



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE TORQUE Y POTENCIA CON LA VARIACIÓN DE COMBUSTIBLES MEDIANTE EL USO DE UNA VÁLVULA ECOLÓGICA MARCLÁIS, EN DISTINTOS VEHICULOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA UTILIZANDO UN DINAMÓMETRO DE RODILLO.”**

**Trabajo de Integración Curricular:**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES:**

**CHRISTIAN JAMIL FLORES GAVILANES**

**ALEX JAVIER SISLEMA MARTINEZ**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE TORQUE Y POTENCIA CON LA VARIACIÓN DE COMBUSTIBLES MEDIANTE EL USO DE UNA VÁLVULA ECOLÓGICA MARCLÁIS, EN DISTINTOS VEHICULOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA UTILIZANDO UN DINAMÓMETRO DE RODILLO.”**

**Trabajo de Integración Curricular:**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: CHRISTIAN JAMIL FLORES GAVILANES**

**ALEX JAVIER SISLEMA MARTINEZ**

**DIRECTOR: ING. PAUL ALEJANDRO MONTUFAR PAZ**

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Christian Jamil Flores Gavilanes & Alex Javier Sislema Martínez**

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

Nosotros, Christian Jamil Flores Gavilanes & Alex Javier Sislema Martínez, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 16 de marzo 2022



Christian Jamil Flores Gavilanes  
**180488413-6**



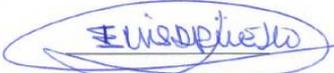
Alex Javier Sislema Martínez  
**060510522-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE TORQUE Y POTENCIA CON LA VARIACIÓN DE COMBUSTIBLES MEDIANTE EL USO DE UNA VÁLVULA ECOLÓGICA MARCLÁIS, EN DISTINTOS VEHICULOS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA UTILIZANDO UN DINAMÓMETRO DE RODILLO.**”, realizado por los señores: **CHRISTIAN JAMIL FLORES GAVILANES; ALEX JAVIER SISLEMA MARTINEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Elvis Enrique Arguello <b>DELEGADO DECANO</b>		2022-03-16
Ing. Paul Alejandro Montufar Paz <b>DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN</b>		2022-03-16
Ing. Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-16

## **DEDICATORIA**

Dedico infinitamente a mis padres Alba Gavilanes y Yamil Flores que fueron mi pilar en todo este proceso de mi vida universitaria que con su ayuda su apoyo incondicional me llevó a completar esta meta soñada, a mis hermanos Ronald y Andy a mis hermanas Anahí, Angi y Esmeralda que con su granito de arena me supieron animar, motivar y dar esas energías para poder seguir alcanzando mis logros.

A mis buenos amigos que siempre estuvieron conmigo en todo momento que no escatimaron el brindarme sus buenos deseos y sus grandes consejos, a mi amigo Andrés que lo tendré siempre presente a pesar de la circunstancia #23.

**Christian**

El presente trabajo está dedicado especialmente a mis padres, Víctor Sistema y Mariana Martínez por su enorme apoyo que apporto de gran manera a mi formación como profesional, y permitirme cumplir la meta propuesta cuando era niño, con su esfuerzo, sus consejos y su motivación me permite forjar un mejor futuro. También está dedicado a mi hermana, y personas muy cercanas que siempre confiaron en mí, quienes me apoyaron y aconsejaron en todo mi trayecto universitario. Finalmente, para mis profesores y amigos que conocí en mi hermosa carrera que considero mi segundo hogar de donde llevare los más hermosos recuerdos.

**Alex**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por darme salud y vida en toda esta etapa, darme el conocimiento necesario para pasar todas las adversidades que me suscitaron brindarme de sabiduría y entrega para emprender en mi carrera profesional, agradezco a mi familia a mis padres pues su apoyo tanto emocional como económico que sin ellos no estaría culminando con mi carrera universitaria.

Un agradecimiento profundo a mis profesores de la carrera de ingeniería automotriz de la ESPOCH por brindarme su conocimiento su motivación en cada una de las clases brindadas especialmente al Ing. Paul Montufar director del trabajo de titulación y a nuestro asesor Ing. Rodrigo Moreno, por su ayuda y más que todo tiempo brindado para impartir su experiencia para culminar el proyecto.

**Christian**

Quiero agradecer a Dios por brindarme la salud, la fortaleza y la sabiduría, para poder culminar mi carrera, agradezco a mi familia en especial a mis padres por todo el apoyo económico y moral, que todo lo logrado a sido gracias al fruto de su esfuerzo y dedicación para permitirme salir adelante personal y profesionalmente. Agradezco a los docentes de mi querida carrera por sus consejos y sus conocimientos brindados, en especial a nuestro tutor y asesor quienes nos guiaron con sus conocimientos y consejos para la realización del presente trabajo y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme crecer profesionalmente y poder servir de la mejor manera a la sociedad.

**Alex**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE ANEXOS .....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN.....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
SUMMARY .....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INTRODUCCIÓN .....	;	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

## CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEORICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Problemática .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo general.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos específicos .....</i>	<i>4</i>
<b>1.4</b>	<b>Hipótesis .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5</b>	<b>Alcances .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6</b>	<b>Esquema de diseño teórico de la investigación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.7</b>	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>6</b>
<i>1.7.1</i>	<i>Motores de combustión interna.....</i>	<i>7</i>
<i>1.7.2</i>	<i>Sistema de inyección electrónica a gasolina.....</i>	<i>7</i>
<i>1.7.3</i>	<i>Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor MAP. ....</i>	<i>9</i>
<i>1.7.4</i>	<i>Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor MAF. ....</i>	<i>10</i>
<i>1.7.5</i>	<i>Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor TPS.....</i>	<i>10</i>
<i>1.7.6</i>	<i>Sensor de Oxígeno a diferentes altitudes.....</i>	<i>11</i>
<i>1.7.7</i>	<i>Presión del Combustible a diferentes altitudes.....</i>	<i>12</i>
<i>1.7.8</i>	<i>Variación de la altitud mediante la posición de la aleta del cuerpo de aceleración. ....</i>	<i>13</i>
<i>1.7.9</i>	<i>Características de un motor.....</i>	<i>13</i>
<i>1.7.10</i>	<i>Tipos de combustible.....</i>	<i>17</i>

1.7.11	<i>Efecto de altitud en un motor de combustion interna.</i>	20
1.7.12	<i>Desempeño del motor de combustión interna a diferentes condiciones atmosféricas.</i>	22
1.7.13	<i>Efecto de deferente presión atmosférica y temperatura en el sistema de inyección electronica.</i>	23
1.7.14	<i>Efecto de la humedad atmosférica en el sistema de inyeccion electronica.</i>	25
1.7.15	<i>Composición del aire y el efecto de la altitud.</i>	27
1.7.16	<i>Efecto de la altitud en el consumo de combustible.</i>	28
1.7.17	<i>Compensador de presion atmosferico Marclais (Válvula ecológica).</i>	29
1.7.18	<i>Principio de funcionamiento.</i>	30
1.7.19	<i>Funcionabilidad de la válvula ecológica.</i>	31

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLOGICO</b>	33
2.1	<b>Método de investigación</b>	33
2.2	<b>Método científico</b>	34
2.3	<b>Metodología cuantitativa</b>	34
2.4	<b>Esquema del marco metodológico</b>	35
2.5	<b>Operación de las variables</b>	37
2.5.1	<i>Tipos de Variables</i>	37
2.6	<b>Equipos e instrumentación para la recolección de datos</b>	37
2.6.1	<i>Selección de los vehículos</i>	37
2.6.2	<i>Asesoría técnica e implementación de la válvula ecológica marclais</i>	42
2.6.3	<i>Protocolo de instalación Válvula ecológica</i>	43
2.6.4	<i>Mantenimiento visual y técnico de los tres vehículos</i>	45
2.6.5	<i>Determinación del combustible</i>	46
2.6.6	<i>Desmontaje del tanque de combustible</i>	48
2.6.7	<i>Banco de pruebas dinamométricas</i>	49
2.6.8	<i>Normativa</i>	51
2.6.9	<i>Protocolo Pruebas de potencia y torque banco de pruebas dinamométricas</i>	51
2.7	<b>TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS</b>	56
2.7.1	<i>Excel</i>	56
2.7.2	<i>Minitab</i>	56

2.7.3	<i>Método</i> .....	56
2.7.4	<i>La prueba F (igualdad de varianzas)</i> .....	58
2.7.5	<i>Diferencia mínima significativa restringida de Fisher</i> .....	59

### CAPITULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	61
3.1	<b>Resultados obtenidos banco de pruebas Potencia</b> .....	61
3.1.1	<i>Datos y promedio de Potencia del vehículo Aveo Family.</i> .....	61
3.1.2	<i>Datos y promedio de Potencia del vehículo Optra Limited.</i> .....	68
3.1.3	<i>Datos y promedio de Potencia del vehículo Haval H5.</i> .....	75
3.1.4	<i>Datos y promedio de Torque del vehículo Aveo Family.</i> .....	82
3.1.5	<i>Datos y promedio de Torque del vehículo Optra Limited.</i> .....	89
3.1.6	<i>Datos y promedio de Torque del vehículo HAVAL H5.</i> .....	96
3.2	<b>Discusión de Resultados</b> .....	103
3.2.1	<i>Rendimiento de la Potencia en los vehículos AF, H5, OP.</i> .....	103
3.2.2	<i>Rendimiento del Torque en los vehículos AF, H5, OP.</i> .....	106
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	111
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	112
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Pruebas con el sensor MAP.....	9
<b>Tabla 2-1:</b>	Características técnicas de la válvula ecológica. ....	31
<b>Tabla 3-1:</b>	Resultados Promedio: Prueba de Torque y Potencia.....	32
<b>Tabla 1-2:</b>	Designación de las nomenclaturas.....	37
<b>Tabla 2-2:</b>	Ventas anuales de vehículos por su respectiva marca. ....	38
<b>Tabla 3-2:</b>	Especificaciones técnicas vehículo AF.....	39
<b>Tabla 4-2:</b>	Especificaciones técnicas vehículo OP.....	40
<b>Tabla 5-2:</b>	Especificaciones técnicas vehículo H5.....	41
<b>Tabla 6-2:</b>	Ficha técnica de la válvula ecológica. ....	42
<b>Tabla 7-2:</b>	Visualización y mantenimientos necesarios de los vehículos. ....	46
<b>Tabla 8-2:</b>	Características específicas de producción combustible extra. ....	48
<b>Tabla 9-2:</b>	Características específicas de producción combustible Súper.....	48
<b>Tabla 10-2:</b>	Características del dinamómetro del taller Redin Racing.....	50
<b>Tabla 11-2:</b>	Comparaciones de las distintas gráficas. ....	57
<b>Tabla 1-3:</b>	Datos promedio obtenidos de potencia a distintas revoluciFamily. ....	63
<b>Tabla 2-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Aveo Family.....	64
<b>Tabla 3-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Aveo Family .....	65
<b>Tabla 4-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Aveo Family .....	65
<b>Tabla 5-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Aveo Family. .....	65
<b>Tabla 6-3:</b>	Datos promedio obtenidos de potencia a distintas revoluciones vehículo Optra Limited.....	70

<b>Tabla 7-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Optra Limited.	71
<b>Tabla 8-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Optra Limited.	71
<b>Tabla 9-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Optra Limited.	71
<b>Tabla 10-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Optra Limited	72
<b>Tabla 11-3:</b>	Datos promedio obtenidos de potencia a distintas revoluciones Haval H5 (H5).	77
<b>Tabla 12-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Haval. ....	78
<b>Tabla 13-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Haval .....	78
<b>Tabla 14-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Haval. ....	78
<b>Tabla 15-3:</b>	Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Haval. ....	79
<b>Tabla 16-3:</b>	Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Aveo Family. .	84
<b>Tabla 17-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Aveo Family.	85
<b>Tabla 18-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Aveo Family.	85
<b>Tabla 19-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Aveo Family.	86
<b>Tabla 20-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Aveo Family..	86
<b>Tabla 21-3:</b>	Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Optra Limited..	91
<b>Tabla 22-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Optra Limited.	92
<b>Tabla 23-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Optra Limited.	92
<b>Tabla 24-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Optra Limited.	93
<b>Tabla 25-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Optra Limited.	93
<b>Tabla 26-1:</b>	Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Haval H5.....	98
<b>Tabla 27-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Haval H5. ....	99

<b>Tabla 28-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Haval H5. ...	<b>100</b>
<b>Tabla 29-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Haval H5. ...	<b>100</b>
<b>Tabla 30-3:</b>	Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Haval H5. ...	<b>100</b>
<b>Tabla 31-3:</b>	ANOVA aplicado a los grupos experimentales de la Potencia. ....	104
<b>Tabla 32-3:</b>	Método LSD del rendimiento del Torque.....	106
<b>Tabla 33-3:</b>	ANOVA aplicado a los grupos experimentales del Torque .....	108
<b>Tabla 34-3:</b>	Método LSD del rendimiento del Torque.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Válvula Ecológica Marclais. ....	30
<b>Figura 2-1:</b>	Vista en corte de la válvula ecológica.....	30
<b>Figura 1-2:</b>	Venta de vehículos por su respectiva marca año 2017. ....	38
<b>Figura 2-2:</b>	Porcentaje de edad del parque automotor. ....	39
<b>Figura 3-2:</b>	Venta de vehículos Great Wall por sus tipos. ....	41
<b>Figura 4-2:</b>	Ubicación y perforación de la válvula ecológica marclais.....	43
<b>Figura 5-2:</b>	Instalación válvula ecológica marclais. ....	43
<b>Figura 6-2:</b>	Roscado de la entrada del acople para la válvula ecológica. ....	44
<b>Figura 7-2:</b>	Acople de manguera y abrazaderas de presión a la válvula ecológica marclais	45
<b>Figura 8-2:</b>	Porcentaje de consumo de combustibles. ....	47
<b>Figura 9-2:</b>	Desmontaje del tanque de combustible.....	49
<b>Figura 10-2:</b>	Lavado del tanque de combustible.....	49
<b>Figura 11-2:</b>	Banco de pruebas dinamométricas de rodillo Taller Automotriz Redin Racing. .....	50
<b>Figura 12-2:</b>	Colocación en el dinamómetro de las ruedas motrices. ....	52
<b>Figura 13-2:</b>	Instalación de los componentes de fijación para inmovilizar al vehículo.....	52
<b>Figura 14-2:</b>	Inmovilizadores delanteros del vehículo.....	53
<b>Figura 15-2:</b>	Sistema de apertura de gases de combustión .....	53
<b>Figura 16-2:</b>	Simulador de aire de carretera .....	54
<b>Figura 17-2:</b>	Compensador barométrico. ....	54
<b>Figura 18-2:</b>	Interfaz y simulación de las curvas torque y potencia. ....	55
<b>Figura 19-2:</b>	Simulación de las pruebas de potencia y torque. ....	56
<b>Figura 20-2:</b>	Tabla de representación del análisis ANOVA. ....	58
<b>Figura 21-2:</b>	Ecuación del cálculo de varianzas aplicada a pruebas ANOVA.....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Ancho de pulso del inyector con respecto a la altura. ....	8
<b>Gráfico 2-1:</b>	Sensor MAF con respecto a la variación de altura. ....	10
<b>Gráfico 3-1:</b>	Señal sensor TPS respecto a las revoluciones. ....	11
<b>Gráfico 4-1:</b>	Sensor de oxígeno uno con respecto a la altura. ....	12
<b>Gráfico 5-1:</b>	Sensor de oxígeno dos con respecto a la altura. ....	12
<b>Gráfico 6-1:</b>	Presión de combustible con respecto a la altura. ....	13
<b>Gráfico 7-1:</b>	Posición aleta acelerador con respecto a la variación de la altura. ....	13
<b>Gráfico 8-1:</b>	Pérdida de potencia en porcentaje en relación con la altura sobre el nivel del mar. ....	14
<b>Gráfico 9-1:</b>	Pérdida de potencia en HP en relación con la altura sobre el nivel del mar. ...	15
<b>Gráfico 10-1:</b>	Análisis de Torque y Potencia CAN. ....	16
<b>Gráfico 11-1:</b>	Gráfico comparativo del número de octanaje obtenido en el laboratorio. ....	18
<b>Gráfico 12-1:</b>	Cuadro comparativo de la potencia máxima del motor. ....	18
<b>Gráfico 13-1:</b>	Cuadro comparativo del torque máximo del motor. ....	19
<b>Gráfico 14-1:</b>	Efecto de la altitud sobre el rendimiento volumétrico y la potencia efectiva máxima de un motor de aspiración natural ....	21
<b>Gráfico 15-1:</b>	Potencia en función de la altitud para un motor de ciclo Otto con $r = 7.2:1$ . ...	21
<b>Gráfico 16-1:</b>	Potencia, Eficiencia Volumétrica y Térmica con el Incremento de la Altitud	23
<b>Gráfico 17-1:</b>	Variación de la Presión y Temperatura Atmosférica a Diferentes Altitudes. ...	25
<b>Gráfico 18-1:</b>	Fracción Molar y Densidad del Oxígeno en el Aire a Diferentes Altitudes ....	28
<b>Gráfico 19-1:</b>	Fracción Molar y Densidad del Nitrógeno en el Aire a Diferentes Altitudes. ...	28
<b>Gráfico 20-1:</b>	Consumo Especifico de combustible con el incremento de la altitud. ....	29
<b>Gráfico 21-1:</b>	Consumo específico con relación a la potencia. ....	31
<b>Gráfico 22-1:</b>	Consumo específico con relación a la potencia. ....	32
<b>Gráfico 1-2:</b>	Potencia y par motor efectivo. ....	57
<b>Gráfico 2-2:</b>	Diagrama de bigote ....	60
<b>Gráfico 3-2:</b>	Grafica de superficie ....	60
<b>Gráfico 1-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Aveo Family ....	62
<b>Gráfico 2-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Aveo Family. ....	63
<b>Gráfico 3-3:</b>	Caja y bigotes comparación de la potencia de distintas RPM vehículo Aveo Family. ....	66
<b>Gráfico 4-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Aveo Family. ....	67

<b>Gráfico 5-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Aveo Family .....	68
<b>Gráfico 6-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Optra Limite.....	69
<b>Gráfico 7-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Optra Limited.....	69
<b>Gráfico 8-3:</b>	Caja y bigotes comparación de la potencia a distintas RPM vehículo Optra Limited.....	73
<b>Gráfico 9-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Optra Limited.....	74
<b>Gráfico 10-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Optra Limited.....	75
<b>Gráfico 11-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Haval H5.....	76
<b>Gráfico 12-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Haval H5. ....	76
<b>Gráfico 13-3:</b>	Caja y bigotes comparación de la potencia a distintas RPM vehículo Haval..	80
<b>Gráfico 14-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Haval H5 .....	81
<b>Gráfico 15-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Haval H5.....	82
<b>Gráfico 16-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Aveo Family.....	83
<b>Gráfico 17-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Aveo Family.....	83
<b>Gráfico 18-3:</b>	Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Aveo Family.....	87
<b>Gráfico 19-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque Aveo Family	88
<b>Gráfico 20-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque Aveo Family. .	89
<b>Gráfico 21-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Optra Limited.....	90
<b>Gráfico 22-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Optra Limited.....	90
<b>Gráfico 23-3:</b>	Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Optra Limited.....	94
<b>Gráfico 24-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque vehículo Optra Limited.....	95
<b>Gráfico 25-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque vehículo Optra Limited.....	96
<b>Gráfico 26-3:</b>	Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Haval H5. ....	97
<b>Gráfico 27-3:</b>	Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Haval H5. ....	98
<b>Gráfico 28-3:</b>	Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Haval H5101	
<b>Gráfico 29-3:</b>	Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque Haval H5 ..	102
<b>Gráfico 30-3:</b>	Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque Haval H5.....	103

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** INTERFAZ DEL DINAMÓMETRO DE RODILLO, DATOS EN VIVO.

**ANEXO B:** DATOS EXTRAÍDOS MEDIANTE EL DINAMÓMETRO.

**ANEXO C:** TABULACIÓN DE DATOS MEDIANTE EL PROGRAMA MINITAB.

**ANEXO D:** TABULACIÓN DE DATOS MEDIANTE EL PROGRAMA STATGRAPHICS

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo comprender el funcionamiento de la válvula ecológica Marclais para disminuir los efectos negativos que produce la altura sobre el nivel del mar en el rendimiento que genera un motor de combustión interna, para ello, se compara las curvas características de torque y potencia en tres vehículos a inyección electrónica variando combustibles comerciales y utilizando la válvula ecológica Marclais. Las pruebas de torque y potencia se las realizo en un banco de pruebas dinamométrico de rodillo aplicando la norma SAE J 1349 a una altura de 2800 msnm, los datos se obtuvieron en un rango de revoluciones por minuto que empieza desde los 2600 rpm hasta los 5600 rpm y con la variación de los combustibles más comerciales de la zona centro del país siendo el combustible extra y super. Al analizar los datos obtenidos en la potencia hubo un aumento del 4% al 7% al variar de combustible extra a super, en el torque hubo un aumento del 5% al 6% al variar de combustible extra a super, al implementar la válvula ecológica Marclais no presento variaciones notables. Para la validación de los datos obtenidos se estableció un análisis comparativo mediante el método de Anova por un solo factor, llegando a la conclusión que el combustible Súper presenta un mejor comportamiento tanto en potencia como en torque y la implementación de la válvula ecológica Marclais no contribuye a un mejor rendimiento de torque y potencia, se recomienda que los vehículos de prueba deben encontrarse en buenas condiciones de tal manera que se pueda concluir sobre el efecto de la válvula ecológica Marclais.

**Palabras Claves:** <VÁLVULA ECOLÓGICA>, <MARCLAIS>, <IMPLEMENTACION>, <POTENCIA>, <TORQUE>, <COMBUSTIBLES>, <DINAMOMETRO>, <ALTITUD>, <REVOLUCIONES POR MINUTO>



## SUMMARY

This study aimed to understand the operation of the Marclais ecological valve to reduce the harmful effects of height above sea level on the performance generated by an internal combustion engine. The characteristic torque and power curves were compared in three electronic injection vehicles, varying commercial fuels and using the Marclais ecological valve. The torque and power tests were carried out on a roller dynamometric test bank applying the SAE J 1349 Standard at an altitude of 2800 meters above sea level. The data was obtained in a range of revolutions per minute that starts from 2600 rpm to 5600 rpm and with the variation of the most commercial fuels in the central zone of the country, being the extra and super fuel. When analyzing the obtained data in power, there was an increase from 4% to 7% when changing from extra to super fuel. In torque, there was an increase from 5% to 6% changing from extra to super fuel. When implementing the Marclais ecological valve, it did not present notable variations. A comparative analysis was established to validate the obtained data using the Anova method for a single factor. Concluding that the Super fuel presents a better behavior in both power and torque, and the implementation of the Marclais ecological valve does not contribute to better torque and horsepower performance. It is recommended that the test vehicles should be in good condition for the effect of the Marclais ecological valve can be concluded.

**Keywords:** <ECOLOGICAL VALVE>, <INTERNAL COMBUSTION>, <DYNAMOMETER>, <POWER>, <TORQUE>, <REVOLUTIONS PER MINUTE>



Lcda. Patricia Moyota A. Mgs.  
060361101- 3

## INTRODUCCIÓN

En vehículos de combustión interna se le denomina mezcla estequiométrica o mezcla optima, al efectivo funcionamiento que es manteniendo una relación exacta entre el combustible y el aire, al momento que los vehículos superan una altitud por encima de los 1.500 m sobre el nivel de mar estos comienzan a perder potencia, el desarrollo del motor comienza a afectar su funcionamiento, por lo que la presión del aire decrece y la calidad de oxígeno que llega a los pistones definitivamente es baja, la electrónica del vehículo por decirlo así es muy avanzada que tiene la capacidad de equilibrarse a diferentes condiciones que se presente el vehículo para lograr un mejor rendimiento, por consiguiente nuestro aporte de esta investigación plantea realizar un análisis comparativo de las curvas características que presentan el motor con la implementación de una válvula ecológica, para saber si la eficiencia de distintos vehículos mejora.

Hoy en día, después de una serie de reparaciones y trabajos en lo que la refinería dentro de nuestro país busca repotenciar la calidad de los combustibles, con la finalidad de preservar la vida útil de los componentes del vehículo para así entregar el torque y potencia con la que fueron diseñados cada uno de los vehículos, los motores de combustión interna son puestos a prueba en su desempeño de potencia y torque, teniendo en cuenta esta característica en los vehículos para determinar este desempeño los dinamómetros e instrumentos asociados son los más comunes de utilizar (Egas y Pino, 2020:p.3 ).

Debido a la normativa de emisiones actual, han provocado que la industria automotriz utilice ciertos parámetros de los vehículos para que puedan satisfacer las necesidades de la sociedad cumpliendo con sus requerimientos. Por tanto, los estándares establecidos por los entes reguladores, así como los desarrollos tecnológicos e innovadores actuales, son considerados como elementos confiables y necesarios para cumplir con estos requisitos de estándares de calidad y contaminación (García, 2017, pp.1-2). Para ello la reducción en cierta medida la pérdida de rendimiento de los motores es necesario fabricar equipos externos para compensar el nivel de altitud. Se conoce que desde la década de 1970 han aparecido prototipos de válvulas compensadoras de presión, uno de los cuales es la válvula ecológica Marclais diseñada y patentada por el ingeniero mecánico Ricardo Aldana Monroy, quien considerando estos factores que mitigaban al motor de combustión interna a una altura de 2.500 metros en la ciudad de Bogotá, creando así esta válvula que ha sufrido varias mejoras hasta el día de hoy, enfocándose en la reducción de pérdidas de potencia, consumo de combustible y contaminantes del aire.

La investigación presentara de manera textual diferentes datos recopilados de un análisis comparativo con la implementación de una válvula ecológica, y variando combustible el mismo que puede ser utilizada en motores a inyección electrónica con la finalidad de obtener datos de torque y potencia.

Para medir el torque y potencia de un motor de combustión interna alternativo (MCIA), es necesario utilizar un dinamómetro chasis que miden la potencia en las ruedas motrices de un vehículo e indican la potencia disponible para propulsarlo en marcha (Paz et al., 2018). Dentro de textos la información sobre pruebas realizadas en dinamómetros es muy generalizado, con la herramienta especial que es el dinamómetro se puede tomar datos reales y compararlos con los que indica el manual de fabricante (Gonzales, 2016, p.3).

En libros la información sobre este tipo de pruebas realizadas en el dinamómetro son de forma muy general la referencia bibliográfica es amplia utilizando el dinamómetro se nos facilita el trabajo más aún cuando tenemos el manual de taller del vehículo a la mano, así podemos comparar los diferentes datos proporcionados por el fabricante (Loor, 2016, pp.1-2). Utilizando el método científico los parámetros necesarios serán razonables, con la utilización del dinamómetro y los combustibles extra y súper comparar los datos.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO TEORICO REFERENCIAL**

#### **1.1 Problemática**

Ecuador es un país que se encuentra geográficamente atravesado por la cordillera de los Andes, lo que causa que se tenga zonas con ubicaciones altas por sobre el nivel del mar, teniendo así cuatro regiones, la Región Costa e Insular que está a nivel del mar, la región Amazónica u Oriente, y la región Sierra que se posee grandes montañas lo cual en esta región Sierra hace que sus ciudades estén a grandes alturas con respecto al nivel del mar.

El centro del país bordea los 3000 msnm, aproximadamente la ciudad de Quito alcanza los 2850 msnm, lo que ocasiona que haya menos densidad de oxígeno en el aire y la combustión no es acorde a su diseño original, lo que a su vez produce que el motor no cumpla con el rendimiento establecido por el fabricante y exista pérdida de potencia y torque en su rendimiento.

La válvula ecológica Marclais es un dispositivo utilizado para reducir los gases contaminantes, el consumo de combustible y mejoramiento de la eficiencia del motor teniendo una mezcla más eficiente en todo tipo de vehículos que se encuentren circulando sobre los 1500 msnm.

En Ecuador no existe una verificación y/o validación de la eficiencia del dispositivo debido a que es un producto poco comercializado y desconocido para el parque automotor ecuatoriano.

#### **1.2 Justificación**

El propósito del estudio es el análisis comparativo de los resultados sobre torque y potencia con el uso de una válvula ecológica Marclais, en tres vehículos de inyección electrónica que se mencionaran más adelante. Cuando se habla de torque y la potencia de un motor, se deben considerar cuestiones fundamentales que entran en juego en el momento en que se recolectan estos datos, ya que son varios los factores. En este proyecto nos enfocaremos en la medición de torque y potencia mediante el uso de la válvula mencionada anteriormente y mediante el uso de diferentes tipos de combustible como gasolina EXTRA y SUPER existentes a nivel nacional y que se encuentran diferenciados por varios parámetros como son: el octanaje, la altitud que será

analizado, por ellos lo que nos dará una pauta de combustible y un análisis de la altitud de la región a tratar sobre el aumento o pérdida de torque y potencia con la válvula y con la variante de combustible. En la región interandina de Ecuador, la altitud es de 1800 a 6286 metros, los vehículos que circulan en esta área suelen tener un bajo rendimiento mecánico en el motor debido al impacto significativo en la densidad del aire. Los diferentes propietarios de vehículos que circulan en esta área buscan un mejor rendimiento mecánico del motor utilizando diferentes métodos para suministrar la misma proporción de combustible al vehículo, mediante la implementación de la válvula se busca lograr que los motores de combustión interna tengan un mejor desempeño mecánico, sin alterar su regular funcionamiento ni la electrónica que poseen los vehículos.

