de laboratorio*. (2022). Obtenido de <https://materialeslaboratorio.com/anemometro/>
17. Mayorga Sánchez, R. A., & Solís Ponce, C. A. (2017). *dspace.ups*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14736/1/UPS-GT002000.pdf>
18. MEDINA, L. J. (Agosto de 2017). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2273/1/T-UIDE-149.pdf>
19. Milanés, V. O. (2009). *ilanés, V., Onieva, E., Pérez, J., Control de Velocidad basado en Lógica Borrosa para Entornos Urbanos Congestionados*. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 6(4), 61–68. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(09\)70109-8](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(09)70109-8)
20. Monroy, C., Siachoque, C., Durán, I., & Marulanda Guerra, A. (18 de 08 de 2020). *revistas.udistrital.edu.co*. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/16220/16101>
21. MORENO, E. J. (Enero de 2017). <http://repositorio.ute.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14081>

22. *MTE-Thomson*. (2022). Obtenido de <https://mte-thomson.com/es/noticias/sensor-maf-mass-air-flow-pelicula-caliente-hot-film/>
23. Oñate Quezada, D. S., & Frías Jinez, J. J. (2019). Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13566>
24. Pezantes, J. A. (18 de Mayo de 2017). *repositorio.usfq*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7261/1/137908.pdf>
25. RamiroLuis, G. V. (2013). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/662>
26. Ricardo, W., & Toro, V. (2012). *ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS DE UN DISCO DE FRENO CON SISTEMA DE MORDAZA*. Escuela politécnica nacional.
27. Risepro®. (2022). *amazon.com*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Anem%C3%B3metro-velocidad-Temperatura-Term%C3%B3metro-HT-81/dp/B01GC4UJWV#customerReviews>
28. Riva, G., Perricone, G., & Wahlström. (2019). *An FEA approach to simulate disc brake wear and airborne particle emissions*. *Tribology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2019.05.035>
29. Salud, O. M. (02 de 05 de 2018). *www.who.int*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
30. Salud., O. M. (2018). *Accidentes de tránsito*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
31. Salvat Editores, S. ( 1981). *Cómo funciona*. Salvat Editores, S.A.
32. Secretaria Nacional de planificación. (2021-2025). *observatorioplanificacion.cepal.org*. Obtenido de [https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado\\_compressed.pdf](https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado_compressed.pdf)
33. *shop.boschecuador.com*. (2022). Obtenido de [https://shop.boschecuador.com/app.php/noticias/ver/kts\\_590\\_diagnostico\\_de\\_unidades\\_de\\_control\\_con\\_esitronic](https://shop.boschecuador.com/app.php/noticias/ver/kts_590_diagnostico_de_unidades_de_control_con_esitronic)

34. technology, p. (2020). *www.picoauto.com*. Obtenido de <https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/pruebas-de-sensores-maf-digitales-con-salidas-de-frecuencia/>
35. Torres Salamea, H., & Paidá Puente, M. L. (2007). Obtenido de <http://dSPACE.uazuay.edu.ec/handle/datos/204>
  
36. Bosch Automotive Service Solutions Inc. (2022). *Multímetro profesional | Diagnóstico Bosch*. <https://cdr.boschdiagnostics.com/diy/products/professional-multimeter>
37. Cevallos Farinango Wilmer Saúl, & Cevallos Yandún Jonathan Andrés. (2015). *Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4899/1/05%20FECYT%202449%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
38. *CÓDIGO P0100 (todas las marcas) | Síntomas y Soluciones*. (2022). <https://codigosdtc.com/p0100/>
39. De, T., Para, G., Obtención, L. A., De, D. T., Ramiro, L., & Viteri, G. (2011). *UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR Facultad de Ingeniería Automotriz Estudio para la construcción y adaptación de un SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA UN MOTOR VOLVO B21*.
40. *Funciones De Medición Del Osciloscopio; Funciones Y Especificaciones Del Osciloscopio; Generador De Señales; Fuente De Alimentación - Bosch FSA 740 Instrucciones E Manejo [Página 50] | ManualsLib*. (2021). <https://www.manualslib.es/manual/373472/Bosch-Fsa-740.html?page=50#manual>
41. Márius Sabaté Cañabate. (2020). *ECU para motores de combustión interna de baja cilindrada*. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9676/03\\_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9676/03_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
42. *Mecánica Fácil*. Retrieved May 9, 2022, from [http://www.mecanicafacil.info/revisar\\_el\\_sensor\\_maf.html](http://www.mecanicafacil.info/revisar_el_sensor_maf.html)

43. MONTAGUANO GUATO JORGE ERNESTO. (2019). “IMPLEMENTACIÓN DE UN *TABLERO DIDACTICO PARA EL SISTEMA DE ADMISIÓN VARIABLE CON VÁLVULA REGULADORA DE TURBULENCIA (VSA) PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.*”  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3543/1/65T00137.pdf>
44. *Scanner Automotriz G Scan lo mejor de lo mejor en un solo equipo.* (2022).  
<https://www.soloparamecanicos.com/scanner-automotriz-gscan/>
45. *Sensor de flujo de masa de aire (Mass Air Flow Sensor: MAF Sensor) del Kia Sportage.* (2021). <https://www.autodaewoospark.com/sensor-flujo-masa-aire-kia-sportage-mass-air-flow-sensor-MAFS.php>
46. *Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica e dimensiones.* (2022).  
<https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Suzuki/5900/Suzuki-Vitara-16-16v.html>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 OBSTRUCCIÓN DEL SENSOR AL 30%**

## ANEXO 2 MEDICIÓN DEL SENSOR CON FILTRO SUCIO



**ANEXO 3 MEDICIÓN DE GASES EN LA EMPRESA DE REVISION TÉCNICA  
VEHICULAR**