Se conoce que el uso de la válvula ecológica marclais no existe una validación contundente dentro del país al no tener ningún estudio de si tiene o no un gran beneficio para los motores de combustión interna con inyección electrónica, por lo que nuestro aporte en esta investigación va a ser una consideración del uso de esta válvula, y demostrar que esta válvula proporcionaría un rendimiento más óptimo en los diferentes vehículos propuestos para que así el usuario considere el uso de dicha válvula.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Comparar las curvas características de torque y potencia para la interpretación del comportamiento presente en vehículos a inyección electrónica con diferentes combustibles comerciales en el centro del país utilizando la válvula ecológica Marclais.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Investigar fundamentos teóricos sobre el principio de funcionamiento de la válvula ecológica Marclais, mediante el uso de fuentes bibliográficas confiables, para garantizar una correcta recopilación de información.
- Realizar una correcta instalación de la válvula ecológica marclais en el sistema de admisión en tres diferentes vehículos a inyección electrónica.
- Realizar las pruebas de torque y potencia en tres distintos vehículos a inyección electrónica con y sin la válvula marclais y variando los combustibles Extra y Súper.

- Establecer un análisis comparativo respecto a las curvas de torque y potencia que generen los vehículos, con la utilización de un dinamómetro de rodillos.

#### **1.4 Hipótesis**

(H0). La válvula ecológica Marclais no tiene la capacidad de aumentar el Torque y la Potencia en un banco de pruebas dinamométrico de rodillo con combustible extra y súper.

(H1). La válvula ecológica Marclais tiene la capacidad de aumentar el Torque y la Potencia en un banco de pruebas dinamométrico de rodillo con combustible extra y súper.

#### **1.5 Alcances**

La presente investigación busca validar la eficiencia que puede llegar a tener la válvula ecológica marclais en condiciones de altura para el rendimiento del motor a inyección electrónica, por lo que se pretende llegar a:

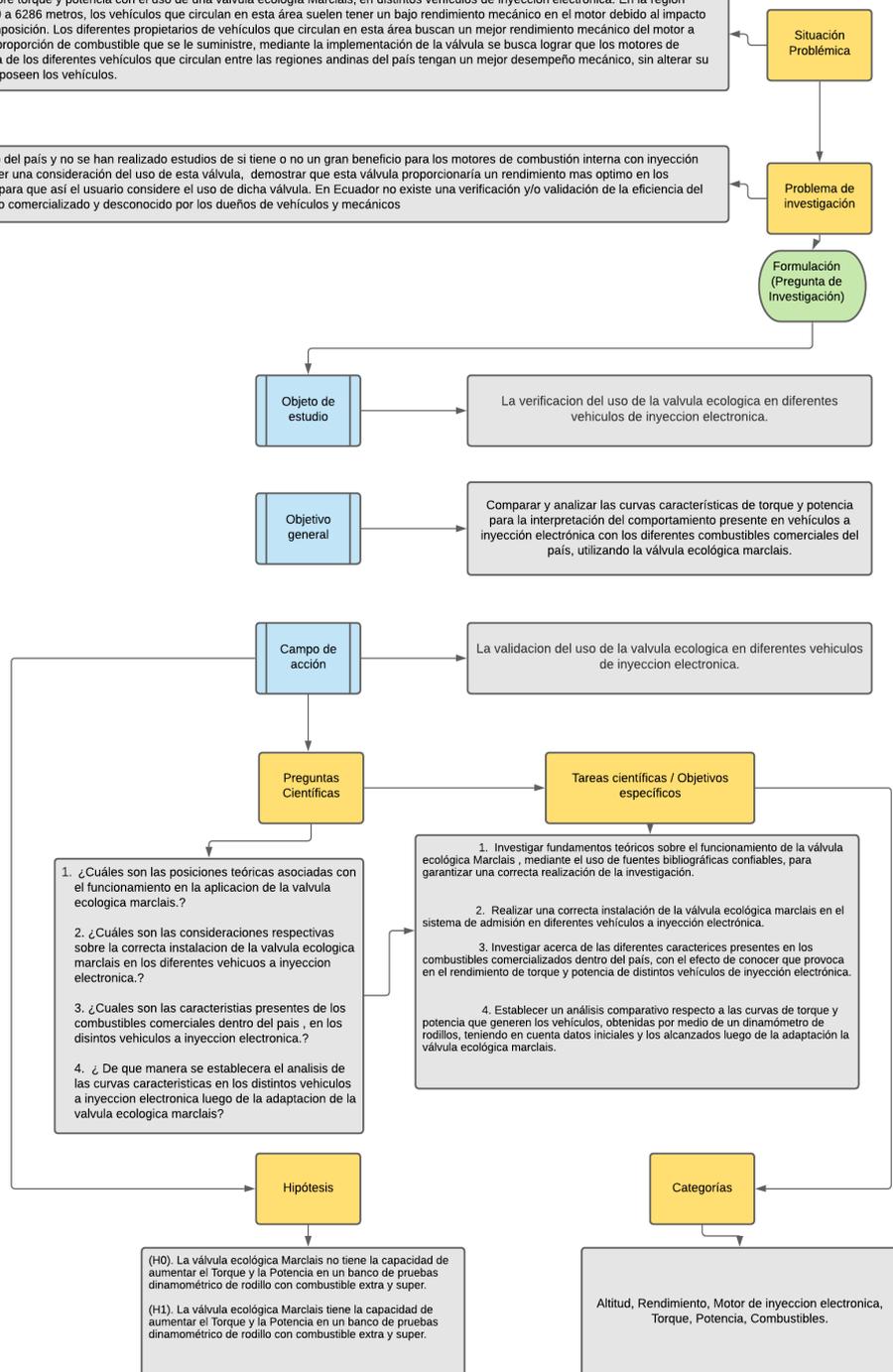
- Conocer el principio de funcionamiento que realiza la válvula ecológica Marclais con una investigación bibliográfica.
- Analizar las características técnicas que presentan los diferentes combustibles comercializados dentro del centro del país (EXTRA y SUPER), para conocer acerca del rendimiento que provocan al motor.
- Obtener datos de Torque con un banco de pruebas dinamométrico de rodillo.
- Obtener datos de Potencia con un banco de pruebas dinamométrico de rodillo.
- Determinar la eficiencia de la válvula a través de un análisis comparativo de torque y potencia.
- Determinar mediante un análisis comparativo la eficiencia del torque y potencia que presentaría con el uso de la válvula ecológica marclais variando los combustibles (Extra y Super) de los tres diferentes vehículos de combustión interna con sistema de inyección electrónica (Chevrolet Aveo Family 1.5 año 2015, Chevrolet Optra Limited 1.8 año 2008, Great Wall Haval H5 2.0 Año 2012).

#### **1.6 Esquema de diseño teórico de la investigación**

## 1.7 ESTADO DEL ARTE

El análisis comparativo de los resultados sobre torque y potencia con el uso de una válvula ecológica Marclais, en distintos vehículos de inyección electrónica. En la región interandina de Ecuador, la altitud es de 1800 a 6286 metros, los vehículos que circulan en esta área suelen tener un bajo rendimiento mecánico en el motor debido al impacto significativo en la densidad del aire y su composición. Los diferentes propietarios de vehículos que circulan en esta área buscan un mejor rendimiento mecánico del motor a través de diferentes métodos con la misma proporción de combustible que se le suministra, mediante la implementación de la válvula se busca lograr que los motores de combustión interna con inyección electrónica de los diferentes vehículos que circulan entre las regiones andinas del país tengan un mejor desempeño mecánico, sin alterar su regular funcionamiento ni la electrónica que poseen los vehículos.

No existe una validación contundente dentro del país y no se han realizado estudios de si tiene o no un gran beneficio para los motores de combustión interna con inyección electrónica, por lo que nuestro aporte va a ser una consideración del uso de esta válvula, demostrar que esta válvula proporcionaría un rendimiento mas óptimo en los diferentes vehículos a inyección electrónica para que así el usuario considere el uso de dicha válvula. En Ecuador no existe una verificación y/o validación de la eficiencia del dispositivo debido a que es un producto poco comercializado y desconocido por los dueños de vehículos y mecánicos



### ***1.7.1 Motores de combustión interna.***

El motor de combustión interna es una máquina termodinámica, cuya estructura consta de partes fijas y móviles, que convierte la energía química de un combustible en energía mecánica, que generalmente está disponible en un eje de salida giratorio (Introducción a la ingeniería automotriz, 2010, p.67). La energía química del combustible se convierte primero en energía térmica a través de la combustión u oxidación con el aire en el motor, esta energía térmica aumenta la temperatura y la presión de los gases en el motor y el gas a alta presión se expande contra la mecánica del motor, esta expansión es causada por el motor, las conexiones mecánicas del motor se convierten en un cigüeñal giratorio que es la potencia del motor (Pulkrabek, 1997, pp.1-3).

### ***1.7.2 Sistema de inyección electrónica a gasolina.***

La necesidad de formar una mezcla que suministre adecuadamente incluso al cilindro más desfavorecido generalmente obliga a que el combustible se dosifique demasiado. El resultado es un consumo excesivo de combustible y una carga desigual de los cilindros (Gerschler et al., 2006; citados en Cabezas y Moyano, 2016). Uno de los objetivos del cambio a la inyección electrónica de combustible es mejorar el rendimiento del motor y reducir las emisiones contaminantes de la combustión gracias a los diferentes sistemas de control (Parada y Villalba, 2016, p.3).

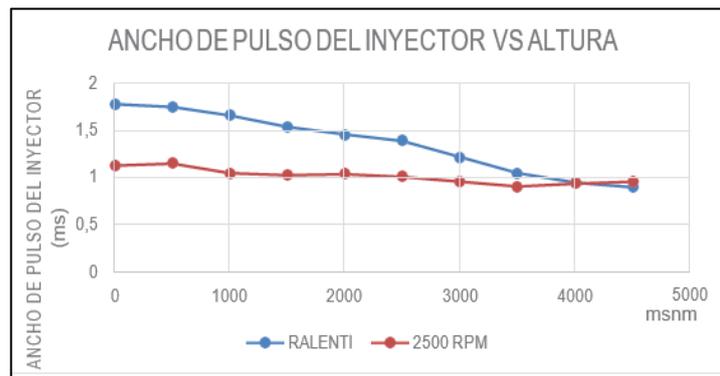
En comparación con los sistemas de carburador estos sistemas proporcionan una mejor calidad de mezcla y un mejor control de la relación aire-combustible incluidas todas las condiciones de funcionamiento del motor. La presión de inyección de combustible en la cámara de combustión es mayor que la presión del aire, por lo tanto, el tamaño de las gotas es menor que con los sistemas de carburador, pulveriza mejor todos los sistemas de inyección de tipo electrónico para controlar la presión de inyección y de tipo electrónico para calcular la cantidad de combustible de acuerdo con los requisitos del motor (Payri y Desantes, 2011, p.471).

#### ***1.7.2.1 Inyección directa alternando la altitud.***

La presión de inyección indica que, en las mismas condiciones debido a la variación de altura, las partículas más pequeñas se producen a mayor altura debido al aumento de presión, que en el modo homogéneo corresponde a 11846 KPa, que en promedio es 47,22% superior a la Presión en una de las alturas de menor presión. La variación de la altitud en relación con el nivel del mar en el mismo estado aumenta la presión de inyección, el tiempo de inyección y el caudal inyectado, con

los valores más altos a 3500 con un valor de 11420 KPa y a 4000 m que se producen de forma homogénea. Los diversos sensores y actuadores cambian de forma variable, como la presión de inyección, el tiempo de inyección, el flujo de inyección, el punto de encendido, el volumen y el caudal de admisión de aire, la relación aire-combustible, la apertura y el cierre de la válvula, lo que influye directamente en las emisiones contaminantes, economía de combustible y salida de par y potencia. Se ha establecido a través de experimentos que la mezcla estratificada no ocurre bajo las condiciones de prueba dinámica, la mezcla homogénea pobre ocurre a diferentes altitudes con la excepción de 4000 y 3500 metros sobre el nivel del mar, donde se crea el modo homogéneo que es esencialmente creado la carga que cambia debido al aumento de altitud en relación con el nivel del mar (Leguisamo et al., 2018: p.54).

Se puede establecer una relación inversamente proporcional cuando la altitud varía con respecto al nivel del mar, es decir, cuanto mayor es la altitud, menor es la amplitud del pulso. Por lo que existe una desviación con anchos de banda mayores en inactivo que en la prueba a 2500 rpm, que se debe a la falta de carga. En el gráfico 1-1 muestra que en el modo estratificado el ancho de pulso es mayor que en el modo homogéneo pobre para mantener las características de cada una de las mezclas (Leguisamo, 2016, p.101).



**Gráfico 1-1.** Ancho de pulso del inyector con respecto a la altura.  
Fuente: (Leguisamo, 2016)

### 1.7.2.2 Inyección indirecta alternando la altitud.

La inyección electrónica tiene tal influencia que incluso la válvula de mariposa es electrónica para su control de forma independiente. Esto define una carga de motor requerida independientemente de su apertura del acelerador. Los estudios han demostrado que el uso de aceleradores electrónicos reduce el comportamiento de aceleración, pero el comportamiento del motor se ve favorecido por una mejor dosificación de la entrada de aire. Como resultado se obtiene un comportamiento del motor más estable, más lineal y un mejor desarrollo del motor, aunque pierde algo de capacidad

de respuesta. Es importante considerar estas contribuciones del sistema de inyección indirecta y del motor ya que indican el comportamiento del motor independientemente de su estado de funcionamiento. En otras palabras, el comportamiento lineal dentro de un gráfico de par y potencia tiene la misma respuesta o variable de pendiente ya sea al nivel del mar o en condiciones de altitud (Galarraga, 2020, pp.46-47).

### *1.7.2.3 Inyección electrónica alternando la altitud.*

Gracias a los avances tecnológicos en los sistemas de inyección electrónica la pérdida de potencia en un motor moderno es realmente imperceptible y no se deben realizar cambios mecánicos en el sistema para lograr el máximo rendimiento de un vehículo, ya que el control electrónico se hace cargo de la ejecución. Estas correcciones evitan las pérdidas mencionadas que se compensan con un mayor consumo de combustible en terrenos altos y un menor consumo en las ciudades a nivel del mar. La presión atmosférica en las distintas ciudades del Ecuador donde se realizaron las pruebas afecta el desempeño de los vehículos. Sin embargo, el control electrónico ayuda a estabilizar estas diferencias de altitud sobre el nivel del mar creando una diferencia de alrededor del 26% en el consumo de combustible entre las ciudades de la sierra y la región costera, lo que otorga a los sistemas de inyección electrónica una autonomía propia (Peñañiel y Reinoso, 2019: p.137).

### *1.7.3 Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor MAP.*

El sensor MAP recibe información sobre cambios en la presión atmosférica y envía una señal al control electrónico para que este pueda controlar el tiempo de inyección, porque cuanto mayor sea la altura en la que se encuentra menor será la presión atmosférica y menor será el pulso de inyección que está representado por el cambio en la presión atmosférica. Por lo tanto, a 65 (kPa) de presión atmosférica, referido a la ciudad de La Paz, se obtiene un tiempo de pulso de pulso de 3.6 (ms). A 95 (kPa) perteneciente a Lima el pulso de inyección es de 0.5 9 (ms), lo que significa que el pulso inyectado disminuye cuando el nivel del mar es bajo. Al variar el potenciómetro los cambios de voltaje la ECU interpreta la señal de voltaje como presión y cualquier cambio en la señal de voltaje significa que la presión está cambiando, simulando fluctuaciones de presión de aire de 65 a 95 (kPa) para las ciudades de Lima, Bogotá, Quito y La Paz como se muestra en la Tabla 1-1 (Herrera y Cabrera, 2016: pp.8-9).

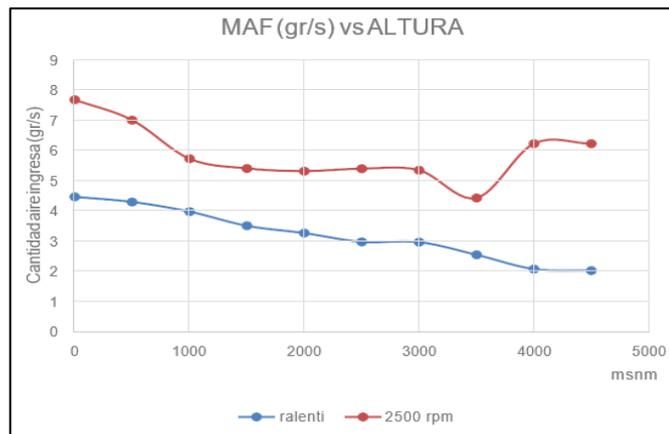
#### **Tabla 1-1:** Pruebas con el sensor MAP

Altura (m)	Presión Atmosférica (kPa)	Pulso inyección	Frecuencia (Hz)
Lima	500	95	0.5
Bogotá	2600	73	2.2
Quito	2800	72	2.4
La Paz	3500	65	3.6

Fuente: (Herrera y Cabrera, 2016)

#### 1.7.4 Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor MAF.

En el ensayo estático en la curva de ralentí Grafico 2-1 se puede observar que el caudal de aire es menor en operación estratificada, mientras que a 2500 rpm en operación pobre homogénea la cantidad de aire que ingresa es mayor, con lo cual se puede determinar que la relación aire-combustible está determinada por la cantidad que inyecta. A medida que aumenta la altitud en las dos pruebas se mantiene una tendencia de reducción del flujo de aire que ingresa al motor a medida que varía la altitud con respecto al nivel del mar, a excepción de la prueba de 2500 rpm en las altitudes más altas, se observa un aumento en el flujo de aire para mantener el control de emisiones reduciendo la presión atmosférica (Leguisamo, 2016, pp.92-93).



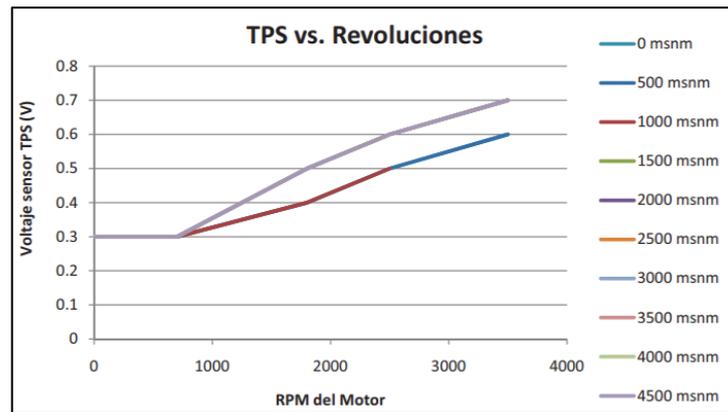
**Gráfico 2-1.** Sensor MAF con respecto a la variación de altura.

Fuente: (Leguisamo, 2016)

#### 1.7.5 Variación del aire a diferentes altitudes en el sensor TPS.

La función de este sensor, también conocido como TPS se basa en el cambio de resistencia creado por el desplazamiento de un brazo de rumbo conectado al eje del acelerador (Villarreal, 2020). La resistencia varía en función del desplazamiento del brazo del cursor, con esto es posible conocer el valor del ángulo o apertura de la válvula de mariposa, se ubica en el colector de admisión en el cuerpo de la mariposa, generalmente se adjunta a la válvula del acelerador conectada a ella por una extensión del eje de la aleta (Villarreal, 2020).

Dado que el sensor TPS mide la posición de la aleta del acelerador es lógico pensar que si aumenta la señal se debe aumentar la velocidad. En la Grafica 3-1, la señal del TPS no cambia en contacto y en ralentí hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar, pero se puede observar un fenómeno interesante desde el momento en que comienza a acelerar, desde los 1500 metros sobre el nivel del mar el voltaje del TPS aumenta porque tiene que pedir más del motor en altitudes más altas para lograr las condiciones de prueba deseadas (Martínez y Robles, 2010: p.45).



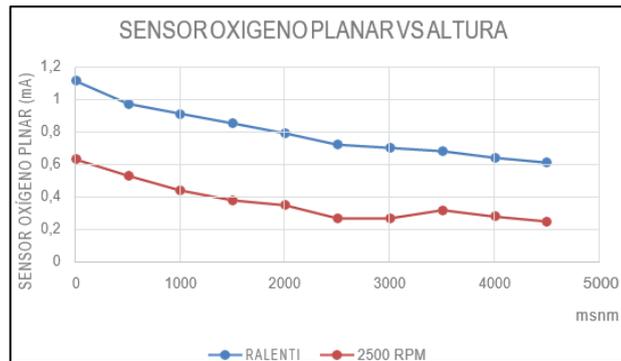
**Gráfico 3-1.** Señal sensor TPS respecto a las revoluciones.  
Fuente: (Martínez y Robles, 2010).

### 1.7.6 Sensor de Oxígeno a diferentes altitudes.

El voltaje que envía la señal de la sonda lambda aumenta de valor a medida que aumenta la altitud, el valor es de 0.54 para obtener una mezcla rica ya que es menor que 1 caso contrario cuando está presente una mezcla pobre con un valor lambda mayor que 1. El sensor de oxígeno genera una señal de voltaje correspondiente a la diferencia en la cantidad de oxígeno entre los gases de escape y el aire atmosférico, el circonio está expuesto al flujo de gas de escape. El sensor es como un interruptor para la relación de la mezcla aire-combustible, en las altitudes de Quito y Bogotá hay una diferencia de 0.19 (V), este cambio de voltaje ocurre cuando la presión atmosférica sube con la altitud en la que se encuentra a diferencia de permanecer a nivel del mar (Herrera y Cabrera, 2016: p.8).

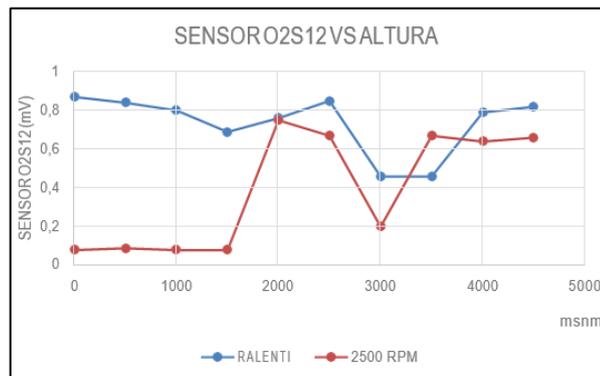
Sensor de oxígeno uno antes del catalizador, en el gráfico 4-1 la corriente de bombeo es positiva tanto en funcionamiento estratificado como homogéneo, lo que indica que se genera una mezcla pobre con diferentes proporciones combustible-aire si sabe también que hay una mayor concentración de oxígeno en el funcionamiento estratificado que en el funcionamiento homogéneo pobre. Con respecto al cambio de altitud, se puede observar que el aumento al

cambio de altitud disminuye la cantidad de oxígeno generado por la disminución de la presión atmosférica (Leguisamo, 2016, p.105).



**Gráfico 4-1.** Sensor de oxígeno uno con respecto a la altura.  
Fuente: (Leguisamo, 2016)

Sensor de oxígeno en relación con el cambio de altitud mostrada en la Grafica 5-1 se puede observar que, debido a las propiedades de la mezcla, a excepción de 2000, 2500 m hay exceso de oxígeno, 3500, 4000 y 4500 m sobre el nivel del mar, en el que tiene lugar una oxidación más fuerte de HC y CO. Si bien el HC y el CO también se convierten en el modo pobremente homogéneo, estos valores son similares a los de las altitudes en las que se registra un valor de oxígeno más bajo en el modo estratificado. La variación de altitud no muestra ninguna tendencia debido a los modos de trabajo individuales, ya que la ECU intenta mantener una reducción de las emisiones de acuerdo con los estándares de emisión establecidos (Leguisamo, 2016, p.107)

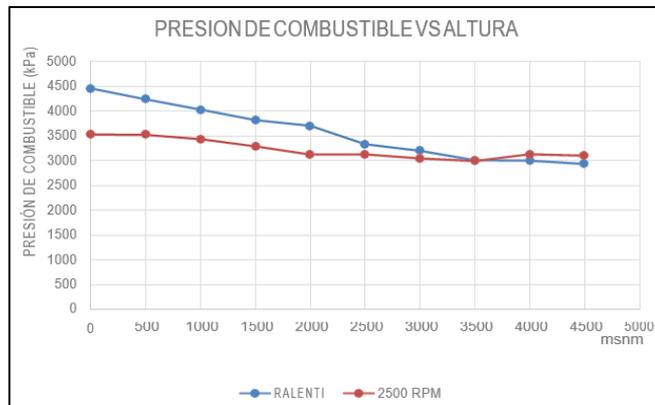


**Gráfico 5-1.** Sensor de oxígeno dos con respecto a la altura.  
Fuente: (Leguisamo, 2016)

### 1.7.7 Presión del Combustible a diferentes altitudes.

En la gráfica 6-1 la presión del combustible en el raíl en funcionamiento estratificado es mayor para todas las variaciones de altitud que en funcionamiento homogéneo pobre. La variación de altitud muestra en ambos modos de funcionamiento una tendencia a reducir la presión del

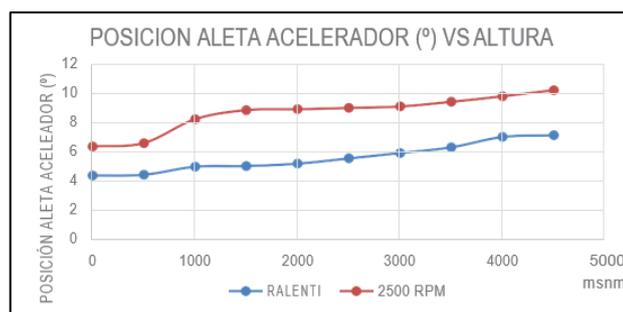
combustible en el carril debido a la reducción del oxígeno por la presión atmosférica y en ambos casos se puede determinar que desde 2500 m sobre el nivel del mar y 3500 metros sobre el nivel del mar en la presión del combustible es similar (Leguisamo, 2016, p.100).



**Gráfico 6-1.** Presión de combustible con respecto a la altura.  
Fuente: (Leguisamo, 2016)

### 1.7.8 Variación de la altitud mediante la posición de la aleta del cuerpo de aceleración.

Debemos recordar que la posición de la aleta suele ser abierta. En modo estratificado tiene valores menores entre 4, 36° a menor altitud y 7, 13° a mayor altitud, lo que indica una mayor apertura de la aleta de control, mientras que en modo pobre homogéneo los valores de 6, 59° se encuentran en 0 metros sobre el nivel del mar hasta 10, 22 ° a 4500 metros sobre el nivel del mar lo que indica una restricción en el paso del aire. La variación de altitud asume que cada 500 metros de subida en la prueba inactiva hay un rango de subida promedio de 0.27°, pero se mantiene el modo estratificado. Cuando se prueba a 2500 rpm se mantiene el modo estratificado pero el rango de pendiente cada 500 m aumenta a 0,38 ° (Leguisamo, 2016, p.94).



**Gráfico 7-1.** Posición aleta acelerador con respecto a la variación de la altura.

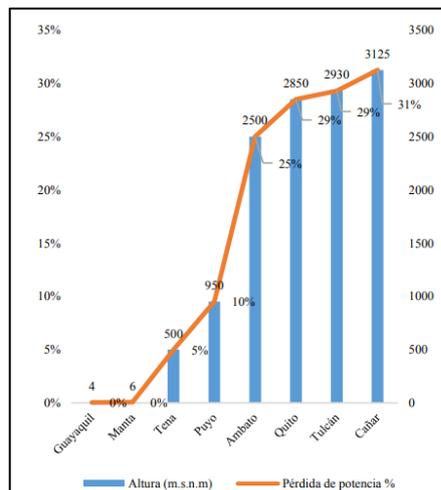
Fuente: (Leguisamo, 2016)

### 1.7.9 Características de un motor.

#### 1.7.9.1 Potencia de un motor

“La potencia expresa cuantas veces está disponible el par motor o torque en el tiempo, es decir, con qué velocidad se puede disponer del par” (Calderón, 2010: p.34). La potencia desarrollada por un motor depende de la relación de compresión y el desplazamiento, ya que valores más altos corresponden a una explosión más grande y una fuerza más alta en el pistón; También está estrechamente relacionado con el número de revoluciones por minuto que gira el motor (Castillo et al., 2017: pp. 50-51). Una vez alcanzada la potencia máxima el exceso de velocidad hace que disminuya porque el sistema de inyección de combustible tiene un límite de funcionamiento que, cuando se supera, no tiene la precisión suficiente para inyectar el combustible de manera eficiente; Además, el sistema del colector no puede abrir y cerrar las válvulas lo suficientemente rápido para que los gases de admisión y escape fluyan correctamente (Castillo et al., 2017: pp.50-51). La potencia indica qué tan rápido puede funcionar el motor, la potencia máxima es el número más alto que se obtiene al multiplicar el par del motor por la velocidad a la que se genera (Bravo y Guevara, 2017, p.10).

La variable principal para el funcionamiento y comportamiento de motores a gasolina y motores a diésel (Peñañiel y Reinoso, 2019). Luego analizó la influencia de la altitud geográfica en la potencia desarrollada por el motor y cómo esta pérdida de potencia se compensa en los motores. Existe una regla empírica para esto que establece que aproximadamente un 1% de electricidad se pierde por cada 100 m de altura. Se utiliza un gráfico para observar qué tan alto sería la pérdida de potencia en las ciudades más importantes del país, teniendo en cuenta la altura en relación con el nivel del mar según el gráfico 8-1 a continuación:

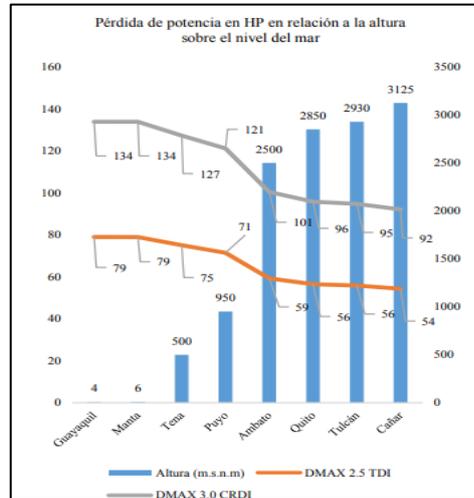


**Gráfico 8-1.** Pérdida de potencia en porcentaje en relación con la altura sobre el nivel del mar.

**Fuente:** (Peñañiel y Reinoso, 2019)

La investigación muestra cómo el rendimiento de un vehículo disminuye en función de la altitud a la que se encuentra, En la Grafica 9-1 se muestra la pérdida de potencia de dos camiones Grafico

9-1, a medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar del lugar donde se encuentra el vehículo, la potencia disminuye según el porcentaje de pérdida de potencia, esta pérdida de rendimiento se debe principalmente a la falta de oxígeno que existe en función de la altitud del país sobre el nivel del mar.



**Gráfico 9-1.** Pérdida de potencia en HP en relación con la altura sobre el nivel del mar.

Fuente: (Peñañiel y Reinoso, 2019)

#### 1.7.9.2 Par motor (Torque)

La combustión de la mezcla aire-combustible por la acción de la chispa eléctrica crea un aumento de presión y temperatura en los cilindros del motor como se menciona en el artículo (Castillo et al., 2017: pp. 50-51). Esta presión interna a su vez crea un empuje  $F$  en el pistón que lo mueve, creando el mecanismo clásico de biela-manivela de los motores de combustión interna alternativos donde el movimiento lineal del pistón en el cilindro se convierte en un cigüeñal giratorio. La fuerza que actúa sobre el pistón es proporcional a la presión media efectiva durante la carrera de expansión (Genta et al., 2014) que depende del grado de llenado de los cilindros, la relación de compresión, el desplazamiento y la eficiencia con la que se desarrolla la combustión. La fuerza generadora de par  $F$  es variable, en un motor de 4 tiempos es máxima en el momento de la fase de combustión y su posterior expansión en el cilindro, mientras que el par en las otras fases es negativo (Castillo et al., 2017: pp.50).

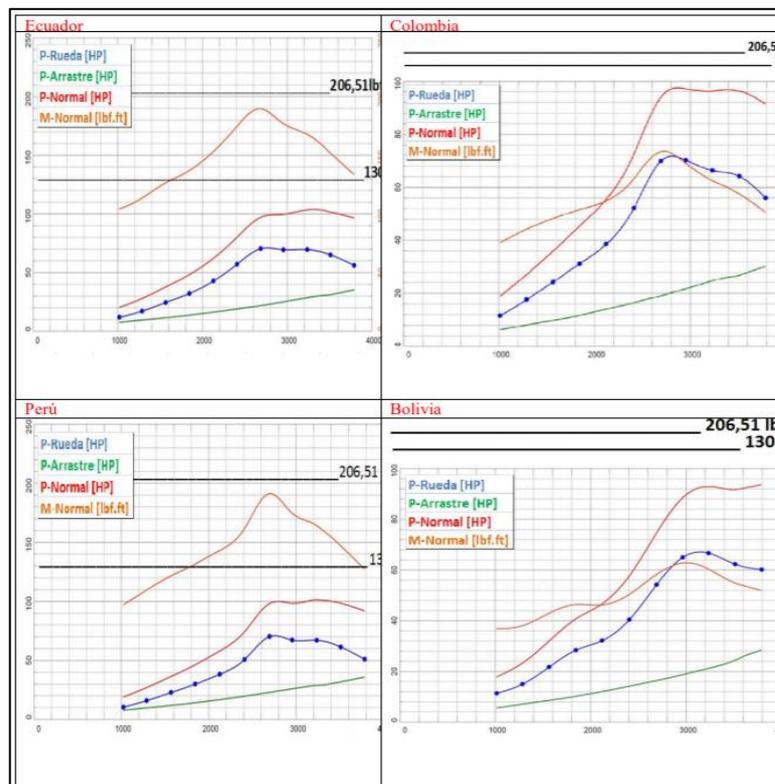
A bajas velocidades la combustión de la mezcla no es óptima debido a la baja inercia de los gases, lo que significa que el cilindro está menos lleno que lo ideal y su vaciado. Por otro lado, cuando el motor está funcionando a alta velocidad la carga del cilindro tampoco está completa ya que el gas solo tiene un tiempo limitado para ocupar todo el espacio disponible. Por tanto, los consumos

específicos óptimos se encuentran en valores cercanos a la zona de par máximo lo que aumenta el consumo del motor cuando se aleja de este rango (Genta et al., 2014).

Modificar o mejorar un motor no es una tarea fácil ni sencilla, hay diferentes niveles de complejidad y cambios que cualquiera puede hacer sin concesiones en los elementos mecánicos, pero también modificaciones que requieren no solo conocimientos sino también herramientas y equipos altamente desarrollados (Arpal, 2004).

### 1.7.9.3 Potencia y Torque de un motor.

De acuerdo con el estudio realizado por (Andrade y Beltrán, 2016: p.17), A 2.800 M.S.N.M, con las pruebas de Torque y Potencia se obtiene el comportamiento del vehículo con cada muestra, evaluando el rendimiento de cada combustible, se realizaron pruebas de neblina estática y dinámica con tres mediciones cada una para obtener un resultado promedio. En el equipo de laboratorio para corregir las variables dependientes se utilizaron factores ISO 1585 que corresponden a la norma SAE J1349. Los resultados obtenidos se muestran en el Gráfico 10-1 donde indica que se mantiene la variable dependiente, existe una diferencia en la relación par / potencia de la camioneta Chevrolet.



**Gráfico 10-1.** Análisis de Torque y Potencia CAN.

Fuente: (Andrade y Beltrán, 2016)

Se observa un mayor desempeño con el combustible ecuatoriano ya que se logra un promedio de 104,3 HP, luego el combustible de Perú con 100,1 HP, en tercer lugar Colombia con 97,13 HP y finalmente Bolivia con 96,97 HP, esto significa que el desempeño es mejor con diésel ecuatoriano, la calibración del vehículo se configura para la altitud a la que circula con mayor frecuencia, lo que mantiene bajo control las variables independientes, por ejemplo, la bomba está configurada para combustible ecuatoriano, el resultado específico es el análisis químico de muestras de diésel del CAN ideal. Sin embargo, debido a la altitud a la que se realizan las pruebas, el PS no se corresponde con la tabla especificada por el fabricante, ya que el fabricante proporciona estos datos en condiciones ideales por esta razón, los vehículos se recalibran para un rendimiento mínimo en este punto (Andrade y Beltrán, 2016: p.19).

#### ***1.7.10 Tipos de combustible***

EL combustible se define como toda sustancia o materia orgánica que al combinarse con el oxígeno es capaz de sufrir cambios produciendo una reacción de oxidación con desprendimiento de calor (Cabezas y Moyano, 2016: p.15). La solución para reducir el gas contaminante generado por fuentes móviles es mejorar el rendimiento del combustible, en la mayoría de los casos este objetivo se puede lograr sin ningún soporte técnico. En Ecuador, la mezcla de combustibles sigue siendo un mito y es imposible emitir normas técnicas sobre si la gasolina debe mezclarse y su impacto en el rendimiento de los motores de combustión interna (Guzmán et al., 2018; pp. 209-210).

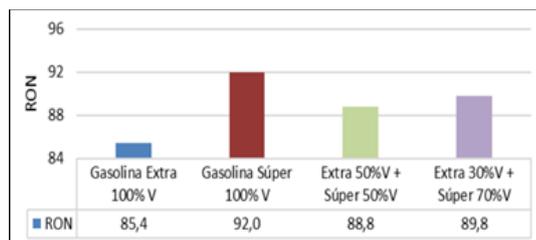
Un estudio de la mezcla de gasolina con etanol absoluto muestra que la mezcla afecta los cambios en las propiedades físicas y químicas, al igual que el valor RON. En comparación con la gasolina, el etanol tiene un índice antidetonante (IDA) más alto y la mezcla de gasolina con etanol provocará un aumento de la IDA. Los resultados de la investigación muestran que el DAI del etanol es 108 y el DAI de la gasolina regular y la gasolina extra son 81,4 y 87,7 respectivamente. El aumento del IAD de la mezcla depende de la cantidad de etanol agregado a la mezcla y del IAD de la gasolina base (Torres et al, 2002).

Sin embargo, un estudio (Becerra, 2016) analizó el comportamiento del motor de combustión interna utilizando gasolina Extra mezclada con aditivos elevadores de octanaje, el aumento de octanaje en relación con la gasolina Extra sin aditivo esta entre 0.23% (0.2 RON) y 1.28% (1.1 RON). El incremento de potencia entre 1.73% (1.40 HP) y 7.00% (6.36 HP), el aumento de torque del motor entre 1.18% (1.49 Nm) y 6.16% (7.73 Nm).

### 1.7.10.1 Combustible Extra y Súper

En Ecuador, proporcionamos tres tipos de combustibles súper, ecopaís y gasolina extra; súper tiene un octanaje de 92, mientras que ecopaís y extra tienen un octanaje de 87. La diferencia es que ecopaís se combina con cierto porcentaje de etanol para lograr el octanaje de la gasolina extra ya que reduce levemente el porcentaje de alto octanaje de la gasolina (Tapia, 2016: p. 8). El octanaje mínimo de la súper gasolina que se comercializa en el Ecuador es 92 el cual viene determinado en la norma INEN 935 desde agosto de 2014.

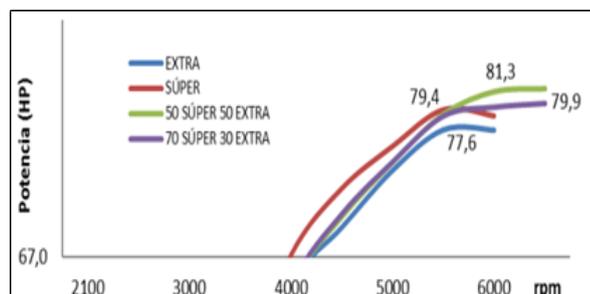
Un estudio realizado sobre el nivel de octanos presentes muestra que la gasolina Extra (Guzmán et al., 2018) tiene 1.6 octanos menos de lo dispuesto en la normativa, mientras que las mezclas de gasolina 50/50 y 70/30 que es una mezcla con la gasolina Super formaron un nuevo número de octanos con 88.8 y 89.8 respectivamente, los resultados se muestran en el siguiente gráfico 11-1, se conoce por defecto de la investigación que la gasolina Extra está a un nivel de octanaje menor a la Normas Ecuatorianas que deben ser seguidas para la producción de gasolina para los motores de ciclo Otto, esta norma incluye gasolina comercializada tanto la de producción nacional como la importada (Guzmán et al., 2018),



**Gráfico 11-1.** Gráfico comparativo del número de octanaje obtenido en el laboratorio.

Fuente: (Guzmán et al., 2018)

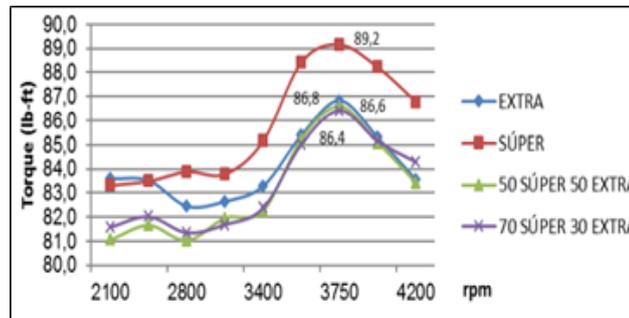
Para el estudio realizado recomiendan desarrollar la medición de la potencia del motor, el par, los Gráficos 12-1 y 13-1, se observa la curva de resultado de la potencia y el par máximos promedio de gasolina extra, 50% V súper gasolina y 50% V mezcla súper gasolina, 70% V mezcla súper gasolina y 30% V extra-gasolina obtenido por el dinamómetro (Guzmán et al., 2018).



**Gráfico 12-1.** Cuadro comparativo de la potencia máxima del motor.

Fuente: (Guzmán et al., 2018)

La mezcla de gasolina Súper 50 %V con Extra-50 %V tuvo un mayor valor de potencia máxima con 81.3 HP, la que obtuvo menor potencia fue la gasolina Súper con 77.6 HP. Durante la prueba de torque se encontró que el torque máximo del motor proviene de gasolina Super el valor máximo es 89.2 lb-ft, el torque mínimo producido por la mezcla de gasolina Super 70% V y Extra-30% V 86.4 lb -pie (Guzmán et al., 2018).



**Gráfico 13-1. Cuadro** comparativo del torque máximo del motor.  
Fuente: (Guzmán et al., 2018).

Según los parámetros las especificaciones del combustible de gasolina adicional, por lo tanto el uso de combustible de mayor octanaje puede hacer avanzar aún más la sincronización del encendido para obtener un par mayor con el mismo volumen de inyección, el par aumentado se puede utilizar para la aceleración o mejorar el ahorro de combustible (Rocha-Hoyos et al., 2018).

Por otro lado, estableceremos especificaciones de combustible súper bajo los siguientes parámetros, y determinaremos el octanaje de las ciudades de gran altura de acuerdo con la normativa inen. Teniendo en cuenta que, en la condición de mezcla rica, el tiempo de apertura del inyector se reduce. Independientemente de la temperatura ambiente, cuando la altitud aumenta, la calidad del oxígeno disminuirá (Lapuerta et al., 2006; citado en: Tipanluz et al., 2017), influyendo en la relación A/C de tal modo que el incremento de altura determina un ángulo de encendido mayor (Bosch, 2002).

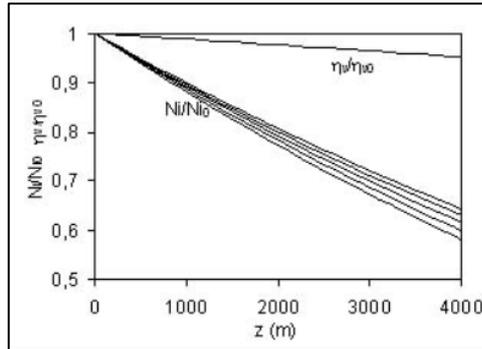
En la actualidad, es fundamentalmente un biocombustible: alcoholes, aceites vegetales y sus derivados, los alcoholes incluyen metanol y etanol, que se dividen en dos tipos: hidratados y anhidros. Se requiere etanol anhidro para mezclar con gasolina, el etanol es biodegradable y se evaporara rápidamente si es derramado (Eyidogan et al., 2010; citados en Melo et al., 2012). En las mezclas de los combustibles generalmente no existe un exacto uso para el mismo por lo que el motor de combustión no obstante no requiere modificación alguna. Sin embargo, el crecimiento de ignición real es mucho más complicado y composiciones finales pueden ser bastante disparadas, se ha testimoniado que el hábito de combustibles oxigenados en motores de ignición interna generalmente reduce las expediciones totales de hidrocarburos y monóxido de carbono (Co) en

talantes comunes de temperatura, no obstante, algunos estudios informan que la economía general puede ser estrecha (Melo et al., 2012: pp. 94-95).

### ***1.7.11 Efecto de altitud en un motor de combustion interna.***

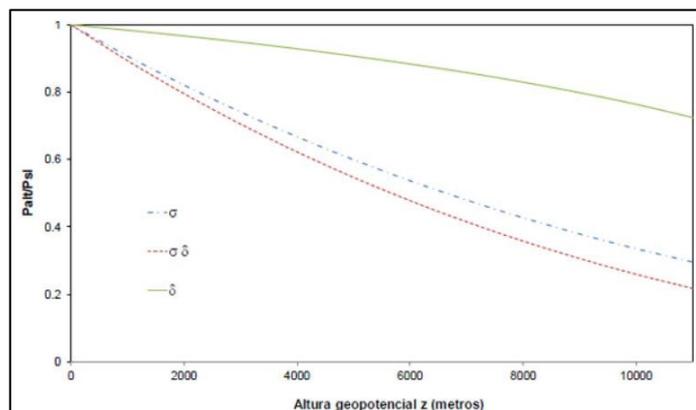
El rendimiento indicado disminuye al aumentar la altitud lo que se debe principalmente a la menor presión del cilindro durante todo el ciclo del motor, aunque también influirán otros efectos relacionados con la adición de combustible. Todo esto conducirá a una pérdida de potencia indicada, aunque la potencia de pérdida mecánica disminuye ligeramente con el aumento de altitud, esto se debe a que la pérdida de potencia de bombeo y la pérdida por fricción se reducen causada por la disminución de la contrapresión de escape y la presión del cilindro, respectivamente, esta disminución es mucho menor que la disminución de la potencia indicada, por esta razón algunos autores asumen que el cambio en la pérdida de potencia mecánica es un porcentaje constante del cambio de potencia indicado con la altura (Xiaoping et al., 1996; citados en Lapuerta et al., 2006a).

El gráfico 14-1 muestra la altitud sobre el nivel del mar,  $z$ , tiene un importante efecto sobre las condiciones en las que se encuentra el aire y sobre su composición, además de los cambios de temperatura inherentes en las diferentes capas de la atmósfera, la presión del aire disminuirá con el aumento de la altura del punto de medición, esto se debe a la reducción del peso del pilar de soporte, esta reducción se debe al hecho de que los dos están a la altura más baja del pilar y lo ocupan la menor densidad  $\rho$  del aire, más específicamente, el cambio de presión a lo largo del elemento de diferencia de altura se debe al peso del aire por unidad de sección ocupada por el elemento (Lapuerta et al., 2006a: pp.21-30). La densidad no es la única consecuencia de la altitud que afecta el desarrollo de las actividades humanas, debido a los diferentes pesos moleculares de los componentes en el aire, su composición también es diferente. En el elemento diferencial de volumen, este cambio de composición es causado por el cambio en la presión parcial de cada componente  $i$ , que es causado por la diferencia de peso con respecto a la mezcla de gases (Lapuerta et al., 2006a: pp.21-30).



**Gráfico 14-1.** Efecto de la altitud sobre el rendimiento volumétrico y la potencia efectiva máxima de un motor de aspiración natural.  
**Fuente:** (Lapuerta et al., 2006<sup>a</sup>)

La altitud reduce significativamente la potencia indicada, reduciendo así la potencia efectiva producida por el motor de aspiración natural en todo el rango de velocidades. Sin embargo, este efecto se reduce a los motores turboalimentados y esta reducción puede incluso compensarse a altas velocidades (Lapuerta et al., 2006a: pp. 21-30). Para MCIA-MEP con una potencia determinada al nivel del mar, la pérdida de potencia debido a la altitud disminuirá ligeramente cuanto mayor sea la relación de compresión (ley no lineal) (Miralles et al., 2015: pp.63-74).



**Gráfico 15-1.** Potencia en función de la altitud para un motor de ciclo Otto con  $r = 7.2:1$ .  
**Fuente:** (Miralles et al., 2015)

Un estudio realizado por (Miralles et al., 2015), se ha propuesto una serie de ecuaciones para determinar la pérdida de potencia del motor de ciclo Otto con la altitud y representan una mejora con respecto a las ecuaciones actualmente utilizadas lo que nos permite comprender mejor el comportamiento de un motor dado porque se han añadido otros factores no considerados hasta ahora, para determinar la pérdida de potencia por influencia de la altitud en un motor alternativo de combustión interna con encendido activado (MCIA-MEP) y aspiración natural, no hay diferencia entre las variables involucradas y el estándar utilizado, es decir la presión atmosférica, densidad y la temperatura implícita en las dos variables. Dado que la densidad del aire seco es

función de la presión atmosférica y la temperatura se puede decir que las variables involucradas son las dos últimas además de la presión parcial del vapor de agua en la atmósfera no estándar, se ha obtenido una expresión que, además de las variables especificadas también aumenta la relación de volumen o relación de compresión del motor. El modelo muestra que para MCIA-MEP con una potencia dada al nivel del mar, la pérdida de potencia debido a la altitud es ligeramente menor y la relación de compresión es mayor. El modelo presentado del ensayo con pequeños motores que se destinan a UAV que llegan hasta altitudes de 6000 m, arrojando resultados satisfactorios (Miralles et al., 2015: p.71),

#### ***1.7.12 Desempeño del motor de combustión interna a diferentes condiciones atmosféricas.***

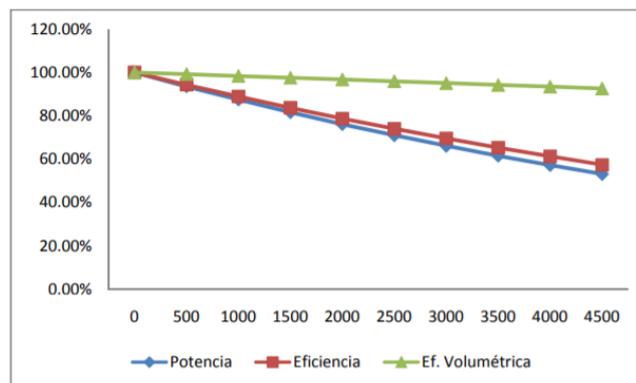
Los experimentos han demostrado que cuanto menor es la presión atmosférica menor es el par disponible, aunque por debajo de 0,7 atm, la tasa de caída del par aumenta debido a la disminución de la presión, esta relación directa se debe a que el motor puede considerarse como una bomba de volumen constante, cuando la presión disminuye la densidad del aire disminuye, por lo que su eficiencia volumétrica disminuye, por otro lado la disminución de la presión atmosférica es inversamente proporcional al consumo específico de combustible para el frenado (bajo una carga especificada), porque la mezcla aire-gasolina se vuelve más rica (con una mayor proporción de combustible) debido a la menor densidad del aire, la disminución de la presión eventualmente conduce a un mayor consumo de combustible debido a la reducción de la eficiencia mecánica (Gallego, 2014, pp.7-8).

Del mismo modo la temperatura del aire es inversamente proporcional al rendimiento y directamente proporcional al consumo específico de gasolina para el frenado esto sucede porque al igual que la presión la temperatura afecta la densidad del aire y es inversamente proporcional a la temperatura absoluta (bajo presión constante) porque sigue la ley de los gases ideales, a diferencia de la presión atmosférica, el efecto de la temperatura es pequeño, por lo que no afecta significativamente el comportamiento del motor porque el cambio es realmente imperceptible y por lo tanto no afecta su calibración (Gallego, 2014, pp.7-8).

La evaluación de los tres parámetros potencia, eficiencia y consumo de combustible calculada cuando el motor atmosférico de combustión interna está funcionando a gran altura está interrelacionada, es decir si uno de ellos se ve afectado los otros dos también se verán afectados (Bardález, 2012, pp.40-41). El motor está diseñado con ciertos parámetros para obtener el máximo trabajo a partir de la energía química del combustible, pero si estos parámetros cambian, su rendimiento disminuirá, otro factor que se ve directamente afectado es la densidad del oxígeno

en la mezcla porque es menor, además de requerir más aire por la menor densidad se debe agregar más porque hay menos oxígeno por mol de aire, la necesidad de más aire en la cámara para aumentar la eficiencia térmica se debe a dos razones: menor densidad del aire y menor fracción molar de oxígeno en el aire (Bardález, 2012, pp.40-41).

Otro factor que afecta el rendimiento del motor es la presión más baja que afecta la eficiencia térmica porque la presión en todo el ciclo térmico es menor, por lo que el pistón gana menos empuje por la explosión. La disminución de la presión también afectará el inicio de la combustión, se demora más porque el combustible necesita alcanzar suficiente presión y temperatura en la cámara de combustión para explotar, se puede decir que si la presión en el interior también es menor que la temperatura, entonces en el encendido del combustible el tiempo será más largo que el diseñado afectando la eficiencia térmica del motor gráfico 16-1, la presión también tiene consecuencias negativas en la eficiencia volumétrica del aire la capacidad de renovar el aire dentro de la cámara, porque si la presión exterior es menor el empuje que necesita el aire para entrar al pistón y desplazar los gases de escape también va a ser menor es por los valores hallados de eficiencia volumétrica son ligeramente menores a los que se tienen a nivel del mar (Bardález, 2012, p.41).



**Gráfico 16-1.** Potencia, Eficiencia Volumétrica y Térmica con el incremento de la Altitud

Fuente: (Bardález, 2012)

### 1.7.13 Efecto de diferente presión atmosférica y temperatura en el sistema de inyección electrónica.

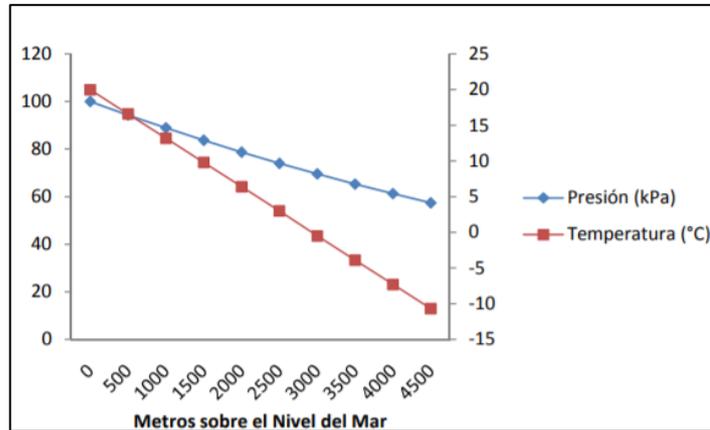
La reducción de la presión atmosférica y la temperatura afectará la densidad y composición del aire, lo que afectará el rendimiento de cualquier motor térmico. Este problema es más prominente en los motores térmicos de desplazamiento volumétrico, como los motores alternativos de combustión interna, y entre ellos, lo es aún más en los motores térmicos de aspiración natural (Lapuerta et al., 2006a: pp.21-30).

Utilizando un modelo para predecir el impacto de la presión y la temperatura ambiente en los motores diésel turboalimentados (TC). Si bien se mantuvo sin cambios la velocidad del motor, la calidad del combustible inyectado y la temperatura ambiente su potencia efectiva disminuyó en casi un 4% al pasar de 0 metros sobre el nivel del mar a 3000 metros, el efecto de la temperatura se obtiene manteniendo constantes el régimen del motor la calidad del combustible inyectado y la altitud. Cuando la temperatura ambiente bajó de 20°C a -15°C observaron que la potencia efectiva aumentaba alrededor de un 7 % la compensación de potencia proporcionada por el grupo turbocompresor se debe al aumento del dosado relativo y al aumento de la temperatura de escape, así como a la disminución de la contrapresión de escape a medida que aumenta la altitud (Xiaoping et al., 1996: p.9).

En motores de encendido provocado con circuitos de control cerrados, a medida que aumenta la altitud la disponibilidad de la atmósfera disminuye, los requisitos de medición estequiometríca obligan a la unidad de control electrónico del motor a inyectar menos combustible (Lapuerta et al., 2006a: pp.21-30). Los experimentos han demostrado que cuanto menor es la presión atmosférica, menor es el par disponible por debajo de 0,7 atm, la tasa de caída del par aumentará debido a la caída de presión, esta relación directa se debe a que el motor puede considerarse como una bomba de volumen constante cuando la presión disminuye, la densidad del aire disminuye por lo que su eficiencia volumétrica disminuye. Por otro lado, la reducción de la presión atmosférica tiene un efecto inversamente proporcional al consumo específico de combustible del freno “bajo una carga especificada” porque la mezcla aire-gasolina se vuelve más rica, la reducción de la presión conduce en última instancia a un mayor consumo de combustible debido a la reducción de la eficiencia mecánica (Gallego, 2014, pp.7-8).

La presión atmosférica es el parámetro más relevante que afecta al vehículo, el tiempo de aceleración tiene un impacto más evidente en la prueba en el rango de velocidad de 80 a 120 km/h cuando el motor produce más potencia gráfica 17-1 la diferencia promedio en el tiempo requerido para que un vehículo alcance una distancia fija de 400 y 1000 m una altitud de 827 sobre el nivel del mar es del 3% muestran que al aumentar la temperatura aumentará el tiempo de aceleración, dentro del rango de temperatura de 5 °C, la diferencia máxima y mínima en el tiempo requerido para que el vehículo alcance los 1000m es de 0.4% lo que indica que la temperatura no es un parámetro importante que afecte el desempeño del vehículo como la presión atmosférica (Soares y Sodré, 2002: p.5).

La investigación ha demostrado que a medida que aumenta la altitud la temperatura y la presión atmosférica disminuyen, dado que el aire debe soportar una columna más pequeña por encima de él, la presión atmosférica y la densidad se reducirán, por lo que la composición del aire también cambiará porque su composición tiene un peso molecular diferente como todos sabemos la temperatura del medio en la parte superior de la troposfera disminuye (Bardález, 2012, p.20).



**Gráfico 17-1.** Variación de la Presión y Temperatura Atmosférica a Diferentes Altitudes.

Fuente: (Bardález, 2012)

#### ***1.7.14 Efecto de la humedad atmosférica en el sistema de inyección electrónica.***

La humedad es inversamente proporcional a la eficiencia mecánica esto se debe a que los cambios en la humedad al mantener la temperatura constante provocarán cambios en la presión del aire, además más partículas de agua en el aire ralentizarán el proceso de combustión (Gallego, 2014, p. 8). El efecto de la humedad sobre la mejora del rendimiento de los motores de encendido por chispa (MEP) es complejo porque en realidad los cambios en la humedad afectan a cada uno de los siguientes parámetros.

- Densidad del aire de entrada.
- Relación combustible/aire.
- Eficiencia térmica indicada.
- Eficiencia volumétrica.
- Límite de detonación.

El efecto sobre la relación aire / combustible en un motor con carburador dependerá, por supuesto, del comportamiento del carburador también se sabe que el flujo de gas a través del gasificado provoca una caída de presión que depende de la densidad, el peso molecular y la relación de calor específico del gas, por supuesto la eficiencia térmica especificada con el cambio en la relación aire-combustible, pero se sabe que también está influenciada por la influencia del vapor de agua

en las propiedades termodinámicas del gas antes y después del proceso de combustión. El vapor de agua se descompone y ralentiza el proceso de combustión, y el vapor de agua aumenta su calor específico y reduce la eficiencia de la circulación del aire. Por lo que debe continuar cuando aumenta la humedad la eficiencia volumétrica se ve afectada por cambios en la velocidad del sonido causados por cambios en la humedad (Castaño, 2003, pp.38-39). La pérdida de eficiencia con el aumento de la humedad absoluta se puede reducir reajustando y avanzando el gasificado, pero debemos tener muy claro que estos reajustes no dependen del cambio de humedad, la presión media efectiva de humedad que indica puede estar relacionada con la eficiencia declarada, la pérdida de eficiencia con el aumento de la humedad absoluta se puede reducir reajustando y avanzando el gasificado pero debemos tener muy claro que estos reajustes no dependen del cambio de humedad, puede afectar la presión promedio efectiva del indicador y puede estar relacionada con la eficiencia del propio indicador (Castaño, 2003, pp.38-39).

#### *1.7.14.1 La detonación y su efecto en la humedad.*

Al establecer una tasa de avance teniendo en cuenta que la selección de esta actúa como supresor de golpes en relación con los aumentos de humedad es necesario aumentar la presión de entrada de aire en el carburador abriendo la válvula de mariposa, la válvula de cierre solo se puede abrir si no está completamente abierta cuando la humedad es baja, esta situación es generalmente frecuente en máquinas turboalimentadas de baja altitud. Sin embargo, esta solución no es posible en todos los casos cuando las máquinas no están cargadas ya que el punto antidetonante (sin traqueteo) no se puede utilizar ya que se mueve con los cambios en la humedad relativa y el ajuste de la apertura de la válvula de mariposa se ve afectado por humedad (Castaño, 2003, pp.40-41).

Dado que el índice de octano del NG es superior al de la gasolina, también ocurre que la velocidad de combustión del combustible es menor, es decir se tarda más en quemar completamente la mezcla aire-combustible este fenómeno hace necesario dar preferencia a la chispa cuando el motor de gasolina funciona con gas natural, de lo contrario nos alejaríamos del MBT3, cabe aclarar que las primeras etapas de combustión del GN son endotérmicas además, debido a que el GN tiene una estructura molecular tetraédrica, lo hace muy estable, lo que significa que se requiere una mayor energía de ignición para encenderlo, debido a estos dos elementos el tiempo de desarrollo de la llama desde el salto de chispa hasta un frente de propagación es más largo que con la gasolina, una vez creado este frente de llama su velocidad de combustión en condiciones de mezcla estequiométrica es prácticamente la misma que la gasolina (Castaño, 2003, pp.40-41).

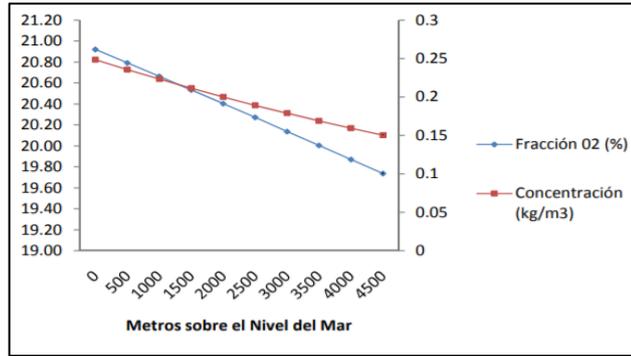
### ***1.7.15 Composición del aire y el efecto de la altitud***

Con respecto a la composición del aire, la proporción molar de oxígeno presente en el aire disminuye con la altitud ya que la masa molar del oxígeno es mayor que la del aire por otro lado, la proporción molar de nitrógeno aumenta ligeramente con la altitud ya que su masa molar es menor que la del aire (Gallego, 2014, p.12), la compensación de estos dos fenómenos minimiza la variación en el peso molecular del aire seco con el cambio de altitud en resumen, la concentración de masa de oxígeno en el aire disminuye con la altitud por dos razones:

1. Porque su fracción de masa disminuye.
2. Porque la densidad del aire disminuye con la altitud gracias a la disminución de la presión atmosférica (Gallego, 2014, p.12).

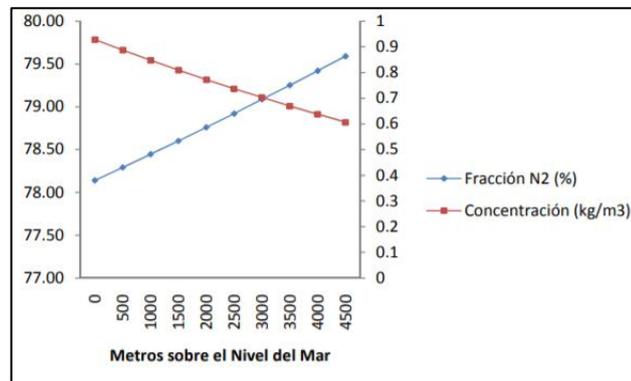
La composición del aire afecta la relación estequiométrica combustible/aire y en consecuencia las condiciones de la mezcla en la cámara de combustión necesarias por difusión predominante en los motores Diésel, estas condiciones de mezcla se pueden observar a través de parámetros como la longitud de la llama, la concentración de oxígeno en la llama o la duración de la combustión, las variaciones estimadas en el desarrollo de la combustión con altitud variable son casi insignificantes en el caso de los motores turboalimentados, la ligera reducción del tiempo de retardo se compensa con los tiempos de combustión algo más largos, la disminución de las emisiones de NO<sub>x</sub> con la altitud se debe principalmente a la disminución de la temperatura de combustión adiabática y en menor medida, las estimaciones de ambas variables y su impacto en las emisiones de NO<sub>x</sub> muestran que las fluctuaciones de temperatura por sí solas justifican las reducciones observadas (Lapuerta et al., 2006b: pp.31-41).

En el estudio de Bardález manifiesta, a 4500 metros sobre el nivel del se ha reducido de 0.248kg/m<sup>3</sup> a 0.150kg/m<sup>3</sup>, en 40% aproximadamente como en la gráfica 18-1, los sistemas de admisión de aire de los motores son volumétricos lo que significa que por cada unidad de volumen de aire que ingresa al motor hay un 40% menos de masa de aire disponible en la cámara que es menor debido a la menor cantidad de partículas de aire que reaccionan con el combustible (Bardález, 2012, pp.27-29). En la Grafica 19-1 la densidad del nitrógeno en contraste con el oxígeno disminuye en la fracción molar, los datos encontrados para la fracción molar y la densidad de los diversos componentes del aire se utilizan en este trabajo para explicar la influencia de la altitud en el MEC pero no intervienen en los cálculos de desarrollo de energía, eficiencia o consumo de combustible.



**Gráfico 18-1.** Fracción Molar y Densidad del Oxígeno en el Aire a Diferentes Altitudes

Fuente: (Bardález, 2012)



**Gráfico 19-1.** Fracción Molar y Densidad del Nitrógeno en el Aire a Diferentes Altitudes.

Fuente: (Bardález, 2012)

### 1.7.16 Efecto de la altitud en el consumo de combustible

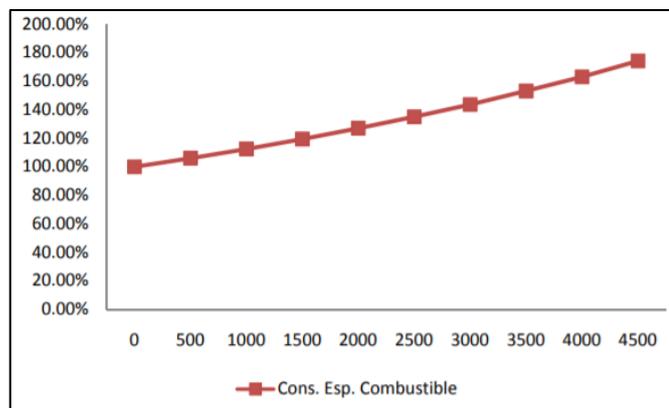
En los motores Otto la menor densidad de aire a mayores altitudes conduce teóricamente a una reducción en el consumo de combustible debido al circuito negativo más pequeño de operación del motor adecuado a la reducción de la fricción necesario de la apertura más amplia del acelerador (Zervas, 2011, p.3). El caso de los motores Diésel es menos obvio, la aerodinámica del vehículo cambia porque el aire es menos denso a mayores altitudes por esta razón, los tiempos de retraso del vehículo aumentan y también afectan el consumo de combustible (Zervas, 2011, p.3).

En la investigación la influencia de la gran altitud en el consumo de combustible, el vehículo de gasolina en tres ciclos de conducción regulados, incluso si muestra una ganancia de consumo del 3,5% a mayores altitudes, otros ciclos de conducción regulados nos muestran las mismas tendencias la ganancia de FTP es solo del 2,6% a 2200 m mientras que el ciclo de conducción en

autopista muestra la tendencia opuesta: un aumento del 6,2% en el consumo de combustible (Zervas, 2011, p.3).

Los restudio muestran que los efectos del aumento de altitud no son obvios y no siempre hay una reducción en el consumo de combustible y más trabajo es necesario aclarar los efectos de una mayor altitud por otro lado, una altitud de 700 m aumenta los tiempos de desaceleración del vehículo este aumento depende de la velocidad y puede ser de hasta un 6% a una velocidad de 120 km / h lo que conduce a una reducción del consumo de combustible en el NEDC de aproximadamente un 1,5% (Zervas, 2011, p.3).

En el estudio para el consumo específico de combustible se habían mencionado con anterioridad a medida que aumenta la altura hay una mayor necesidad de inyectar más combustible en el motor para que se pueda compensar la potencia perdida por la disminución de la eficiencia térmica. Lo que se observar en el gráfico 20-1, es el dramático aumento en el consumo de combustible ya que a 3000 metros (Cajamarca) se consume un 35% más de combustible del que se consumiría a nivel del mar (Lima), mientras que a 4500 metros (Cerro de Pasco) se necesita un 74% adicional de combustible del que se necesita a 0 metros (Bardález, 2012, p.40).



**Gráfico 20-1.** Consumo Especifico de combustible con el incremento de la altitud.

Fuente: (Bardález, 2012)

### ***1.7.17 Compensador de presion atmosferico Marclais (Válvula ecológica)***

La válvula Ecológica de Marclais está diseñada para compensar la altitud generada dentro del motor, que está construido con aluminio endurecido, acero inoxidable y materiales de espuma de poliuretano. La válvula marclais es un elemento universal que se puede instalar en cualquier automóvil independientemente de la cilindrada o del combustible que tenga, "La rapidez con que se oprima el acelerador además de los cambios en la presión atmosférica que se dan con la

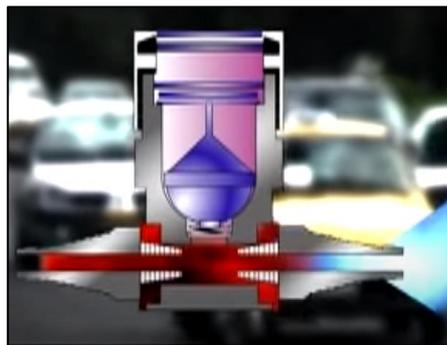
variación de altura sobre el nivel del mar, gobiernan la entrada del aire que pasa a través de la Válvula Ecológica” (Marclais, 2020).



**Figura 1-1.** Válvula Ecológica Marclais  
Fuente: (Marclais, 2020)

### ***1.7.18 Principio de funcionamiento***

La válvula ecológica Marclais tiene un pistón móvil el cual está conectado a un resorte, todo esto dentro de una carcasa de aluminio, la válvula se acciona al momento de acelerar el motor con un índice de rotación de entre 2000-4000 RPM, lo cual debido a la diferencia en presiones dentro y fuera de la válvula lo que permite que el pistón de la válvula suba, abriendo el conducto para que, entre aire, cuando deja de acelerar en ralentí, la válvula se cierra impidiendo la entrada de aire (Condo y Manzano, 2021).



**Figura 2-1.** Vista en corte de la válvula ecológica.  
Fuente: (Marclais, 2020)

#### ***1.7.18.1 Resultados de funcionamiento.***

Según (Marclais, 2020) indica que los resultados de la válvula una vez instalada poseen los siguientes beneficios detallados en la tabla 5-1 a continuación.

**Tabla 2-1:** Características técnicas de la válvula ecológica.

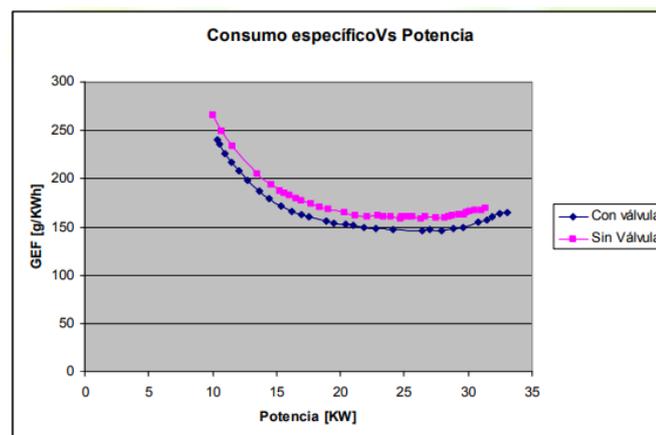
Ahorra de combustible	10% a 18% vehículos con carburador. 15% a 20% vehículos de inyección electrónica.
Recuperación de potencia	3% a 5% en el aumento de la potencia Hay que pisar menos el acelerador
Reducción de emisiones	HC Hidrocarburos 10% - 30% CO Monóxido de carbono 5% - 20% NOx Óxidos de Nitrógeno 5% - 15%
Disminuye “cascabeleo” del motor	Vehículos con sensor de oxígeno.

Realizada por: (Flores C. y Sisema A., 2021)

Fuente: Marclais, 2020

### 1.7.19 Funcionabilidad de la válvula ecológica.

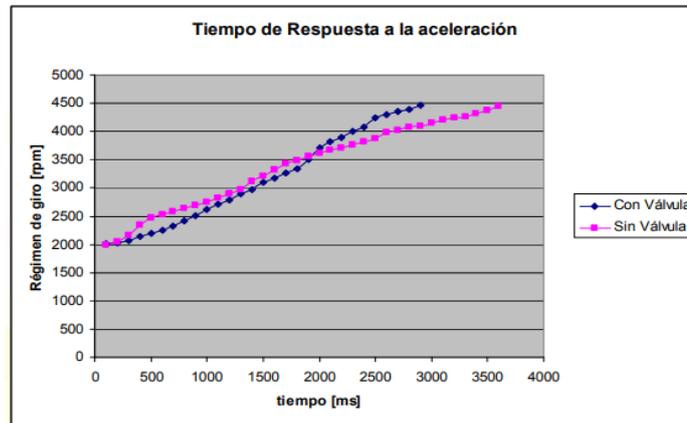
Una de las investigaciones que se llevó a cabo para determinar el funcionamiento de la válvula ecológica Marclais, “Evaluación de la Válvula Ecológica Marclais”, donde se utilizó un vehículo 1.1L Renault Twingo 16v, para lo cual se realizaron pruebas dinamométricas de potencia, emisiones contaminantes y el consumo de combustible. Los resultados muestran que la válvula no se acciona cuando está en ralentí sin tener variaciones en las medidas de emisión y en el rendimiento del motor, en el momento en que se realizó una prueba de 2000 a 4000 rpm con una aceleración controlada, la válvula entraba en drive, por lo que se observa una reducción en consumos y emisiones (Agudelo et al, 2010, pp.4-11). En la prueba dinámica que se realizó de los vehículos con una variación de 2000 a 4000 RPM a 50 N.m se obtuvo una apertura de Válvula Ecológica Marclais y por lo tanto variación en los resultados que se presentan a en la gráfica 21-1.



**Gráfico 21-1.** Consumo específico con relación a la potencia.

Fuente: (Agudelo et al., 2020)

Por otro lado, con la ayuda del dinamómetro se calcula el tiempo de respuesta del acelerador por lo que (Agudelo et al., 2020) muestra en su respectivo ensayo resultados que tendría el vehículo con la válvula ecológica y sin ella como se puede apreciar en la gráfica 22-1.



**Gráfico 22-1.** Consumo específico con relación a la potencia.  
Fuente: (Agudelo et al., 2020)

El siguiente estudio que se hace relevancia a la utilización de la válvula ecológica marclais (Narváez, 2003), la realizo en un vehículo Toyota Hilux 4x4 del año 2003 para lo cual realizaron pruebas dinamométricas, para un análisis de torque y potencia como se puede apreciar en la tabla 7-1, los datos obtenidos de dicho vehículo se expresan que en su máximo torque se da al 3800 rpm obteniendo un torque del 130,9 N con la válvula ecológica activa.

**Tabla 3-1:** Resultados Promedio: Prueba de Torque y Potencia

Condición de Motor	SISTEMA INTERNACIONAL		SISTEMA INGLES	
	Torque máximo	Potencia Máxima	Torque máximo	Potencia Máxima
Con Válvula Activa	130,9 N. M @ 3800 rpm (n = 3 datos)	57,2 KW @ 4600 rpm (n = 3 datos)	96,41 lb . pie @ 3800 rpm (n = 3 datos)	76,7 HP @ 4600 rpm (n = 3 datos)
Con Válvula Inactiva	125,1 N. M @ 3850 rpm (n = 2 datos)	53,5 KW @ 4650 rpm (n = 7 datos)	92,2 lb . pie @ 3850 rpm (n = 2 datos)	71,7 HP @ 4650 rpm (n = 7 datos)

Fuente: Narváez, 2003

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLOGICO

#### 2.1 Método de investigación

La presente investigación se ejecuta mediante un método hipotético deductivo, la Revista Digital DE Investigación En Docencia Universitaria nos indica “el modelo hipotético-deductivo se parte de premisas generales para llegar a una conclusión particular, que sería la hipótesis por falsar para contrastar su veracidad” (Sánchez, 2018, p.108). Este método es empleado corrientemente tanto en la vida cotidiana como en la investigación científica, es la selección del camino lógico para buscar la solución a los problemas que nos planteamos (Cegarra, 2012, pp.82-84). Para ello emitimos una hipótesis la cual acerca a las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con datos disponibles su veracidad. Para reforzar la fiabilidad de las teorías usadas para la busca de soluciones, se la hace mediante la convergencia de pruebas variadas e independientes ya que permite estudiar y comprobar los distintos fenómenos de modo diferente.

En la investigación se plantea dos hipótesis las cuales tenemos: (H0). La válvula ecológica Marclais no tiene la capacidad de aumentar el Torque y Potencia en un banco de pruebas dinamométrico de rodillo con combustible extra y súper y (H1). La válvula ecológica Marclais tiene la capacidad de aumentar el Torque y Potencia en un banco de pruebas dinamométrico de rodillo con combustible extra y súper.

Para la validación de cualquiera de las hipótesis planteadas se ejecutará mediante una investigación acerca del funcionamiento teórico de la válvula ecológica marclais mediante el uso de diferentes fuentes bibliográficas confiables para garantizar una correcta investigación, también se planteara una investigación acerca de una correcta instalación de la válvula ecológica marclais que se instalará en 3 diferentes vehículos de inyección electrónica, esta investigación se la debe realizar para así no comprometer los resultados de la investigación por una mala instalación, también se debe implementar una preparación del vehículo, así se tendrá el vehículo en buenas condiciones para realizar las pruebas experimentales.

## **2.2 Método científico**

El método científico se define como el camino a seguir guiado por la secuencia de reglas operaciones y procedimientos utilizados por la ciencia, la práctica o el arte para lograr ciertos resultados (Ander Egg, 2011, pág. 91). “El método científico es una metodología para obtener nuevos conocimientos, que ha caracterizado históricamente a la ciencia y que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación y la formulación, análisis y modificación de hipótesis” (Plagiario, 2020, p.9).

La presente investigación se ejecuta mediante la utilización de un método científico experimental, el estudio Métodos de Investigación de Enfoque Experimental nos dice “En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente)” (Murillo, 2011, p.5). Se propone una estrategia para evaluar el torque y la potencia de tres vehículos con inyección electrónica y la adaptación de una válvula ecológica marcaclais, con la variación de los combustibles comerciales en la región centro del país (Extra y Súper) en un dinamómetro de rodillo. Determinando las tres variables de estudio, las cuales comprenden en la implementación de la válvula ecológica marcaclais, la variación de combustibles Extra y Súper y el rango de revoluciones por minuto que empezará desde el 2800 rpm hasta el 6000 rpm con un tramo de separación de 200rpm.

Los datos se los tomará de un dinamómetro de rodillo, en las pruebas ejecutadas en el dinamómetro será la potencia en HP, y el torque en Kg.m, las pruebas son tomadas en cuatro partes, la primera prueba es realizado sin la implementación de la válvula utilizando combustible Súper con el rango de rpm descritas la segunda prueba es realizado con la implementación de la válvula utilizando combustible Súper con el rango de rpm descritas, la tercera prueba es realizado sin la implementación de la válvula utilizando combustible Extra con el rango de rpm descritas y la cuarta prueba es realizado con la implementación de la válvula utilizando combustible Extra con el rango de rpm descritas.

## **2.3 Metodología cuantitativa**

La Investigación Cuantitativa nos dice, “La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables” (Fernández y Díaz, 2002, p.1). Realizando la

toma de datos se procederá a transportar todos los datos recolectados del dinamómetro de rodillo a Excel y Statgraphics para proceder al análisis de los resultados.

Para el análisis de los datos se aplicara un control estadístico, para comparar los resultados ajustando las variaciones observadas en la variable dependiente, para esto se realizara un análisis de varianza (ANOVA) que nos permite una comparación de las medias, el estudio MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y ECONOMETRÍCOS EN LA EMPRESA Y PARA FINANZAS indica “Los modelos de ANOVA (Analysis Of Variance) son técnicas de Análisis Multivariante de dependencia, que se utilizan para analizar datos procedentes de diseños con una o más variables independientes cualitativas (medidas en escalas nominales u ordinales) y una variable dependiente cuantitativa (medida con una escala de intervalo o de razón). En este contexto las variables independientes se suelen denominar factores y la variable dependiente se conoce como respuesta” (Ordaz et al., 2010: p.2).

En la investigación se plantea la variable independiente la válvula ecológica marclais, combustible extra, combustible súper y las variables dependientes la Potencia, Torque, Potencia de la transmisión y las RPM del motor tomando en cuenta el análisis estadístico ANOVA que se describió anteriormente se pretende interpretar los resultados alcanzados para así concluir con la ejecución de las hipótesis planteadas.

## 2.4 Esquema del marco metodológico

El esquema que se muestra a continuación se puede evidenciar los diferentes procesos en otras palabras el esquema de todo lo que se va a realizar sobre la investigación antes mencionada partiendo primordialmente de cómo se generó el problema para nuestro proyecto y así poder buscar una solución definiendo las diferentes variables que conllevan a métodos y procedimientos planteados para poder validar de la hipótesis que se generadas al comienzo de la investigación, con ello llegar a los resultados que se estiman o caso contrario descartar.

Pre-procedimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación del principio de funcionamiento y ficha técnica de la válvula ecológica marclais.</li><li>• Análisis y selección de los tres diferentes vehículos para las respectivas pruebas.</li><li>• Asesoría técnica de la implementación de la válvula ecológica para los tres vehículos seleccionados.</li></ul>
-------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento visual y técnico de los tres vehículos seleccionados (Verificación de nivel de aceite del motor, Limpieza y mantenimiento de sistema de inyección y admisión)</li> <li>• Comprobación del funcionamiento de los tres vehículos al implementar la válvula ecológica.</li> <li>• Adquisición de combustibles Extra y Súper.</li> <li>• <b>Variables de entrada:</b> Válvula ecológica Marclais, Combustible Extra, Combustible Súper, para las diferentes pruebas.</li> <li>• <b>Variables de salida:</b> Pruebas dinámicas en el dinamómetro de chasis. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Potencia</li> <li>➤ Torque</li> <li>➤ RPM</li> </ul> </li> </ul>
--	---



Análisis de ensayos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección del equipo dinamométrico calibrado según la norma SAEJ1349.</li> <li>• Calibración del compensador barométrico a la altura requerida (2800 m.s.n.m)</li> <li>• Ubicación y aseguramiento de vehículo en el dinamómetro.</li> <li>• Implementación de equipos adicionales (Extractor de gases, Simulación de aire de carretera)</li> <li>• Primera prueba de calibración</li> <li>• Realizar la toma de datos con el dinamómetro de chasis</li> <li>• Adquisición de datos de cada vehículo 3 repeticiones por cada variable de entrada y de salida</li> </ul>
---------------------	---



Análisis estadístico y validación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estadístico de los datos utilizando softwares Excel</li> <li>• Utilizar la prueba estadística que se adhiera a la muestra de datos.</li> <li>• Aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas.</li> <li>• Exponer los resultados finales de las diferentes pruebas.</li> </ul>
---	--

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

## 2.5 Operación de las variables

### 2.5.1 Tipos de Variables

**Tabla 1-2:** Designación de las nomenclaturas

FACTOR	NIVELES	DESIGNACIÓN 1	DESIGNACIÓN 2
Válvula ecológica Marclais	Con válvula ecológica marclais	CVM	1
	Sin válvula ecológica marclais	SVM	-1
Combustibles	Extra	E	5
	Super	S	0

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

#### 2.5.1.1 Variables Independientes

- Válvula Ecológica Marclais
- Combustible Extra
- Combustible Súper

#### 2.5.1.2 Variables dependientes

Para las pruebas dinámicas en el dinamómetro de chasis.

- Potencia (@Hp)
- Torque (@Nm)
- RPM de motor

Para la investigación se visualizará el comportamiento de la variable dependiente tomando en cuenta mediante la implementación de la válvula ecológica marclais en el múltiple de admisión de los tres vehículos selecciones que se describirán más adelante, variando así los combustibles seleccionados (Extra y Súper) y el uso de dicha válvula ecológica en el dinamómetro de chasis.

## 2.6 Equipos e instrumentación para la recolección de datos

### 2.6.1 Selección de los vehículos

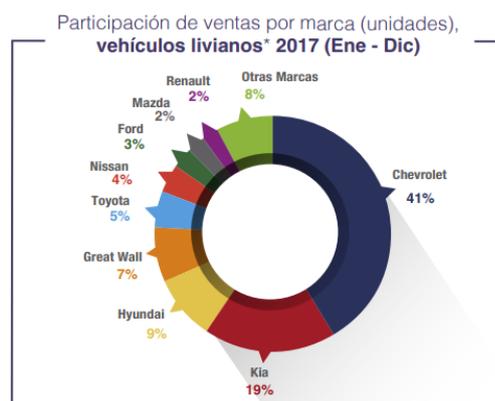
De acuerdo con los objetivos planteados es necesario la selección de los vehículos para así se pueda verificar correctamente las hipótesis planteadas realizando las distintas pruebas que se planteas con la utilización del dinamómetro de chasis. Para identificar se deben tener en cuenta varios aspectos diferentes, como el conocimiento de la cadena industrial y productiva, un conocimiento previo de la infraestructura vial actualmente disponible. En lo que respecta a los países andinos, la flota de Ecuador es relativamente pequeña, pero ha ido creciendo en los últimos años, según el “Anuario de Estadísticas de Tráfico 2018” es del 7,4% (INEC, 2019, p.7).

Según un estudio de 2017 realizado por la revista "Economía Global" el consumo de gasolina de Ecuador ocupa el quinto lugar en América del Sur con 82.000 barriles por día, debido al aumento masivo de flotas de automóviles en el país en los últimos años, esto se lo puede verificar a partir de datos obtenidos en el anuario del AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador) de los años 2014 hasta el 2018 presentas en la tabla 2-2, las cifras de automóviles de categoría livianos van variando con el paso de los años (AEADE, 2018, p.66).

**Tabla 2-2:** Ventas anuales de vehículos por su respectiva marca.

Ventas anuales de vehículos por Marca										
Marca	2014	%	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%
CHEVROLET	54,574	44,62%	40,265	49,52%	28,375	44,65%	41,104	39,12%	45,605	33,14%
KIA	12,038	10,03%	7,647	9,40%	8,486	13,35%	18,223	17,34%	23,141	15,85%
HYUNDAI	10,623	8,85%	5,678	6,98%	4,93	7,76%	9,443	8,99%	13,568	9,86%
GREAT WALL	2,16	1,80%	2,445	3,01%	2,717	4,28%	6,792	6,46%	8,38	6,09%
OTROS	19,849	16,33%	14,009	17,23%	11,127	17,51%	18,891	18%	22,674	16,24%

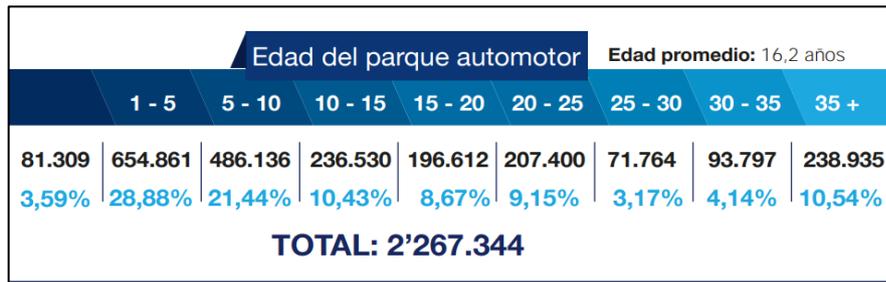
Fuente: (AEADE,2018)



**Figura 1-2.** Venta de vehículos por su respectiva marca año 2017.  
Fuente: (AEADE, 2018)

Según la AEADE (AEADE, 2018, p.9) se establece el promedio de edad con la que cuenta el parque automotor del país es de 16.1 años, la flota de automóviles particulares no es tan antigua como

parece, porque más del 50% de los automóviles tienen entre 0 a 16 años y aún tienen una buena vida útil, como se evidencia en la Figura 2-2.



**Figura 2-2.** Porcentaje de edad del parque automotor.

Fuente: (AEADE, 2018)

Por los datos expuesto anteriormente de los diferentes promedios de vida de vehículos en los últimos años con respecto a marcas, se llega a determinar que la marca Chevrolet es unas de las marcas más comerciales a nivel nacional Tabla 2-2, por lo tanto, el principal vehículo se base en dicha marca por lo cual se optó a la realización de las pruebas en el vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5 del año 2015 siendo utilizado para todas las pruebas que se requieran en la investigación.

A continuación, se visualizará los datos técnicos del primer vehículo utilizado para las pruebas requeridas de la investigación.

**Tabla 3-2:** Especificaciones técnicas vehículo AF.

	
Marca	CHEVROLET
Modelo	AVEO FAMILY
Año de fabricación	2015
Tipo	Sedan
Motor	En línea 4 cilindros
Cilindrada	1499 cm <sup>3</sup>
Combustible	Gasolina
Trasmisión	Tracción delantera, Manual
Par motor	128 N.m @ 3.000 [RPM]

Potencia	83 Hp @ 5.600 [RPM]
Relación de compresión	9,5:1

**Fuente:** (Tecno Autos, 2020)

**Realizado por:** Flores C. & Sislema A., 2021

Se determina también que basándonos en lo que respecta la marca más comercial del mercado de vehículos y basándonos también en el rango de promedio de edad que cuenta el parque automotor del país se termina realizar las pruebas respectivas de la investigación en el vehículo Chevrolet Optra 1.8 del año 2008, que a continuación se detallará los datos técnicos de dicho vehículo.

**Tabla 4-2:** Especificaciones técnicas vehículo OP.

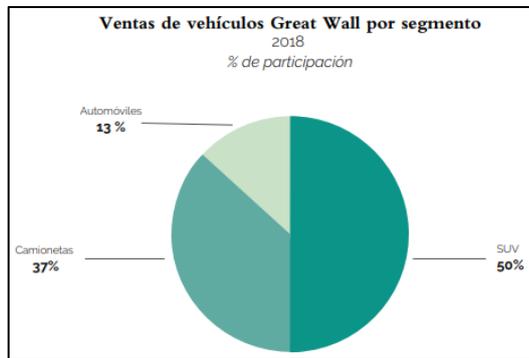
	
Marca	CHEVROLET
Modelo	OPTRA Limited
Año de fabricación	2008
Tipo	Sedan
Motor	En línea (4 cilindros)
Cilindrada	1799 cm <sup>3</sup>
Combustible	Gasolina
Trasmisión	Tracción delantera, Manual
Par motor	165 N.m @ 4000 [RPM]
Potencia	119,40 Hp @ 5800 [RPM]
Relación de compresión	9,8:1

**Fuente:** (Tecno Autos, 2020)

**Realizado por:** Flores C. & Sislema A., 2021

En base a la Figura 1-2 y en la Tabla 2-2 presente anteriormente, se conoce que la marca Great Wall es una de las 5 mejores marcas comerciales dentro del país, con sus diferentes modelos de vehículos se ha metido rápidamente en el parque automotor por lo cual sería una de los tres vehículos que se tendrá para la realización de las distintas pruebas que requieren la investigación, como se evidencia en la Figura 3-2 Great Wall en lo que es vehículos de tipo Suv son el 50% de

sus ventas en el año 2018 teniendo así esos datos el vehículo Haval H5 2.0 del año 2012 de dicha marca es el encargado para la realización de las diferente pruebas de estudio.



**Figura 3-2.** Venta de vehículos Great Wall por sus tipos.  
Fuente: (AEADE, 2018)

**Tabla 5-2:** Especificaciones técnicas vehículo H5.



Marca	GREAT WALL
Modelo	Haval H5
Año de fabricación	2012
Tipo	Suv
Motor	En línea 4 cilindros
Cilindrada	2373 cm <sup>3</sup>
Combustible	Gasolina
Trasmisión	Tracción trasera, Manual
Par motor	200 Nm @ 3.000 [RPM]
Potencia	134 Hp @ 5.200 [RPM]
Relación de compresión	10:1

Fuente: (Tecno Autos, 2020)

Realizado por: Flores C. & Sisler A., 2021

### 2.6.2 Asesoría técnica e implementación de la válvula ecológica marclais.

Para la implementación correcta de la válvula ecológica se debe tener en claro en que consiste y los diferentes parámetros que posee la válvula ecológica marclais, para ellos con una asesoría técnica en lo que respecta la válvula, la tabla 6-2 se observa las condiciones en las que la válvula ecológica marclais se presenta en otras palabras la ficha técnica específica.

**Tabla 6-2:** Ficha técnica de la válvula ecológica.

Materia prima	Aluminio estructural, Espuma de poliuretano y acero inoxidable.
Composición	Cuatro filtros de aire en malla de acero, Mesh 150 entrelazados, desenroscarles.
Mantenimiento	Lavable cada 20.000 km o antes si se transita por caminos destapados.
Caudal de aire	20 a 50 Litros/minuto. Máximo 80 Litros/ minuto.
Mecanismo rango de apertura	Controlado por muelle cónico helicoidal en acero inoxidable Entre 3 y 5 pulgadas de mercurio en vacío. Entre 3 y 5 PSI de refuerzo del turbo.
Calibración	Ajuste automático de dosificación del aire por cambios en la presión atmosférica.
Alimentación	Aplica en motores con: Inyección mono punto y multipunto secuencial. Inyección Diesel convencional y electrónica.

**Fuente:** Válvula ecológica SA, 2019

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Una vez que se conozca la ficha técnica brindada por el fabricante se procede a realizar la respectiva instalación la válvula ecológica siguiendo las medidas requeridas de modo que teniendo presente lo anteriormente mencionada la selección respectiva de los vehículos AF,OP,H5 para las pruebas requeridas de la investigación y con los datos de dicha válvula, se procede a perforar el múltiple de admisión de los vehículos para así realizar la instalación de la válvula ecológica por lo que es una de las maneras más rentables por este medio, la figura 4-2 muestra la instalación con la asesoría respectiva del fabricante en el momento que se realizó la perforación, de tal modo no tener ningún percance del mal uso o a su vez realizar una mala

instalación, una vez que se realiza la perforación se observa la ubicación e instalación de la válvula ecológica Figura 5-2.



**Figura 4-2.** Ubicación y perforación de la válvula ecológica marclais.

Realizado por: (Flores C & Sislema A, 2021)



**Figura 5-2.** Instalación válvula ecológica marclais.

Realizado por: (Flores C & Sislema A, 2021)

### **2.6.3** *Protocolo de instalación Válvula ecológica*

Mediante un protocolo descrito por el fabricante de la válvula ecológica se procede a realizar la instalación requerida en cada uno de los vehículos AF, OP, H5 mediante los siguientes pasos descritos a continuación:

- Efectuar una visualización del lugar de donde se instalará la válvula ecológica marcláis.
- Apartar cualquier elemento que interfiera con la instalación como la cubierta del motor, el purificador (depurador) de aire y otros elementos que interfieran con la instalación.
- Una vez ubicado el punto de instalación de la válvula ecológica se procede a efectuar una perforación guía con la broca 11/32 plg en el múltiple de admisión.
- Se emplea la broca cónica 1/8\*27 plg para una perforación final en el múltiple de admisión como se puede observar en la Figura 4-2.
- Se dispone mediante un machuelo realizar el respectivo roscado para conectar el múltiple de admisión con la válvula ecológica utilizando un acople Figura 6-2.
- Se enlaza una manguera de alta presión para unir el acople con la válvula ecológica con abrazaderas de presión mostrada en la Figura 7-2.
- Se comprueba que no exista fugas.
- Se coloca los elementos retirados al inicio.



**Figura 6-2.** Roscado de la entrada del acople para la válvula ecológica.

**Fuente:** (Flores C & Sislera A, 2021)



**Figura 7-2.** Acople de manguera y abrazaderas de presión a la válvula ecológica marclais.

**Fuente:** (Flores C & Sislema A, 2021)

#### ***2.6.4 Mantenimiento visual y técnico de los tres vehículos.***

La preparación de los vehículos se tomara muy en cuenta el estado en que se encuentren para no tener ningún inconveniente, identificando posibles falla o alguna incertidumbre al momento que se deba realizar las pruebas antes mencionadas, con lo que respecta la medición y toma de datos correspondiente, para ello se trató de visualizar los sistemas más vulnerables e influyentes que involucran la variación de las variables, en otras palabras los sistemas que tienen más relevancia al momento de tomar los datos correspondientes para ello, en la tabla 7-2 se puede evidenciar los diferentes mantenimientos visuales y revisiones mecánicas de los antes mencionado.

**Tabla 4-2:** Visualización y mantenimientos necesarios de los vehículos.

<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Limpieza de inyectores</b>	Inspección visual del riel de inyectores de que sea necesario se procede a limpiarlos.
<b>Limpieza del cuerpo de aceleración</b>	El cuerpo de aceleración, el principal componente del sensor MAF que controla el flujo de aire, al contacto con diferentes impurezas estas ensucian y obstruyen el ingreso de este.
<b>Estado de las bujías</b>	En el estado de las bujías por lógica es las primordiales para brindar la chispa al momento de realizar la combustión, por lo tanto, el estado en que se encuentran es esencial para un buen funcionamiento de los vehículos.
<b>Compresión del motor</b>	En la compresión del motor podemos determinar el estado del mismo, ya que con una buena compresión en sus cuatro cilindros se evidencia el buen estado en que se encuentra el motor.
<b>Chequeo nivel y estado del aceite</b>	El chequeo del nivel de aceite nos ayuda para el trato del motor al estar en una buena condición las pruebas que se plantean realizar la exigencia es exorbitante por las revoluciones que se alcanza el estado de aceite y su nivel se debe tener en cuenta.

**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

### **2.6.5 Determinación del combustible**

En Ecuador se comercializa tres tipos de combustible para motores de combustión interna por encendido provocado, es el caso de la gasolina Súper con 92 octanos, combustible extra con 87 octanos y la denominada Ecopaís que es una mezcla de gasolina extra con 5% de Etanol y se comercializa en la zona costera del país lo cual para el uso de este tipo de gasolina no se podría considerar para la realización de dicha investigación, sin embargo según el reporte de Petroecuador la gasolina Extra tiene 85,3 octanos RON a nivel del mar además posee Aromáticos: 18.3 máx.; Olefínicos: 14.9 máx (Castelo et al., 2017: pp. 132-133).

Según (PETROECUADOR, 2020) la industria automotriz transportó 1.258.135.735 galones en 2019, de los cuales 34.466.947 galones pertenecieron a gasolina Súper, Extra y Ecopais, de las cuales el consumo de Ecopais representó el 48%, el Súper 9% y el Extra poseído el 43%. Se conoce que a nivel nacional la distribución de la gasolina Ecopais por las propiedades que presenta se encuentra solo en las provincias de la región Costa, por otra parte, en lo que respecta la región Interandina o Sierra la comercialización de combustibles se basa solo en gasolina Súper y Extra, por lo que debido a lo anteriormente expuesto la investigación y las pruebas relacionadas se realizará únicamente con los combustibles Súper y Extra, por la demanda en la región.



**Figura 8-2.** Porcentaje de consumo de combustibles.  
**Fuente:** (PETROECUADOR, 2020).

Por lo antes expuesto los dos tipos de combustibles utilizados en la investigación van a hacer gasolina Super y gasolina Extra, para ser más específicos la adquisición de los distintos combustibles se lo podrá hacer en los centros de servicio de combustibles presentes en la zona es decir en las distribuidoras de combustibles o más conocidas como gasolineras. Cabe recalcar que las diferentes gasolineras a nivel nación se deben regir con las normativas correspondientes de las propiedades y componentes que presentas cada tipo de combustible como se puede apreciar en la tabla 8-2 las características del combustible extra en la tabla 9-2 las del combustible súper.

**Tabla 5-2:** Características específicas de producción combustible extra.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	85,0	--	NTE INEN 2102
Destilación:				ASTM D86
10 %	°C	--	70	
50 %	°C	77	121	
90 %	°C	--	189	
Punto final	°C	--	220	
Residuo de destilación	%b	--	2,0	
Temperatura para la relación vapor/líquido igual a 20	°C	56,0	--	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60,0	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130

Fuente: Inen, 2020

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

**Tabla 6-2:** Características específicas de producción combustible Súper.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) <sup>a</sup>	--	92,0	--	NTE INEN 2102
Destilación:				ASTM D86
10 %	°C	--	70	
50 %	°C	77	121	
90 %	°C	--	190	
Punto final	°C	--	220	
Residuo de destilación	%b	--	2,0	
Temperatura para la relación vapor/líquido igual a 20	°C	56,0	--	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60,0	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130

Fuente: Inen, 2020

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 2.6.6 Desmontaje del tanque de combustible

Este procedimiento se realizó debido a que en las pruebas una de las variables tomadas en cuenta, es la variación de combustibles comercializados en la zona central del país (Extra y Súper), por

esta razón para no tener inconvenientes con el cambio de combustibles en el momento de realizar las pruebas para evitar alteraciones en los resultados se optó por un desmontaje del tanque de combustible de cada vehículo y realizar su lavado interno para introducir el combustible con el que se requiere realizar las pruebas, en la figura 9-2 se evidencia el desmontaje respectivo que se tiene de los tanques de combustible de cada uno de los vehículos a tratar.



**Figura 9-2.** Desmontaje del tanque de combustible.  
Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Las pruebas realizadas en el dinamómetro variando los combustibles se realizó en dos etapas, la primera etapa consiste en realizar las pruebas en el dinamómetro con y sin la implementación de la válvula utilizando combustible extra, para la segunda etapa se procedió al desmontaje de los tanques de combustible de cada vehículo, lo siguiente fue proceder al llenado se realiza las mismas pruebas utilizando combustible súper luego del desmontaje del tanque de combustible para su lavado interno eliminando residuos de otro combustible para las pruebas en el dinamómetro con y sin implementación de la válvula ecológica.



**Figura 10-2.** Lavado del tanque de combustible.  
Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

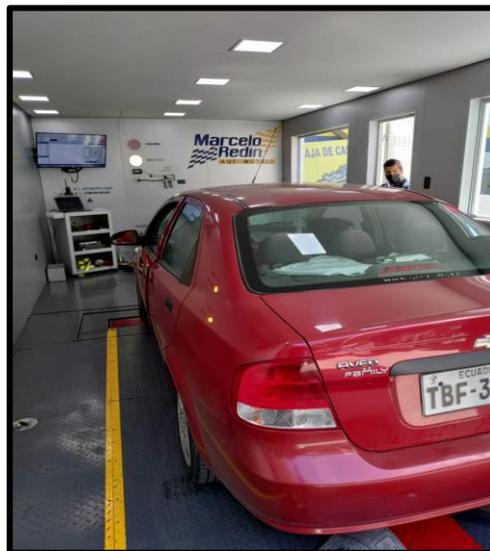
### **2.6.7 Banco de pruebas dinamométricas**

**Tabla 7-2:** Características del dinamómetro del taller Redin Racing.

Tipo de dinámetro	Dinamómetro de Inercia
Capacidad	2000 hp
Cálculo	Torque Potencia Potencia a las ruedas Potencia a la transmisión
Marca	SAENZ
Interfaz	SMAC

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

“Para medir el torque y potencia de un motor de combustión interna alternativo (MCI) es necesario utilizar un dinamómetro chasis que mida la potencia en las ruedas motrices de un vehículo e indican la potencia disponible para propulsarlo en marcha” (Paz et al., 2018, p.5). Resulta que por motivos económicos y/o falta de tiempo muchas personas no pueden utilizar este tipo de método experimental, pues en nuestro país no todas las ciudades cuentan con este tipo de equipamiento, por otro parte fue necesario trasladarse a la ciudad de Quito al Taller Automotriz REDIN RACING, que proporciona con un dinamómetro de rodillo para la obtención de las curvas características de los tres vehículos ya antes descritos, así como para monitorear el comportamiento de los parámetros que describen su funcionamiento y cuyo propietario el Ing. Diego Redin brindó la asesoría técnica y profesional gracias a su amplio conocimiento en la utilización del banco de pruebas dinamo-métricas en motores de ignición (Figura 11-2).



**Figura 11-2.** Banco de pruebas dinamo-métricas de rodillo Taller Automotriz Redin Racing.

Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

El sistema de adquisición de datos Smac es un sistema de adquisición de datos de alta tecnología que proporciona la máxima precisión y repetitividad. Las pruebas de par y potencia se pueden realizar mediante histogramas de barrido, punto a punto y ejecución. El dispositivo se comunica a través de fibra óptica, evitando problemas de ruido en entornos complejos como las salas de pruebas de motores. Equipado con software dedicado fácil de operar para registrar e informar el rendimiento del vehículo, el sistema cuenta con canales básicos de medición de RPM, torque y potencia, estación meteorológica.

#### **2.6.8 Normativa**

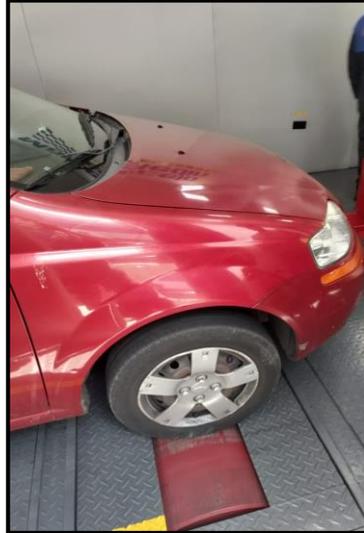
Para el uso del banco de pruebas dinamométricas mediante una asesoría del encargado de este dispositivo, se explica su uso, interfaz y condiciones que maneja, las condiciones y los diferentes instrumentos extras que posee. Se citaron algunas normas que rigen los motores de combustión interna MEP y MEC, y se propusieron las normas DIN70020, SAE J 1349 e ISO 1585, cada una de las cuales tiene su propio método para obtener factores de corrección ( Cargua y Castelo, 2017).

Certificación de potencia y par, esta norma tiene como objetivo proporcionar a los fabricantes un método para certificar la potencia del motor del SAE J1349 o SAE J1995 recientemente revisado, especificando los procedimientos que los fabricantes deben utilizar para certificar la potencia neta y el par nominal de cada motor de producción según SAE J134 o la potencia total del motor de los motores producidos de acuerdo con SAE J1995 (SAE, 2012).

#### **2.6.9 Protocolo Pruebas de potencia y torque banco de pruebas dinamométricas**

“Con un juego de rodillos es posible determinar si el motor del vehículo cumple con las especificaciones dadas por el fabricante y evaluar el impacto de las modificaciones mecánicas o electrónicas en el rendimiento del motor” (Cabezas y Moncayo, 2017).

Para la realización de pruebas de ensayo de potencia y torque se inició colocando las ruedas motrices del vehículo sobre los rodillos del dinamómetro como se muestra en la figura 12-2.



**Figura 12-2.** Colocación en el dinamómetro de las ruedas motrices.

**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Se impone un sistema de seguridad que es el uso de cuerdas de seguridad para la fijación del vehículo, para garantizar que el vehículo permanezca inmóvil durante las pruebas respectivas correspondiente como indica la figura 13-2.



**Figura 13-2.** Instalación de los componentes de fijación para inmovilizar al vehículo.

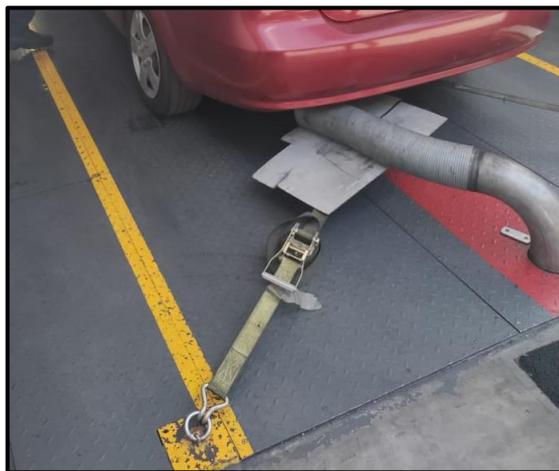
**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Esta seguridad presentada para los vehículos tanto AF, OP, H5, como se mencionó para su inmovilidad el sistema permite movimiento solo por el uso de los rodillos presentes del dinamómetro para una mejor resolución de los datos tanto de potencia y torque por lo que se debe tener la inmovilidad tanto para la parte delantera como la parte trasera del vehículo se representa en la figura 14-2.



**Figura 14-2.** Inmovilizadores delanteros del vehículo.  
**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Se procedió a continuación a instalar un tubo de evacuación de gases contaminantes acoplado en el sistema de escape, es un dispositivo en el que se recogen los gases de combustión del vehículo para que el lugar no se llene de gases contaminantes como se observa en la figura 15-2.



**Figura 15-2.** Sistema de apertura de gases de combustión.  
**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En el proceso siguiente otra de las ventajas que presentaba el banco de pruebas dinamométricas era un componente especial llamado simulador de aire de carretera como se muestra en la figura 16-2, para así poder tener datos más pegados a la realidad al momento que se realizan las pruebas y con el alza de revoluciones que se suministra al vehículo.



**Figura 16-2.** Simulador de aire de carretera.  
Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para obtener los datos respectivos de cada uno de las pruebas que se realizaron fue necesario realizar una prueba de sincronización de las ruedas del vehículo con los rodillos del dinamómetro, esto se lo realizo en cada uno de los vehículos para que todos los parámetros que abarcan el banco de pruebas dinamométricas entren en funcionamiento como uno de ellos su compensador barométrico que tiene instalado como se observa en la Figura 17-2 que nos permite simular las pruebas tanto a nivel del mar como a la altura que se encuentra sobre el nivel del mar, así no tener resultados dispersos y pruebas falsas en lo que respecta funciones de torque, potencia y altura las pruebas se las realizo a 2800 msnm con la ayuda del compensador barométrico para así poder tener datos a la altura ya que la funcionalidad de la válvula se produce en las alturas donde el nivel de oxígeno disminuye.



**Figura 17-2.** Compensador barométrico.  
Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para la realización de las pruebas de torque y potencia se procedió a realizar cuatro tomas de datos a un número de revoluciones determinado de entre las 2400 RPM hasta las 6000 RPM, la primera prueba se desarrolló con un porcentaje de 100% de gasolina extra sin la implementación

de la válvula ecológica marclais la segunda prueba se desarrolló con la utilización de la válvula ecológica marclais y el 100% de la gasolina extra, en una tercera prueba desarrollada después de realizar el desmontaje del tanque de combustible para el respectivo cambio de combustible como se detalló anteriormente, se procede a remplazar la gasolina extra y se introduce la gasolina súper y se procede a realizar la toma de datos sin la implementación de la válvula ecológica marclais con el 100% de gasolina súper, y finalmente para la última prueba ya impuesta al 100% la gasolina súper y a su vez implementando lo que es la válvula ecológica marclais luego de los estudios y pruebas realizadas en el banco de pruebas dinamométricas en los diferentes vehículos AF, OP, H5, la cual se desarrolla en una variación de rpm, se parte desde un número bajo de rpm y se acelera a fondo hasta el número máximo de rpm para este análisis fue de 6000 rpm, allí se suelta el pedal del acelerador y el motor vuelve gradualmente a la velocidad de arranque. El rodillo de gran volumen y alta inercia recibe la potencia de las ruedas motrices y un sistema de adquisición de datos y un Interfaz programada con la norma J1349, la Figura 18-2 muestra los resultados obtenidos en forma de gráficos y tablas en una pantalla de computadora.



**Figura 18-2.** Interfaz y simulación de las curvas torque y potencia.  
Fuente: (Flores C. y Sisilema A., 2021)



**Figura 19-2.** Simulación de las pruebas de potencia y torque.  
**Fuente:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

De igual manera el proceso de toma de datos se lo debe realizar para cada vehículo que se analizó para la investigación como se podrá observar en los ANEXOS.

## **2.7 TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS**

En la realización del análisis de datos en las distintas pruebas que se mencionó anteriormente con la utilización del banco dinamométrico, se utilizara dos softwares hábiles para el manejo estadístico de datos los cuales son: EXCEL y MINITAB, los cuales son muy utilizados por que incluyen métodos estadísticos.

### **2.7.1 Excel**

La hoja de cálculo de Excel cumple totalmente con estas condiciones, y si la consideramos como parte del paquete integrado de Microsoft Office, en realidad puede ser utilizada por cualquier estudiante debido a su simplicidad, facilidad de uso y relación de calidad, es una herramienta ideal para estudiantes, usuarios novatos y profesores que desean realizar análisis estadísticos (Noriega et al., 2016).

### **2.7.2 Minitab**

Es un software centrado netamente en la estadística, permite hacer cálculos estadísticos simples y avanzados utilizando múltiples variables, mezcla la hoja de cálculos de Excel con graficas que ayudaran a la interpretación y comunicar mejor los resultados obtenidos (Minitab, 2021).

### **2.7.3 Método**

Para el estudio de los resultados de los datos obtenidos con el dinamómetro se procede a realizar un análisis de comparación de los datos proporcionados, se contemplará 5 comparaciones por

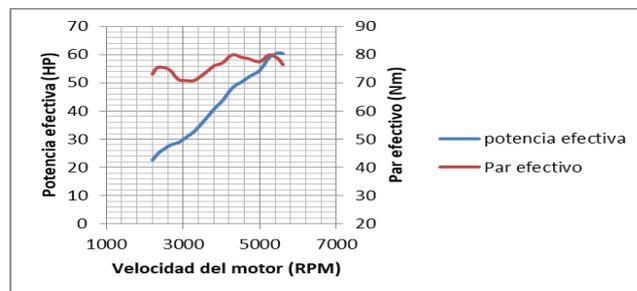
cada vehículo asignado, las comparaciones serán entre los datos de torque, potencia, en la tabla 11-2 se detalla las 5 comparaciones que se realiza en la investigación.

**Tabla 8-2:** Comparaciones de las distintas gráficas.

con válvula marclais con combustible extra	vs	sin válvula marclais con combustible extra
con válvula marclais con combustible extra	vs	con válvula marclais con combustible súper
con válvula marclais con combustible extra	vs	sin válvula marclais con combustible súper
sin válvula marclais con combustible extra	vs	con válvula marclais con combustible súper
con válvula marclais con combustible súper	vs	sin válvula marclais con combustible extra

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para la toma de datos y las comparaciones se utilizarán graficas de líneas, las gráficas de líneas son una representación que muestra la frecuencia o valores de una sola variable de la misma manera que un gráfico de barras, sin embargo, este conecta el valor de cada dato mediante líneas, nos ayuda en mostrar el cambio entre los valores adyacentes de las variables, son adecuados para representar datos cuantitativos y así mostrarnos el cambio del valor de los datos. La Grafica 1-2 del estudio realizado por Rocha-Hoyos (Rocha-Hoyos et al., 2018), tenemos ejemplos de diagramas lineales similares al estudio realizado.



**Gráfico 1-2.** Potencia y par motor efectivo  
Fuente: (Castelo et al., 2017: p.4)

Para el método estadístico se utiliza un método de anova; Métodos estadísticos y econométricos en la empresa y para finanzas nos indica, ‘Los modelos ANOVA permiten, básicamente, comparar los valores medios que toma la variable dependiente en J poblaciones en las que los niveles de factores son distintos, con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas según dichos niveles o si, por el contrario, la respuesta en cada población es independiente de los niveles de factores. Se trata, por tanto, de un contraste paramétrico que extiende al caso de J poblaciones el contraste de la igualdad de medias entre dos poblaciones independientes’

En el estudio se realiza con el método de Anova de un factor, el análisis de la varianza de un factor se utiliza para comparar el valor medio de una variable dependiente cuantitativa en varios

grupos que se diferencian por los niveles del factor considerado. En este apartado, se considerará un modelo de efectos fijos no equilibrado, por tanto, los tamaños muestrales no tienen por qué ser iguales.

Muestras	Observaciones	Total	Medias
1	$Y_{11} \ Y_{21} \ \dots \ Y_{i1} \ \dots \ Y_{n_11}$	$T_1$	$\bar{Y}_1$
2	$Y_{12} \ Y_{22} \ \dots \ Y_{i2} \ \dots \ Y_{n_22}$	$T_2$	$\bar{Y}_2$
$\vdots$	$\vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$j$	$Y_{1j} \ Y_{2j} \ \dots \ Y_{ij} \ \dots \ Y_{n_jj}$	$T_j$	$\bar{Y}_j$
$\vdots$	$\vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$J$	$Y_{1J} \ Y_{2J} \ \dots \ Y_{iJ} \ \dots \ Y_{n_JJ}$	$T_J$	$\bar{Y}_J$
		$T = \sum_{j=1}^J T_j$	$\bar{Y} = \frac{T}{n}$

**Figura 20-2.** Tabla de representación del análisis ANOVA.

Fuente: (Fallas,2012)

La aplicación de la técnica ANOVA se basa en un contraste de hipótesis. La hipótesis nula que se contrasta en el ANOVA de un factor es que las medias poblacionales son iguales:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_J$
- $H_1$ : En caso contrario

Si se acepta la hipótesis nula, significará que los grupos no difieren en el valor medio de la variable dependiente y que en consecuencia dicho valor medio se podrá considerar independiente del factor (Fallas, 2012),

El estadístico de prueba que utiliza ANOVA para contrastar la hipótesis nula planteada viene dado:

$$F_{J-1, n-J} = \frac{CM_E}{CM_D} = \frac{\frac{\sum_{j=1}^J n_j (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2}{J-1}}{\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \bar{Y}_j)^2}{n-J}}$$

**Figura 21-2.** Ecuación del cálculo de varianzas aplicada a pruebas ANOVA.

Fuente: (Fallas, 2012)

#### 2.7.4 La prueba F (igualdad de varianzas)

La prueba F se utilizó para probar la igualdad entre varianzas obtenidas de dos muestras independientes. El estadístico “F” se denominó así en honor de R. A. Fisher, quien creó el método

de análisis de varianza en los años 20s. La razón de F se forma a partir de la comparación de dos estimaciones independientes de la varianza poblacional ( $\sigma^2$ ).

$$F = \frac{CM \text{ entre}}{CM \text{ dentro}}$$

Cuanto mayor sea el valor de CM entre mayor será el valor de F y menor será el valor del p calculado.

### **2.7.5 Diferencia mínima significativa restringida de Fisher**

La prueba LSD de Fisher es una de las más antiguas (conocida como LSD restringida) y se aplica en dos pasos. Primero se debe declarar el análisis de varianza para el experimento como significativo y luego se aplica la prueba LSD.

Diferencia:

$$t_o = \frac{\hat{y}_i - \hat{y}_j}{\left(\frac{2CME}{r}\right)^{0,5}} \quad (1)$$

En donde:

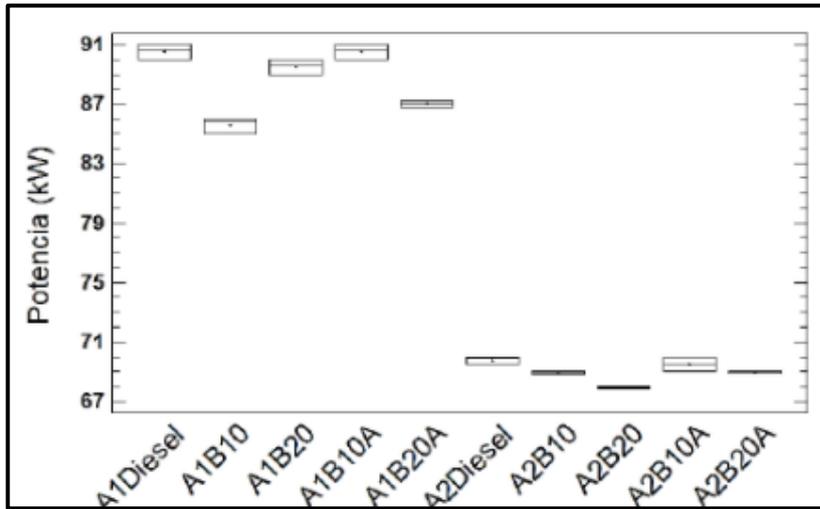
$y_i$  : media i

$y_j$  : media j

r: número de repeticiones por tratamiento

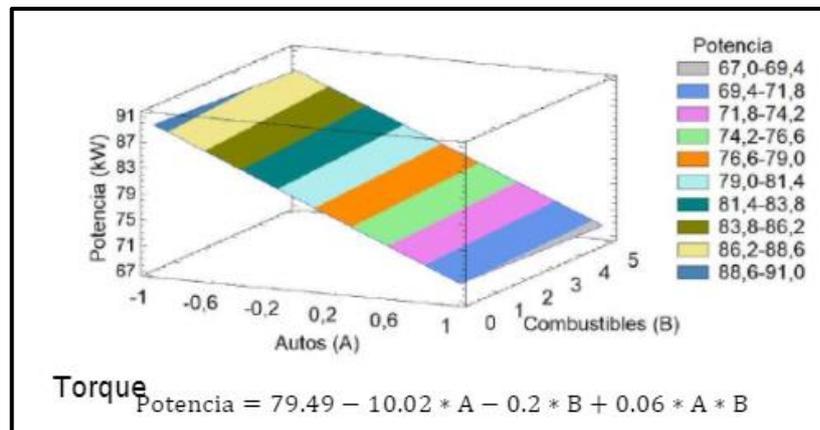
CME: Cuadrado medio del error obtenido de la tabla de análisis de varianza

El valor absoluto de la expresión anterior se compara con el “t” crítico correspondiente y se declaran como significativas todas aquellas diferencias superiores a dicho valor. Algunas veces el análisis de varianza será significativo sin embargo el LSD no mostrará diferencias significativas entre tratamientos. Para las gráficas se toma en cuenta el programa Statgraphics que es una potente herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos con extraordinarios gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis que puede ser aplicado en cada una de las fases de un proyecto, esto nos ayudará con los diagramas de cajas y bigotes necesarios para el proyecto como también la realización de un programa de superficie. En las gráficas 2-2 y 3-2 se puede apreciar el diagrama de cajas y bigotes junto al diagrama de superficies similares al estudio realizado.



**Gráfico 2-2.** Diagrama de bigote

Fuente: (Rocha-Hoyos et al., 2019)



**Gráfico 3-2.** Grafica de superficie

Fuente: (Rocha-Hoyos et al., 2019)

## CAPITULO III

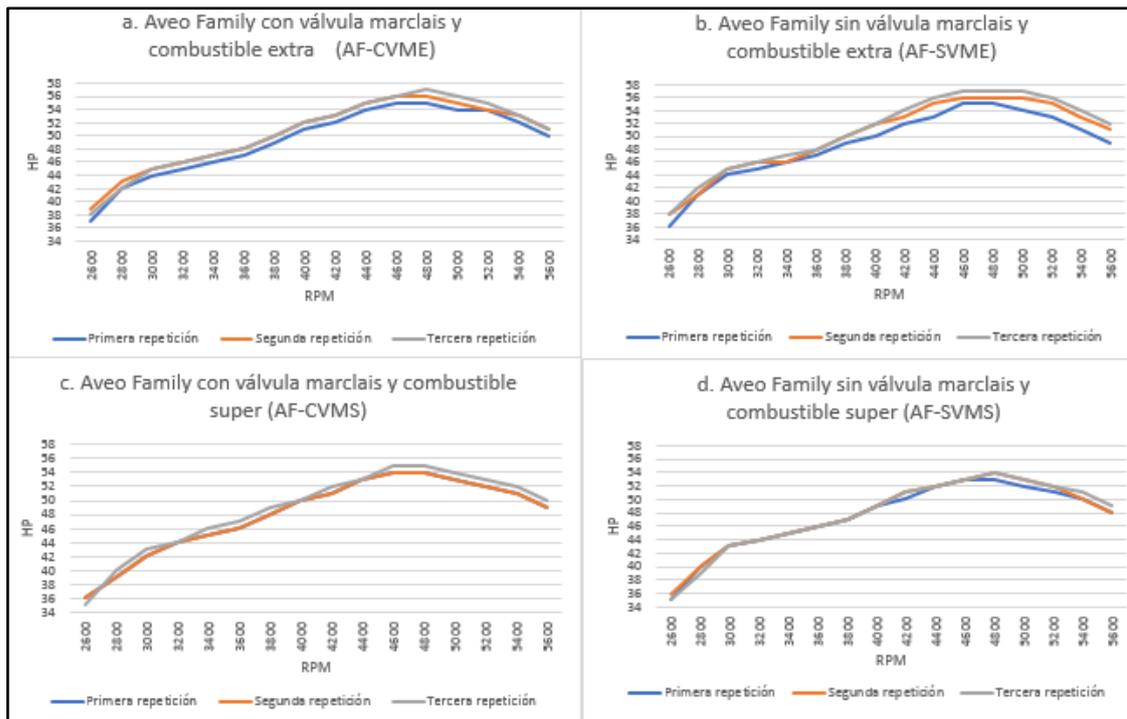
### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente capitulo se manifiesta la obtención de datos en función del seguimiento de la metodología desarrollada mencionada anteriormente, mediante el desarrollo de las diferentes pruebas respectivamente establecidas donde se logró determinar los diferentes resultados obtenidos de torque y potencia, debemos tener en cuenta que el horario a realizarse, lo cual se estableció la realización en días Sabados en la mañana, la recopilación de datos se demoró aproximadamente 6 horas y 30 minutos, el tiempo de duración de cada vehículo fueron equitativos teniendo cada uno 2 horas y 16 min para su obtención de datos en lo consiguiente con el cambio de variables que son las diferentes pruebas descritas de sin y con el uso de la válvula ecológica marclais alternado los combustibles comercializados en la zona centro del país (Extra y Super). Finalmente en la discusión de los resultados se plantearán gráficas comparativas de los diferentes vehículos y variables que se aplicaron tomando en cuenta la principal en la obtención de datos que es con y sin la implementación de una válvula ecológica marclais y con la variación de gasolina extra y super, e incluyendo la aplicación del análisis estadístico ANOVA para determinar resultados más claros.

#### 3.1 Resultados obtenidos banco de pruebas Potencia.

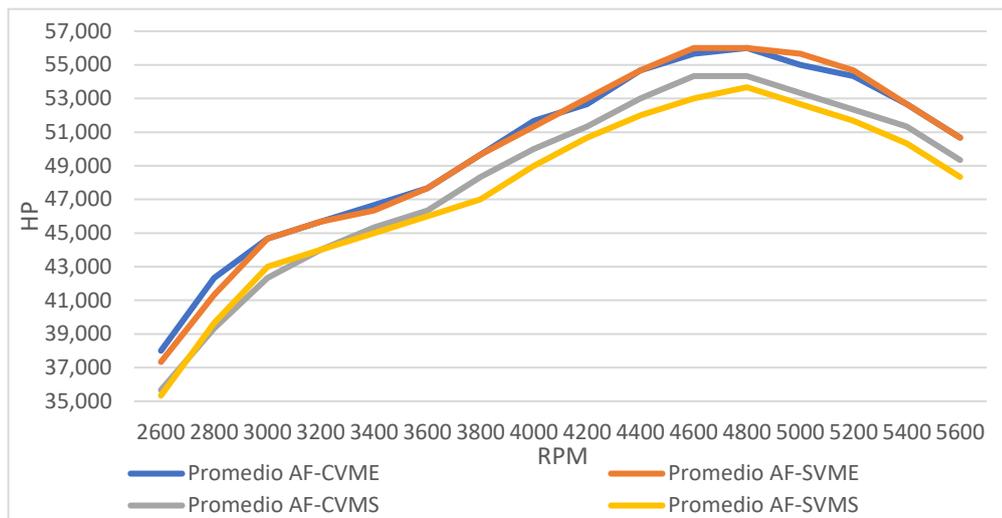
##### 3.1.1 *Datos y promedio de Potencia del vehículo Aveo Family.*

Una vez iniciada las pruebas experimentales, se procede al análisis en uno de los vehículos (AF), la Gráfica 1-3 representa los valores obtenidos de las tres repeticiones realizadas, con las cuatro diferentes pruebas (AF-CVME, AF-SVME, AF-CVMS, AF-SVMS), la potencia medida en horse power (HP) por las revoluciones por minuto (RPM), las RPM que se toma desde las 2600 hasta las 5600 con una separación de 200 RPM dicho esto en la aplicación para cada uno de los vehículos a tratar, la tendencia de la potencia en este vehículo de prueba es de forma ascendente, así mismo con la representación de los valores promedio de potencia calculados con cada una de las pruebas realizadas por lo que se puede notar (Gráfica 1-3) en las distintas gráficas (a. AF-CVME, b. AF-SVME, c. AF-CVMS, d. AF-SVMS), el promedio de cada prueba nos ayuda a realizar una comparación en las líneas de tendencia que posee cada prueba.



**Gráfico 1-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Aveo Family.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sisema A., 2021)

Con la obtención de datos y las diferentes pruebas respectivas se determina un análisis único media el banco de pruebas dinámicas de rodillo la Grafica 2-3 representa un promedio de datos entre todas las pruebas que se realizó con el respectivo cambio de variables (AF-CVME, AF-SVME, AF-CVMS, AF-SVMS), teniendo así un enfoque más relativo y claro del efecto que posee el uso de la válvula ecológica marclais en el vehículo AF, por lo tanto se determina que en el promedio que alcanza las diferentes variables mencionadas anteriormente tiene un aumento de su potencia a diferentes revoluciones tanto en RPM bajas como en RPM altas, en otras palabras posee una potencia máxima de 56 Hp alcanzada a 4800 RPM en comparación con las demás, por otro lado la potencia mínima que posee el vehículo se encuentra a 38 Hp que alcanza a 2600 RPM, si bien estos son las diferentes aproximaciones que se podrán analizar para una discusión de resultados, por que mencionar diferentes características de la muestra es sumamente necesario para el enfoque que se tendrá presente más adelante.



**Gráfico 2-3.** Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Aveo Family (AF)

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.1.1.1 Comportamiento de la potencia en el vehículo aveo family.

En la interpretación de las graficas anteriormente mencionadas como referencia (Grafica 27-3.), se puede considerar una comparación entre los promedios representados de los resultados obtenidos de potencia para cada uno de los vehículos, en consecuencia se realiza un análisis de comparaciones de las diferentes variables presentadas (AF-CVME, AF-SVME, AF-CVMS, AF-SVMS), para la realización de este análisis se considero un parametro de revoluciones de 1000 RPM que consiste en realizar en 2600, 3600, 4600 y 5600 RPM respectivamente, teniendo así como análisis representativo de la potencia respectiva del motor en el vehículo alternado nuestra válvula ecología marclair y los Combustibles (Extra y Super), por consecuencia como se mencionaba en la Tabla 14-2 las diferentes comparaciones ya planteadas, la tabla 1-3 se observa más detalladamente los valores que alcanzan en comparación con las diferentes variables y el rango de RPM con respecto a la potencia obtenida.

**Tabla 1-3:** Datos promedio obtenidos de potencia Aveo Family.

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	37	36	36	35
	Prueba 2	39	38	36	36

	Prueba 3	38	38	35	35
	Promedio	38	37.333	35.667	35.333
3600	Prueba 1	47	47	46	46
	Prueba 2	48	47	46	46
	Prueba 3	48	48	47	46
	Promedio	47.667	47.667	46.333	46
4600	Prueba 1	55	55	54	53
	Prueba 2	56	56	54	53
	Prueba 3	56	57	55	53
	Promedio	55.667	56	54.333	53
5600	Prueba 1	50	49	49	48
	Prueba 2	51	50	49	48
	Prueba 3	51	52	50	49
	Promedio	50.667	50.333	49.333	48.333

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 2-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 7.01%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVMS vs SVME con una diferencia de 0.94%.

**Tabla 2-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas					Diferencia en %
CVME	38	vs	SVME	37.333	1.76%
CVME	38	vs	CVMS	35.667	6.14%
CVME	38	vs	SVMS	35.333	7.02%
SVME	37.333	vs	CVMS	35.667	4.46%
CVMS	35.667	vs	SVMS	35.333	0.94%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 3-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 3600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 3.50%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVME donde no se obtuvo ninguna diferencia.

**Tabla 3-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas					Diferencia en %
CVME	47.667	vs	SVME	47.667	0.00%
CVME	47.667	vs	CVMS	46.333	2.80%
CVME	47.667	vs	SVMS	46	3.50%
SVME	47.667	vs	CVMS	46.333	2.80%
CVMS	46.333	vs	SVMS	46	0.72%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 3-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 4600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 4.79%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVME con una diferencia de 0.59%.

**Tabla 4-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
CVME	55.667	vs	SVME	56	0.59%
CVME	55.667	vs	CVMS	54.333	2.40%
CVME	55.667	vs	SVMS	53	4.79%
SVME	56	vs	CVMS	54.333	2.98%
CVMS	54.333	vs	SVMS	53	2.45%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 4-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 5600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 7.01%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVME con una diferencia de 0.66%.

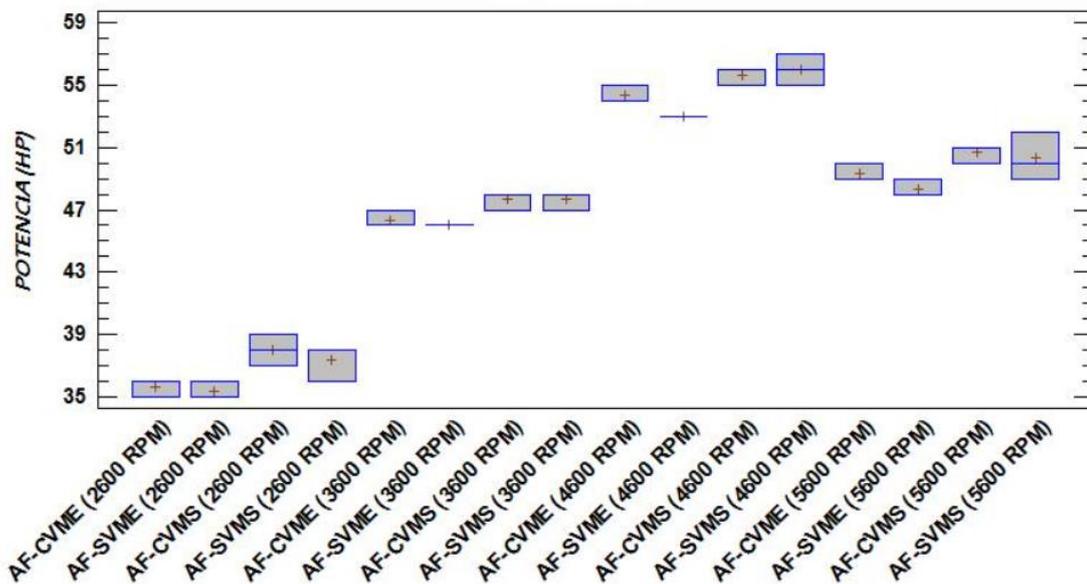
**Tabla 5-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
CVME	50.667	vs	SVME	50.333	0.66%
CVME	50.667	vs	CVMS	49.333	2.63%
CVME	50.667	vs	SVMS	48.333	7.01%
SVME	50.333	vs	CVMS	49.333	4.61%

CVMS	49.333	vs	SVMS	48.333	2.03%
------	--------	----	------	--------	-------

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Si bien en los resultados detallados sobre los diferentes promedios de potencia que se lograron obteniendo en comparación con las variables, en la Grafica 3-3 se aprecia con mayor claridad los datos planteados, logrando verificar una diferencia algo significativa en incremento de Potencia a distintos rpm, en otras palabras, la interpretación de la gráfica es una ayuda en la determinación de las conclusiones que se podrá sacar con respecto a si existe un gran incremento con los datos obtenidos.

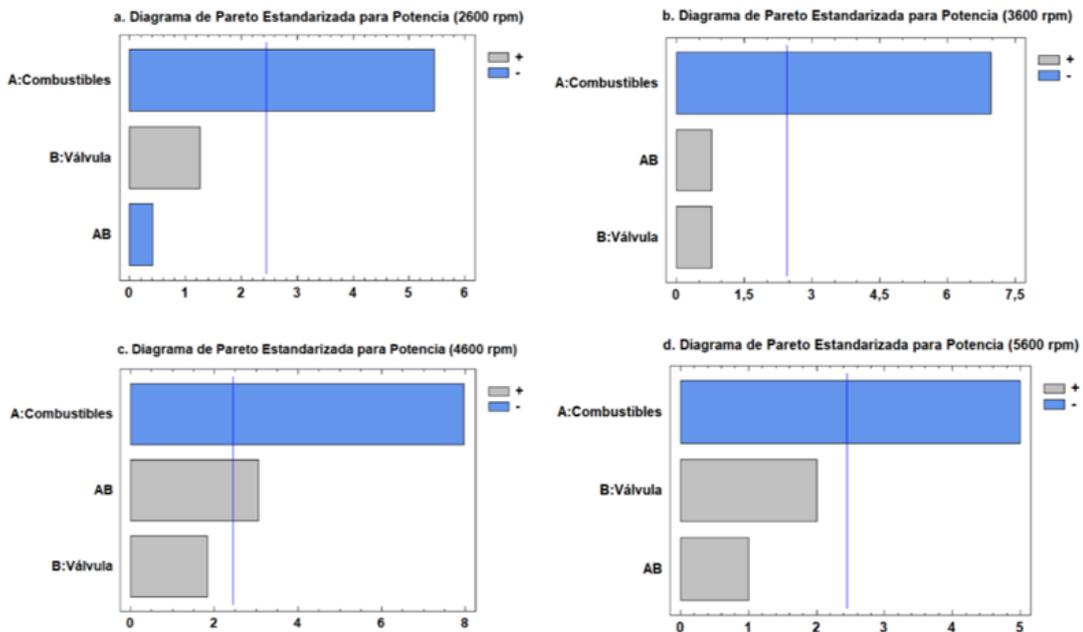


**Gráfico 3-3.** Caja y bigotes comparación de la potencia de distintas RPM vehículo Aveo Family.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre la Potencia. En la potencia a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de una manera positiva y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa. En la potencia a 3600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En la potencia a 4600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva, y son los factores que se les considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de manera positiva. En la potencia a 5600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le

considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva.

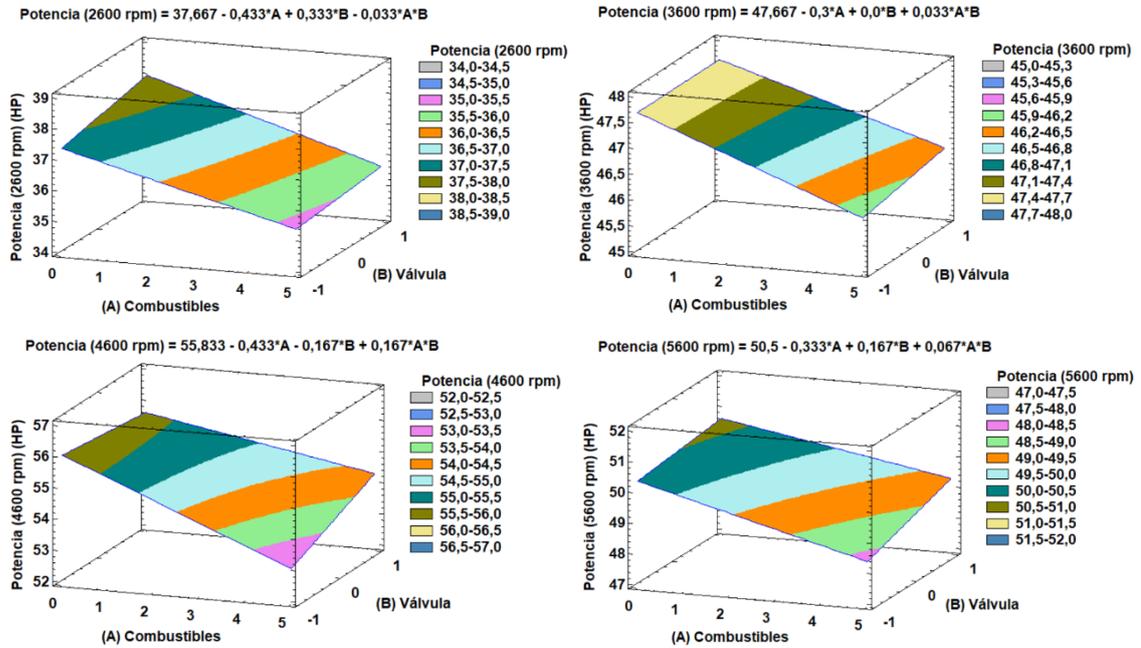


**Gráfico 4-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Aveo Family.

Realizado por: (Flores C. y Sisler A., 2021)

La gráfica 5-3 presenta los siguientes resultados, en la potencia a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y con la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y con la implementación de la válvula. En la potencia a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y con y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible auper y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y con la implementación de la válvula. En la potencia a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y con la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y con la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones

brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba, y el combustible extra con la implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento a 2600, 3600 y 5600 rpm a las 4600 rpm la implementación de la válvula produce un rendimiento de la potencia, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene un beneficio en las distintas revoluciones.

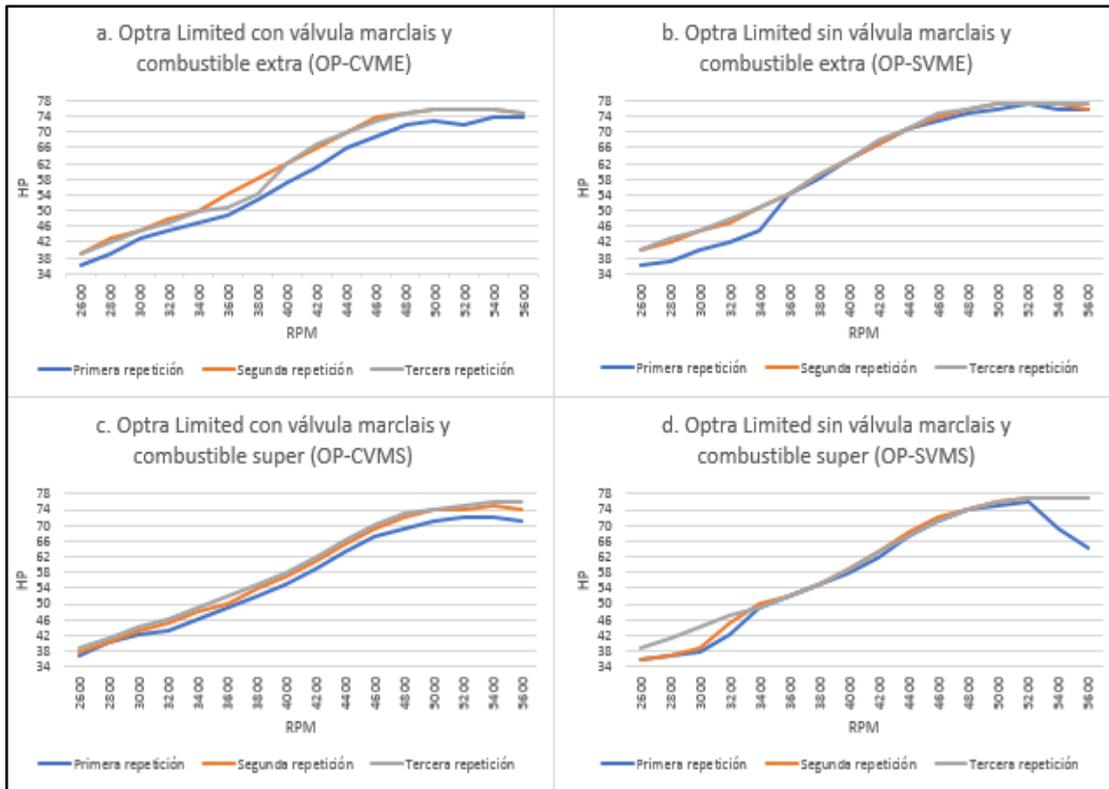


**Gráfico 5-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Aveo Family,

Fuente: (Flores C. y Sislema A., 2021)

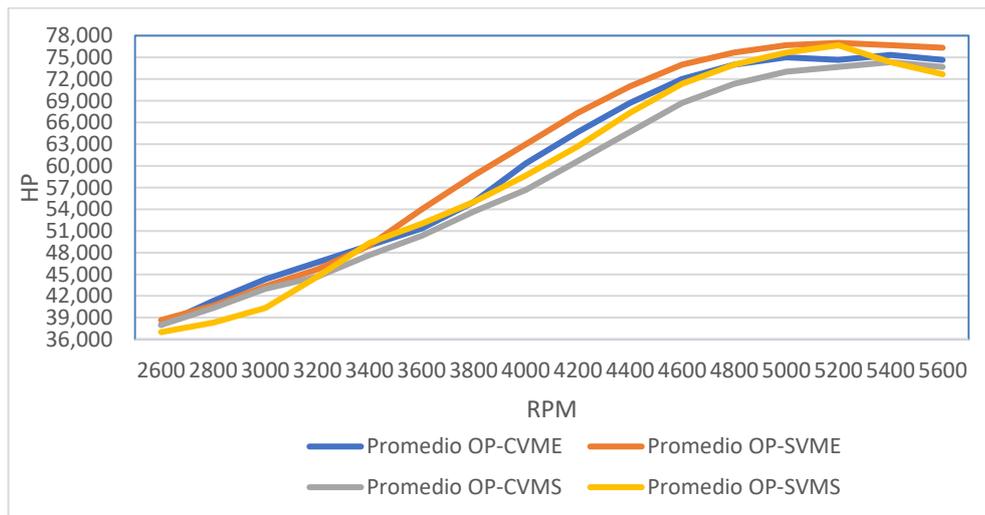
### 3.1.2 Datos y promedio de Potencia del vehículo Optra Limited.

Por otro lado, en lo que respecta la obtención de datos en el vehículo Optra Limited (OP) los valores obtenidos de las tres repeticiones realizadas con las cuatro diferentes pruebas (a. OP-CVME, b. OP-SVME, c. OP-CVMS, d, OP-SVMS), vista la Grafica 6-3 se puede atestiguar las similitudes y comparaciones que puede tener las graficas por lo mencionado la curva característica que presenta la evidencia de potencia, con lo que vaya aumentando la velocidad del motor va incrementando hasta llegar a un punto tope de su potencia maxima como se vera reflejado en la Tabla 20-3.



**Gráfico 6-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Optra Limite.  
Fuente: (Flores C. y Sislera A., 2021)

Por lo consiguiente, en la comparación de las gráficas realizando un promedio en base a cada pasada que se realizó tenemos una comparativa la potencia alcanzando en diferente rango de RPM, por lo que se puede distinguir claramente que existe cambios de potencia a lo que se va alcanzando diferentes RPM por consecuencia en la Grafica 7-3 se observa dichos rangos que tomas las diferentes curvas.



**Gráfico 7-3.** Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Optra Limited.  
Realizado por: (Flores C. y Sislera A., 2021)

### 3.1.2.1 Comportamiento de la potencia en el vehículo Optra Limited (OP).

En la interpretación de los datos obtenidos de las diferentes graficas acerca de la potencia del vehículos (OP) anteriormente realizadas, en consecuencia se realiza un análisis de comparaciones de las diferentes variables presentadas (OP-CVME, OP-SVME, OP-CVMS, OP-SVMS), para la realización de este análisis se calculó el promedio que representa la potencia respectiva del motor en el vehículo alternado nuestra válvula ecología marclais y los Combustibles (Extra y Super), La Tabla 6-3 una vez encontrado los promedios de cada prueba de potencia se obtuvieron los valores correspondientes

**Tabla 6-3:** Datos promedio obtenidos de potencia a distintas revoluciones vehículo Optra Limited.

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	36	36	37	36
	Prueba 2	39	40	38	36
	Prueba 3	39	40	39	39
	Promedio	38	38.667	38	37
3600	Prueba 1	49	54	49	52
	Prueba 2	54	54	50	52
	Prueba 3	51	54	52	52
	Promedio	51.333	54	50.333	52
4600	Prueba 1	69	73	67	71
	Prueba 2	74	74	69	72
	Prueba 3	73	75	70	71
	Promedio	72	74	68.667	71.333
5600	Prueba 1	74	76	71	64
	Prueba 2	75	76	74	77
	Prueba 3	75	77	76	77
	Promedio	74.667	76.333	73.667	72.667

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 7-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en

las comparaciones de CVME vs SVMS y CVMA vs SVMS con una diferencia de 2.63%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs CVMS donde no se obtuvo ninguna diferencia.

**Tabla 7-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
CVME	38	vs	SVME	38.667	1.72%
CVME	38	vs	CVMS	38	0.00%
CVME	38	vs	SVMS	37	2.63%
SVME	38.667	vs	CVMS	38	1.72%
CVMS	38	vs	SVMS	37	2.63%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 8-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 3600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 6.79%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVME con una diferencia de 1.28%.

**Tabla 8-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
CVME	51.333	vs	SVME	54	4.94%
CVME	51.333	vs	CVMS	50.333	1.94%
CVME	51.333	vs	SVMS	52	1.28%
SVME	54	vs	CVMS	50.333	6.79%
CVMS	50.333	vs	SVMS	52	3.21%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 9-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 4600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 7.21%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME y SVMS con una diferencia de 0.93%.

**Tabla 9-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
-------------------	--	--	--	--	-----------------

CVME	72	vs	SVME	74	2.70%
CVME	72	vs	CVMS	68.667	4.63%
CVME	72	vs	SVMS	71.333	0.93%
SVME	74	vs	CVMS	68.667	7.21%
CVMS	68.667	vs	SVMS	71.333	3.74%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

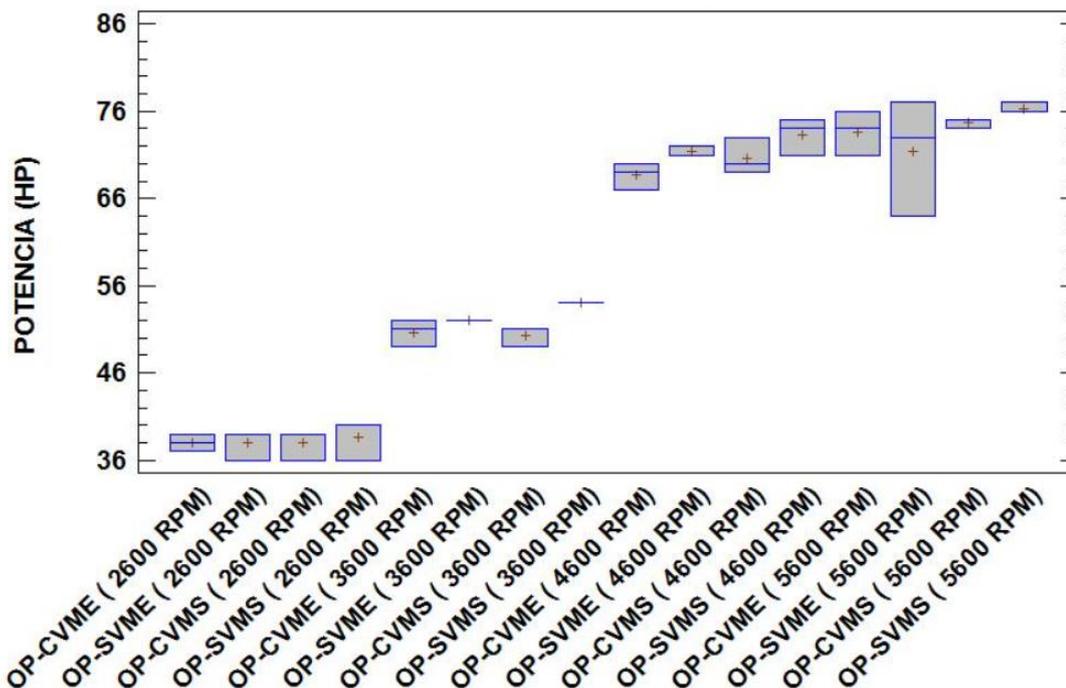
En la tabla 10-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 5600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 3.49%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs CVMS con una diferencia de 1.34%.

**Tabla 10-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Opra Limited.

Comparativas (Hp)					Diferencia en %
CVME	74.667	vs	SVME	76.333	2.18%
CVME	74.667	vs	CVMS	73.667	1.34%
CVME	74.667	vs	SVMS	72.667	2.68%
SVME	76.333	vs	CVMS	73.667	3.49%
CVMS	73.667	vs	SVMS	72.667	1.36%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

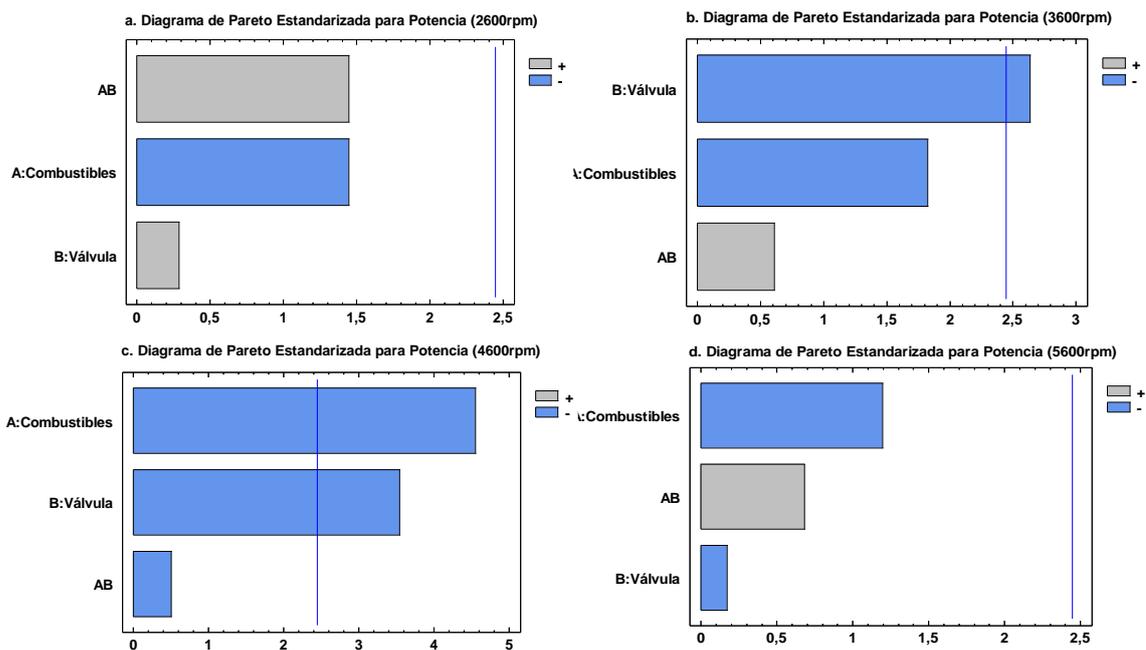
En consecuencia, en los resultados detallados sobre los diferentes promedios de potencia que se lograron obteniendo en comparación con las variables, en la Grafica 8-3 se aprecia una gráfica de caja y bigotes donde se distinguen las diferentes variables en base al alcance de Hp que pueden llegar, logrando verificar una diferencia algo significativa en incremento de Potencia a distintos rpm.



**Gráfico 8-3.** Caja y bigotes comparación de la potencia a distintas RPM vehículo Opra Limited.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre la Potencia. En la potencia a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva, ningún factor supera la línea de tendencia por lo tanto ningún factor es altamente significativo. En la potencia a 3600 rpm, la válvula afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la variación de combustibles afecta de manera positiva y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En la potencia a 4600 rpm, la variación de combustibles y la válvula afecta de manera negativa, y son los factores que se les considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa. En la potencia a 5600 rpm, la variación de combustibles y la válvula afectan de manera negativa, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. ningún factor supera la línea de tendencia, por lo tanto ningún factor es altamente significativo.

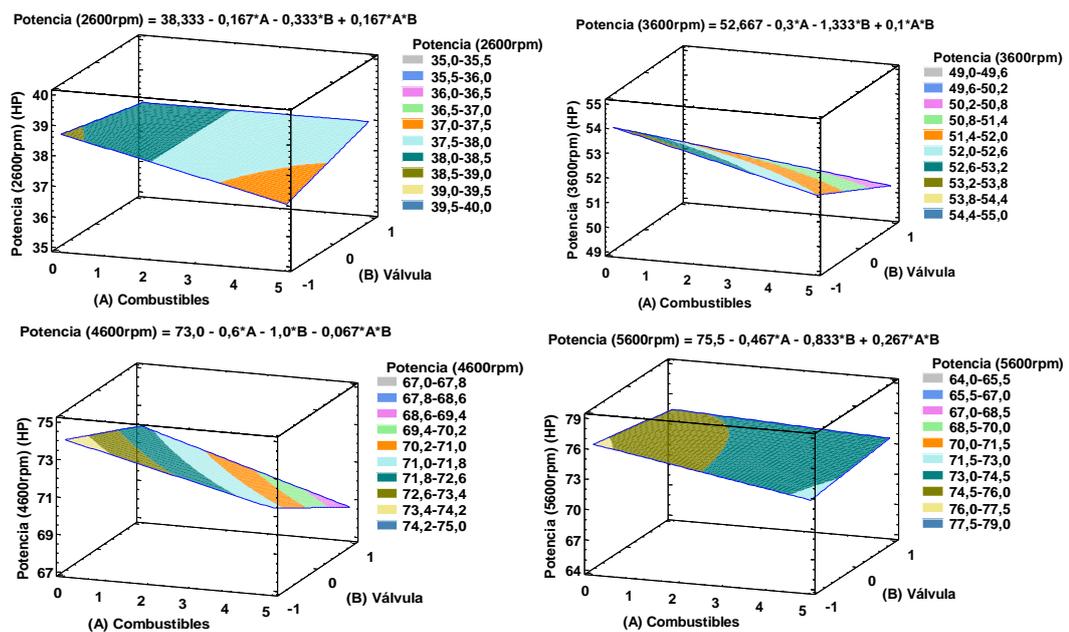


**Gráfico 9-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Optra Limited.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

La gráfica 10-3, presenta los siguientes resultados, en la potencia a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones

brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba a excepción en las 2600 rpm donde el combustible extra con la implementación de la válvula y el combustible super con la implementación de la válvula son iguales, y el combustible extra sin la implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento en las distintas revoluciones, se obtuvo que la implementación de la válvula produce una disminución de la potencia, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene un beneficio de potencia a las 2600 y 5600 rpm en las y se obtiene una disminución de potencia a las 3600 y 4600 rpm.

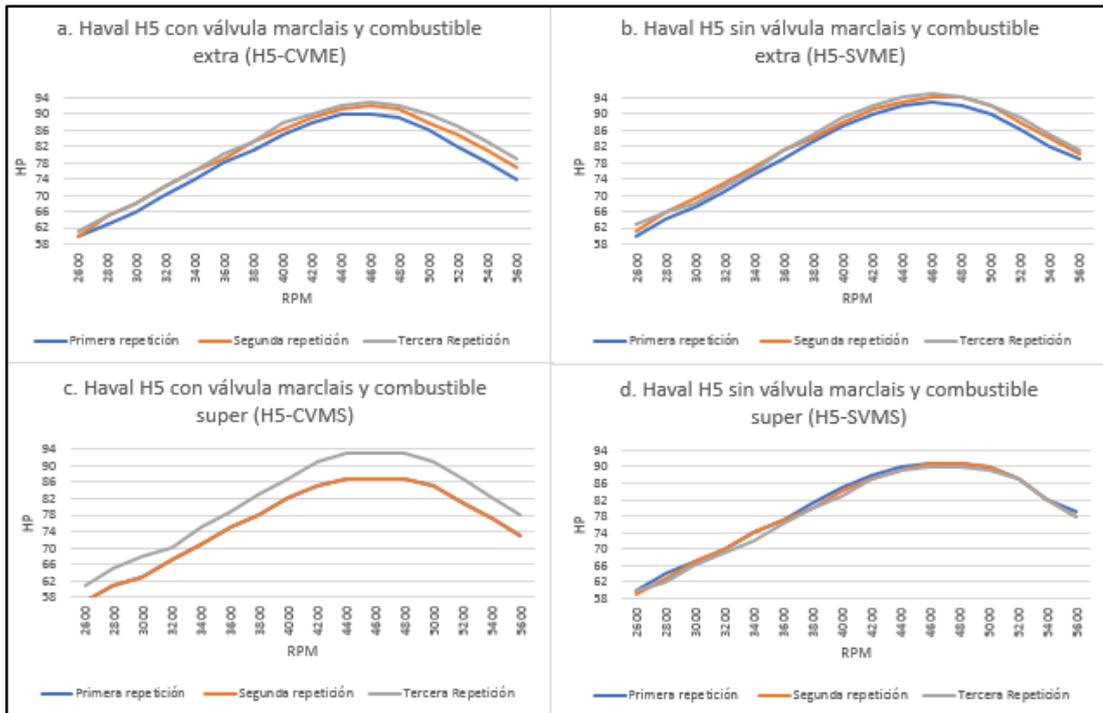


**Gráfico 10-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Opra Limited.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

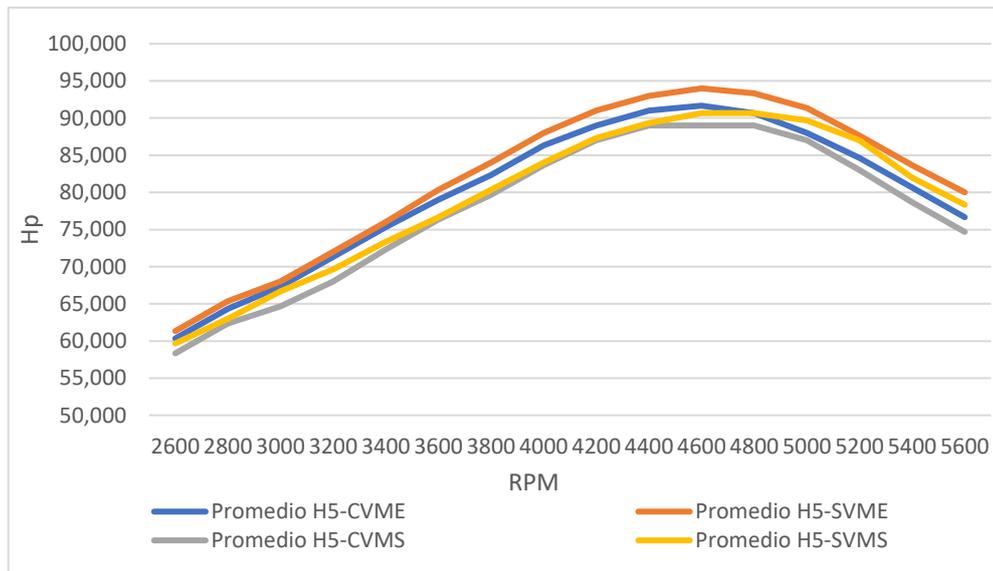
### 3.1.3 Datos y promedio de Potencia del vehículo Haval H5.

Se observa los datos correspondientes a la potencia que alcanza el vehículo Haval H5 A continuación, en la Grafica 11-3 podemos discrepar la gráfica que describe la Potencia cada 200 rpm, asimilando cada una de las variables características que se presentan en dicha grafica (a. H5-CVME, b. H5-SVME, c. H5-CVMS, d. H5-SVMS), acaparamos que la potencia es proporcional a la velocidad del motor, es decir, que a medida que aumenta las RPM del motor, también aumenta la potencia hasta alcanzar el tope de está siendo su potencia máxima.



**Gráfico 11-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Potencia vehículo Haval H5.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con los datos que se emplean en la gráfica 12-3, a continuación, se puede notar la curva característica que alcanza el vehículo H5 con la variación de las variables podemos apreciar en la Tabla 25-3, los datos que se alcanzan al tope con una potencia máxima se detallan (H5-CVME, H5-SVME, H5-CVMS, H5-SVMS).



**Gráfico 12-3.** Valores Promedio obtenidos de potencia vehículo Haval H5.

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.1.3.1 Comportamiento de la potencia en el vehículo Haval H5.

En la interpretación de los datos obtenidos de las diferentes graficas acerca de la potencia del vehículos (H5) anteriormente realizadas, se realiza un análisis de comparaciones de las diferentes variables presentadas (H5-CVME, H5-SVME, H5-CVMS, H5-SVMS), para la realización de este análisis se calculó el promedio que representa la potencia respectiva del motor en el vehículo alternado nuestra válvula ecología marclair y los Combustibles (Extra y Super), La Tabla 11-3 una vez obtenidos los promedios de cada prueba de potencia se obtuvieron los valores correspondientes

**Tabla 11-3:** Datos promedio obtenidos de potencia a distintas revoluciones Haval H5.

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	60	60	57	60
	Prueba 2	60	61	57	59
	Prueba 3	61	63	61	60
	Promedio	61.333	61.333	58.333	59.667
3600	Prueba 1	78	79	75	77
	Prueba 2	79	81	75	77
	Prueba 3	80	81	79	76
	Promedio	79	80.333	76.333	76.667
4600	Prueba 1	90	93	87	91
	Prueba 2	92	94	87	91
	Prueba 3	93	95	93	90
	Promedio	91.667	94	89	90.667
5600	Prueba 1	74	79	73	79
	Prueba 2	77	80	73	78
	Prueba 3	79	81	78	78
	Promedio	76.667	80	74.667	78.333

**Realizado por:** (Flores C. y Sisema A., 2021)

En la tabla 12-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia

en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 4.89%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 1.10%.

**Tabla 12-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 2600 rpm vehículo Haval (H5).

Comparativas					Diferencia en %
CVME	60.333	vs	SVME	61.333	1.63%
CVME	60.333	vs	CVMS	58.333	3.31%
CVME	60.333	vs	SVMS	59.667	1.10%
SVME	61.333	vs	CVMS	58.333	4.89%
CVMS	58.333	vs	SVMS	59.667	2.24%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 13-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 3600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 4.97%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVMS vs SVMS con una diferencia de 0.44%.

**Tabla 13-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 3600 rpm vehículo Haval (H5).

Comparativas					Diferencia en %
CVME	79	vs	SVME	80.333	1.66%
CVME	79	vs	CVMS	76.333	3.38%
CVME	79	vs	SVMS	76.667	2.95%
SVME	80.333	vs	CVMS	76.333	4.97%
CVMS	76.333	vs	SVMS	76.667	0.44%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En la tabla 14-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 4600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 5.32%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME y SVMS con una diferencia de 1.09%.

**Tabla 14-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 4600 rpm vehículo Haval (H5).

Comparativas					Diferencia en %
CVME	91.667	vs	SVME	94	2.48%

CVME	91.667	vs	CVMS	89	2.91%
CVME	91.667	vs	SVMS	90.667	1.09%
SVME	94	vs	CVMS	89	5.32%
CVMS	89	vs	SVMS	90.667	1.87%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

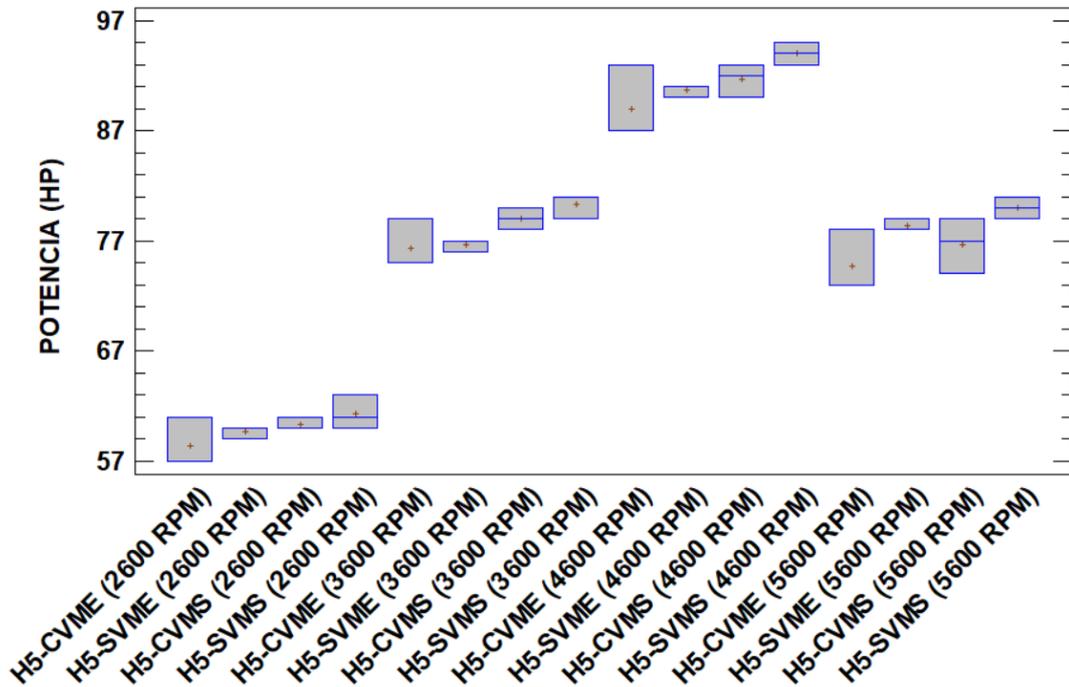
En la tabla 15-3, nos muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 5600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 6.67%, y la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 2.13%.

**Tabla 15-3:** Datos comparativos obtenidos de la potencia a 5600 rpm vehículo Haval (H5).

Comparativas					Diferencia en %
CVME	76.667	vs	SVME	80	4.17%
CVME	76.667	vs	CVMS	74.667	2.61%
CVME	76.667	vs	SVMS	78.333	2.13%
SVME	80	vs	CVMS	74.667	6.67%
CVMS	74.667	vs	SVMS	78.333	4.68%

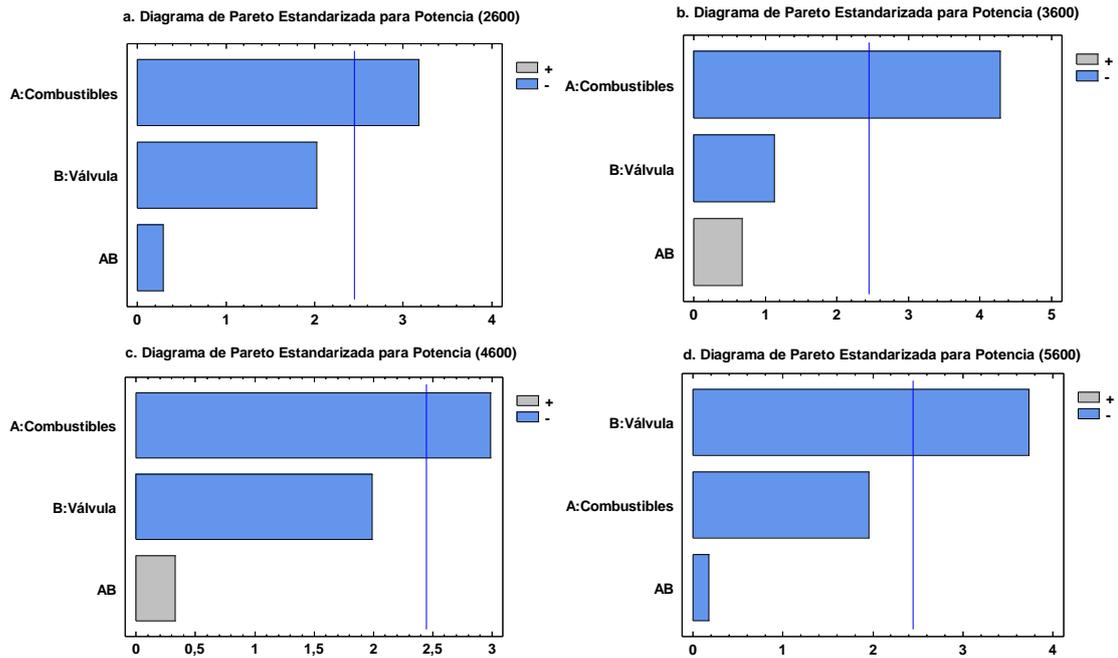
Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En otras palabras, los resultados detallados anteriormente de las diferencias que se encontraron sobre de potencia, en la Grafica 13-3 se aprecia una gráfica de caja y bigotes donde se distinguen las diferentes variables en base al alcance de Hp que pueden llegar, logrando verificar una diferencia algo significativa en incremento de Potencia a distintos rpm.



**Gráfico 13-3.** Caja y bigotes comparación de la potencia a distintas RPM vehículo Haval (H5).  
 Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre la Potencia. En la potencia a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa. En la potencia a 3600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de manera negativa y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En la potencia a 4600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de manera negativa y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En la potencia a 5600 rpm, la válvula afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia los combustibles y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa.

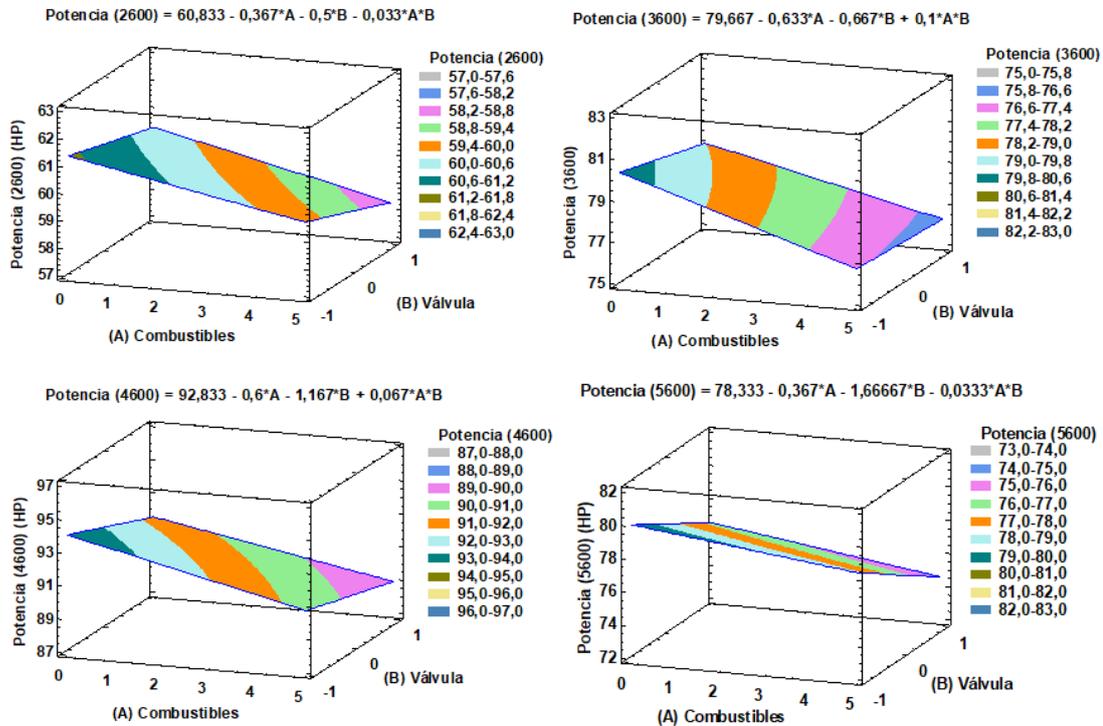


**Gráfico 14-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento de la Potencia vehículo Haval H5.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

La gráfica 15-3, presenta los siguientes resultados, en la potencia a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En la potencia a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento de la potencia se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo de potencia podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba, y el combustible extra sin la

implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento en las distintas revoluciones, se obtuvo que la implementación de la válvula produce una disminución de la potencia, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene una disminución de potencia en las distintas revoluciones.

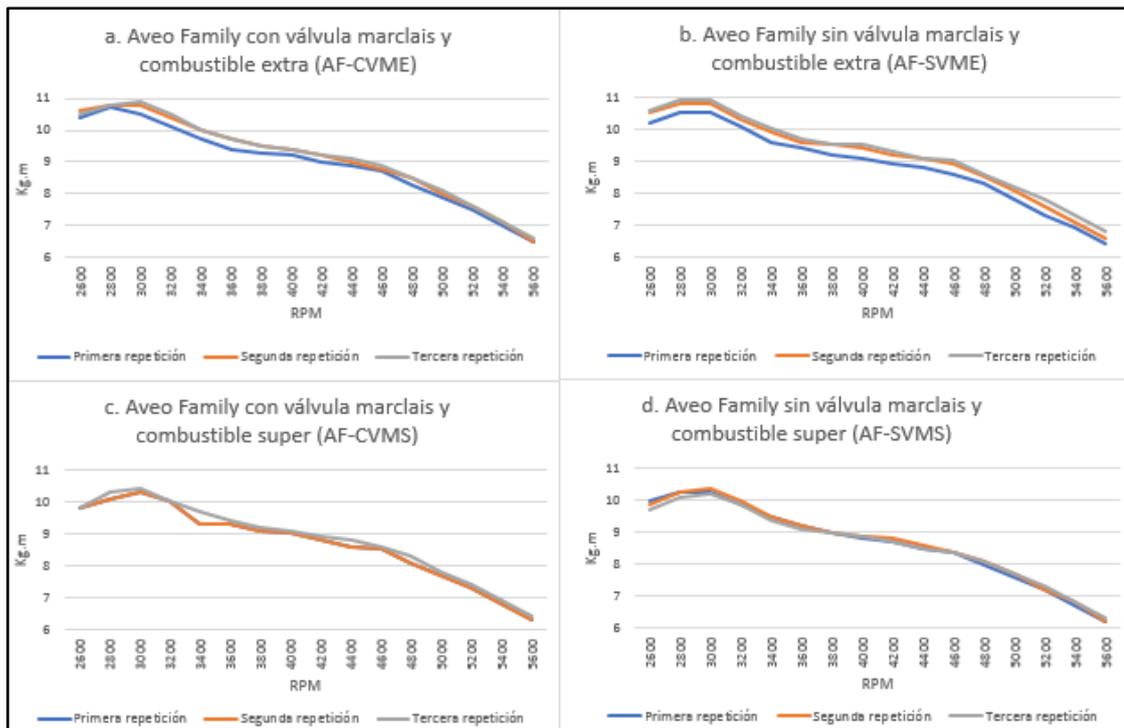


**Gráfico 15-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento de la Potencia vehículo Haval H5.

Realizado por: (Flores C. y Sisema A., 2021)

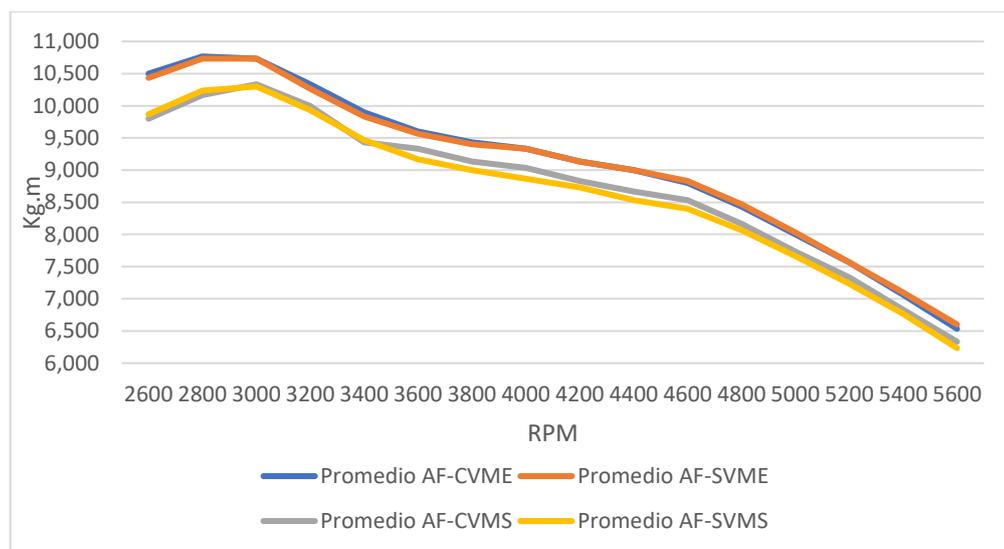
### 3.1.4 Datos y promedio de Torque del vehículo Aveo Family.

La Grafica 16-3, representa los valores obtenidos de las tres repeticiones realizadas con las cuatro diferentes pruebas en el vehículo AF con la alternación de la variables antes mencionadas (AF-CVME, AF-SVME, AF-CVMS, AF-SVMS), el torque medido en (Kg.m) por las revoluciones por minuto (RPM), las RPM que se toma desde las 2600 hasta las 5600 con una separación de 200 RPM, la tendencia del torque en este vehículo de prueba es de forma descendente. La Grafica 42-3, representa el valor promedio del torque alcanzados con cada una de las pruebas realizadas en el vehículo, el promedio de cada prueba nos ayuda a realizar una comparación en las líneas de tendencia que poseen en cada intervalo de RPM.



**Gráfico 16-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Aveo Family (AF).  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislega A., 2021)

Como se observa en la Grafica 17-3, se refleja una comparacion entre valores del torque con las diferentes variaciones presentes (AF-CVME, AF-SVME, AF-CVMS,AF-SVMS), obteniendo asi una curva de tendencia descendente por lo cual la tabla 42-3 se muestra los diferentes valores alcanzados en la realizacion de las pruebas con el uso del banco dinamometrico.



**Gráfico 17-3.** Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Aveo Family.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislega A., 2021)

### 3.1.4.1 Comportamiento del torque en el vehículo Aveo Family (AF)

Así pues para la interpretación de los datos obtenidos en cambio para lo que es el Torque del vehículos (AF), tomando por referencia así mismo los promedios respectivos de cada uno de los intervalos en los que se realizaron las pruebas, la tabla 16-3 muestras las diferentes comparaciones, en otras palabras las variables que se va a trabajar una vez planteadas , en consecuencia con el método de que se obtuvo los datos de potencia mostrados anteriormente los datos de torque obtenidos se plasman en dicha tabla.

**Tabla 16-3:** Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Aveo Family.

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	10.4	10.2	9.8	10
	Prueba 2	10.6	10.5	9.8	9.9
	Prueba 3	10.5	10.6	9.8	9.7
	Promedio	10.5	10.433	9.8	9.867
3600	Prueba 1	9.4	9.4	9.3	9.2
	Prueba 2	9.7	9.6	9.3	9.2
	Prueba 3	9.7	9.7	9.4	9.1
	Promedio	9.6	9.567	9.333	9.167
4600	Prueba 1	8.7	8.6	8.5	8.4
	Prueba 2	8.8	8.9	8.5	8.4
	Prueba 3	8.9	9	8.6	8.4
	Promedio	8.8	8.833	8.533	8.4
5600	Prueba 1	6.5	6.4	6.3	6.2
	Prueba 2	6.5	6.6	6.4	6.2
	Prueba 3	6.6	6.8	6.4	6.3
	Promedio	6.533	6.6	6.367	6.233

Realizado por: (Flores C. y Sisema A., 2021)

Para determinar el análisis de diferencia de torque se realizo una comparativa entre las distintas variables la cual se obtuvieron los siguientes conclusiones representada en la tabla 17-3, muestra

las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs CVMS con una diferencia de 6.66%, por otro lado la menor diferencia la obtuvimos en la comparación de CVMS vs SVMS con una diferencia de 0.67%.

**Tabla 17-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	10.5	vs	SVME	10.2	2.86%
CVME	10.5	vs	CVMS	9.8	6,66%
CVME	10.5	vs	SVMS	9.867	6.02%
SVME	10.2	vs	CVMS	9.8	3.92%
CVMS	9.8	vs	SVMS	9.867	0,67%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

En consecuencia los datos representados en la Tabla 18-3 sobre las diferentes datos obtenidos de los diferentes Torques en un rango de RPM, se llega a determinar lo siguiente; dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de 3600 rpm, se obtuvo un analisis mostrnado la mayor diferencia en la comparativa de CVME vs SVMS obteniendo un diferencia de 2.78% siendo esta la de mayor relevancia, por otro lado en la comparativa de CVME vs SVME se obtuvo un porcentaje de 0,34% siendo esa la de menor significado.

**Tabla 18-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	9.6	vs	SVME	9.567	0.34%
CVME	9.6	vs	CVMS	9.333	2,78%
CVME	9.6	vs	SVMS	9.167	4.51%
SVME	9.567	vs	CVMS	9.333	2.44%
CVMS	9.333	vs	SVMS	9.167	1.78%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Así bien, representadas los valores en la Tabla 19-3, dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de 4600 rpm teniendo en cuenta las variables variables, lo cual la variable con más significancia se obtuvo de la comparativa de CVME vs SVMS obteniendo 4.55% de diferencia, por otro lado, la de menor relevancia se tiene de la comparativa CVME vs SVME con una diferencia de 0.37%

**Tabla 19-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Aveo Family.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	8.8	vs	SVME	8.833	0.37%
CVME	8.8	vs	CVMS	8.533	3.03%
CVME	8.8	vs	SVMS	8.4	4.55%
SVME	8.833	vs	CVMS	8.533	3.39%
CVMS	8.533	vs	SVMS	8.4	1.56%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

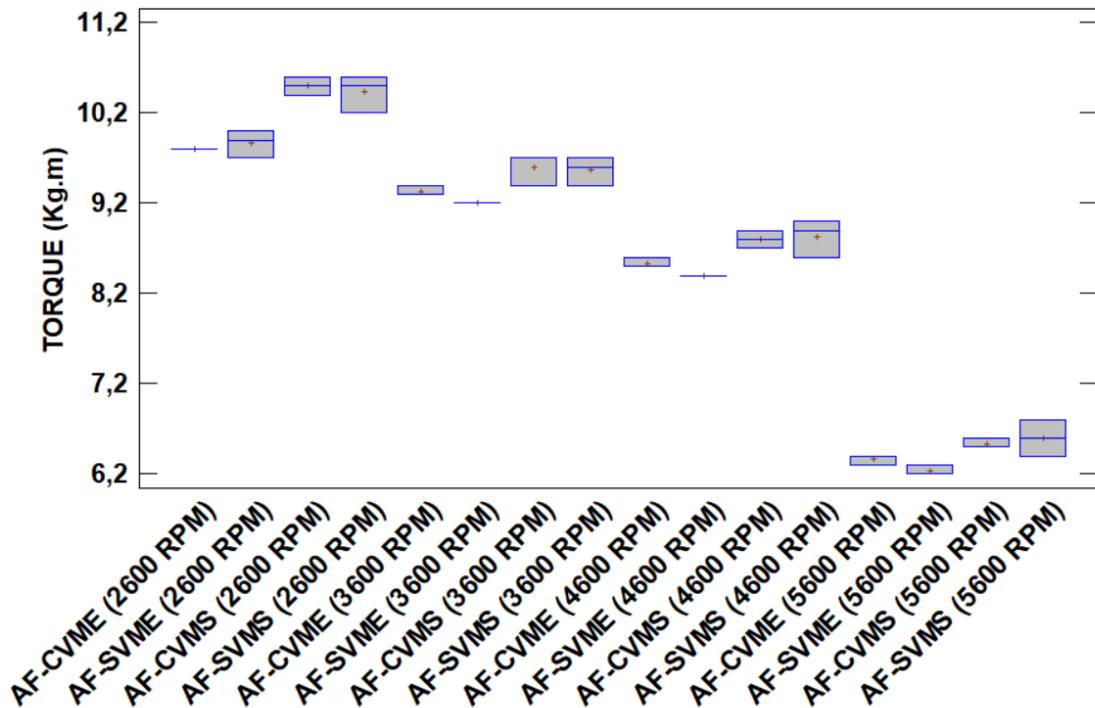
Finalmente, representados en la tabla 20-3 dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de 5600 rpm, lo cual la variable CVME vs SVMS obtuvo una diferencia de 4.49% ciento está la de mayor prestigio, por otro lado, la variable de menos relevancia se presenta en la comparativa de CVME vs SVME teniendo una diferencia 1.02%

**Tabla 20-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Aveo Family

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	6.533	vs	SVME	6.6	1.02%
CVME	6.533	vs	CVMS	6.367	2.54%
CVME	6.533	vs	SVMS	6.233	4.49%
SVME	6.6	vs	CVMS	6.367	3.53%
CVMS	6.367	vs	SVMS	6.233	2.10%

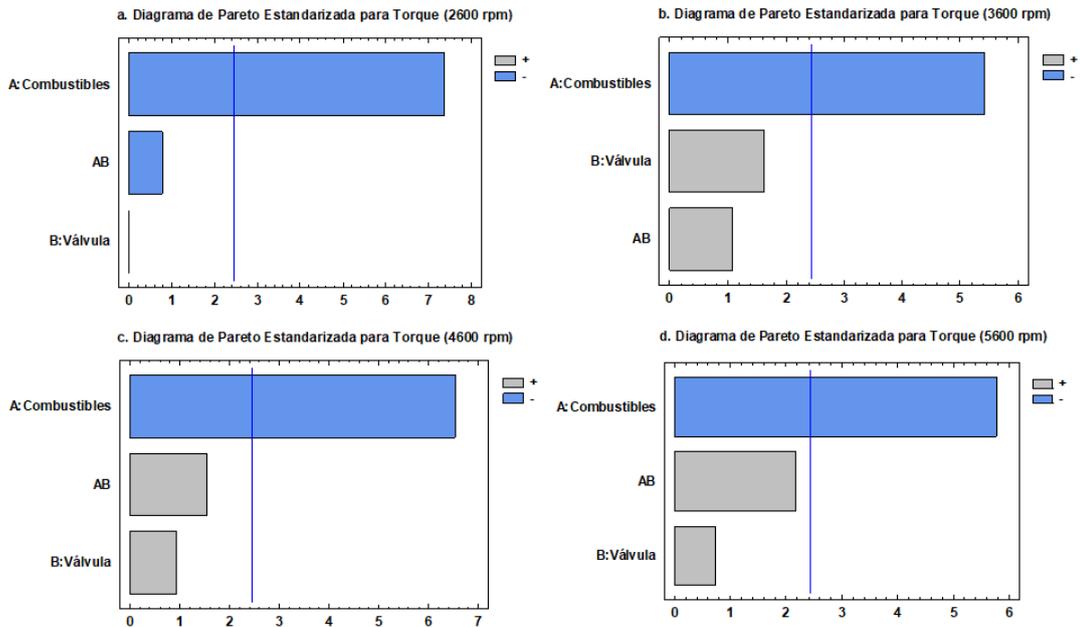
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Si bien en los resultados detallados sobre los diferentes promedios de torque que se lograron obteniendo en comparación con las variables detalladas, en la Grafica 18-3 se aprecia con mayor claridad los datos planteado, logrando verificar una diferencia nada relativa en incremento de Torque a distintas rpm, en otras palabras la interpretación de la gráfica es una ayuda en la determinación de las conclusiones que se podrá sacar con respecto a si existe un gran incremento con los datos obtenidos.



**Gráfico 18-3.** Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Aveo Family.  
 Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

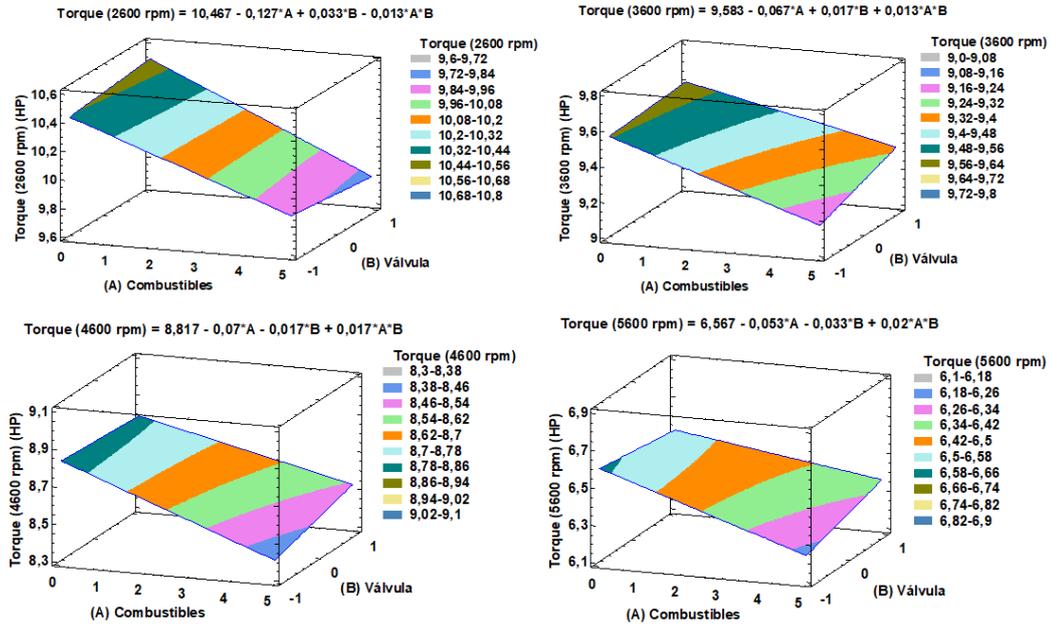
Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre el Torque. En el Torque a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa. En el Torque a 3600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En el Torque a 4600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En el Torque a 5600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva.



**Gráfico 19-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque Aveo Family.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sisema A., 2021)

La gráfica 20-3 presenta los siguientes resultados, en el torque a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba, y el combustible extra sin la implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento en las distintas revoluciones, se obtuvo que la implementación de la válvula produce una disminución

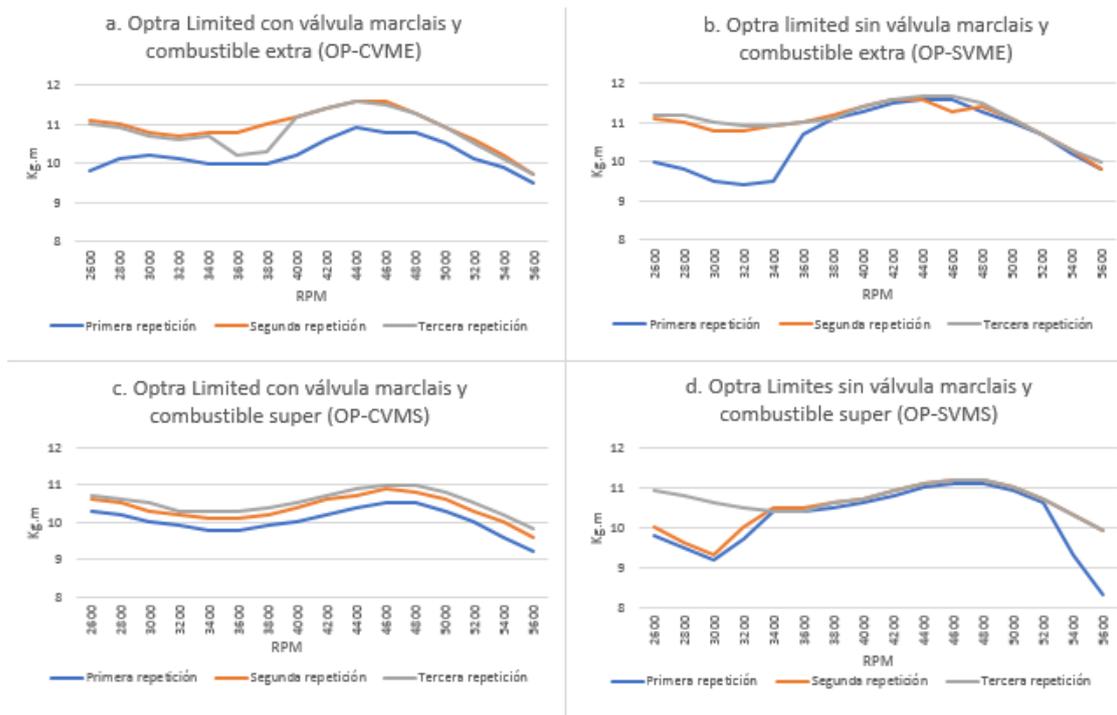
del torque, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene una disminución del torque en las distintas revoluciones.



**Gráfico 20-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque Aveo Family.  
Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

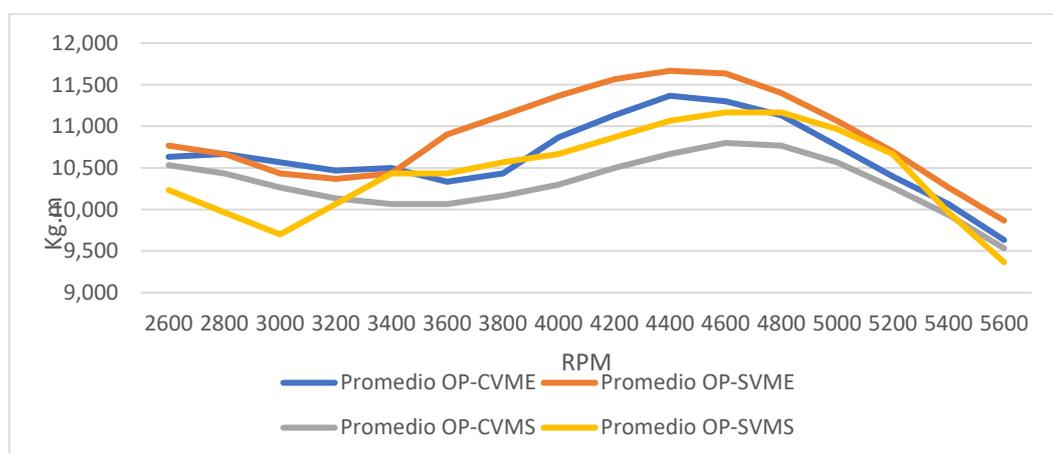
### 3.1.5 Datos y promedio de Torque del vehículo Optra Limited.

A continuación se establece los datos obtenidos del torque del motor generados por el banco de pruebas dinamométricas para el vehículo OP, los resultados que se obtuvieron resultan con graficas más distorsionadas como las mostradas del vehículo AF, dado que el vehículo por razones fuera de la investigación presenta variación continuamente a lo que es una gráfica de torque descendente, por lo que su forma de curva en cada uno de las distintas pruebas generadas, como se puede apreciar en la Gráfica 21-3 que representa las curvas de torque en cada una de las pruebas con la variación de las distintas variables.



**Gráfico 21-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Optra Limited.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

La Grafica 22-3 representa las curvas de torque del motor obtenidas por el banco de pruebas dinámométricas una vez calculado el proba de las tres veces que se realizó, por otro lado las curvas que se representa son de las alternaciones de las variables como se visualiza en la misma Grafica, por lo que se determina un gran cambio para la realización del análisis estadístico que se planteó realizar, si bien en la tabla 35-3 se representa con detalle los valores máximos y mínimos que se logró captar con los datos adquiridos.



**Gráfico 22-3.** Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Optra Limited.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.1.5.1 Comportamiento del torque en el vehículo Optra Limited (OP)

Así pues para la interpretación de los datos obtenidos en cambio para lo que es el Torque del vehículos (OP), tomando por referencia así mismo los promedios respectivos de cada uno de los intervalos en los que se realizaron las pruebas, por medio de la metodología muestras las diferentes comparaciones, en otras palabras las variables que se va a trabajar una vez planteadas, en consecuencia con el método de que se obtuvo los datos de potencia mostrados anteriormente los datos de torque obtenidos se plasman (Tabla 21-3).

**Tabla 21-3:** Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Optra Limited.

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	9.8	10	10.3	9.8
	Prueba 2	11.1	11.1	10.6	10
	Prueba 3	11	11.2	10.7	10.9
	Promedio	10.633	10.767	10.533	10.233
3600	Prueba 1	10	10.7	9.8	10.4
	Prueba 2	10.8	11	10.1	10.5
	Prueba 3	10.2	11	10.3	10.4
	Promedio	10.333	10.9	10.067	10.433
4600	Prueba 1	10.8	11.6	10.5	11.1
	Prueba 2	11.6	11.6	10.9	11.2
	Prueba 3	11.5	11.7	11	11.2
	Promedio	11.300	11.633	10.800	11.167
5600	Prueba 1	9.5	9.8	9.2	8.3
	Prueba 2	9.7	9.8	9.6	9.9
	Prueba 3	9.7	10	9.8	9.9
	Promedio	9.633	9.867	9.533	9.367

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para determinar el análisis de diferencia de torque se realizó una comparativa entre las distintas variables la cual se obtuvieron los siguientes conclusiones representada en la tabla 22-3, muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación

realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 3.76%, por otro lado la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs CVMS con una diferencia de 2.13%.

**Tabla 22-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	10.633	vs	SVME	10.767	1.24%
CVME	10.633	vs	CVMS	10.533	0.94%
CVME	10.633	vs	SVMS	10.233	3.76%
SVME	10.767	vs	CVMS	10.533	2.17%
CVMS	10.533	vs	SVMS	10.233	2.85%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

En consecuencia los diferentes datos obtenidos de los diferentes Torques a 3600 rpm se llega a determinar lo siguiente; representadas gráficamente dichos valores propuestos en el analisis representado en la Tabla 23-3 se obtiene una mayor diferencia de torque en la comparativa de SVME vs CVMS con una diferencia de 7.64% por otro lado la de menor significacion se obtuvo de comparar CVME vs SVMS con una diferencia de 0.96%.

**Tabla 23-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	10.333	vs	SVME	10.9	5.20%
CVME	10.333	vs	CVMS	10.067	2.57%
CVME	10.333	vs	SVMS	10.433	0.96%
SVME	10.9	vs	CVMS	10.067	7,64%
CVMS	10.067	vs	SVMS	10.433	3.50%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Así bien, representadas los valores en la Tabla 24-3, dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de RPM a 4600 se tomo en cuenta las diferentes variables, lo cual la variable con más significancia se obtuvo de la comparativa de CVME vs CVMS obteniendo 4.42% de diferencia, por otro lado, la de menor relevancia se tiene de la comparativa CVME vs SVMS con una diferencia de 1.17%.

**Tabla 24-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	11.3	vs	SVME	11.633	2.86%
CVME	11.3	vs	CVMS	10.8	4.42%
CVME	11.3	vs	SVMS	11.167	1.17%
SVME	11.633	vs	CVMS	10.8	7.16%
CVMS	10.8	vs	SVMS	11.167	3.28%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

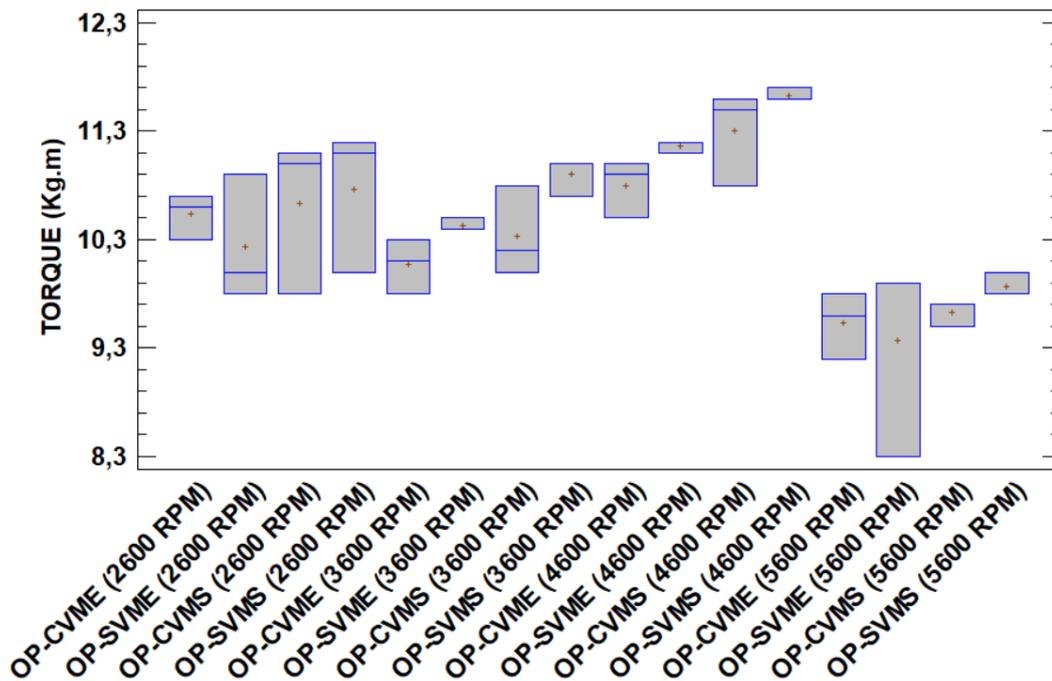
Finalmente, representados en la tabla 25-3 dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de RPM a 5600 se tomo en cuenta las diferentes variables, lo cual la variable SVME vs CVMS obtuvo una diferencia de 3.49% siendo esta la de mayor relevancia, por otro lado, la variable de menos relevancia se presenta en la comparativa de CVME vs CVMS teniendo una diferencia 1.03%.

**Tabla 25-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Optra Limited.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	9.633	vs	SVME	9.867	2.37%
CVME	9.633	vs	CVMS	9.533	1.03%
CVME	9.633	vs	SVMS	9.367	2.76%
SVME	9.867	vs	CVMS	9.533	3.39%
CVMS	9.533	vs	SVMS	9.367	1.74%

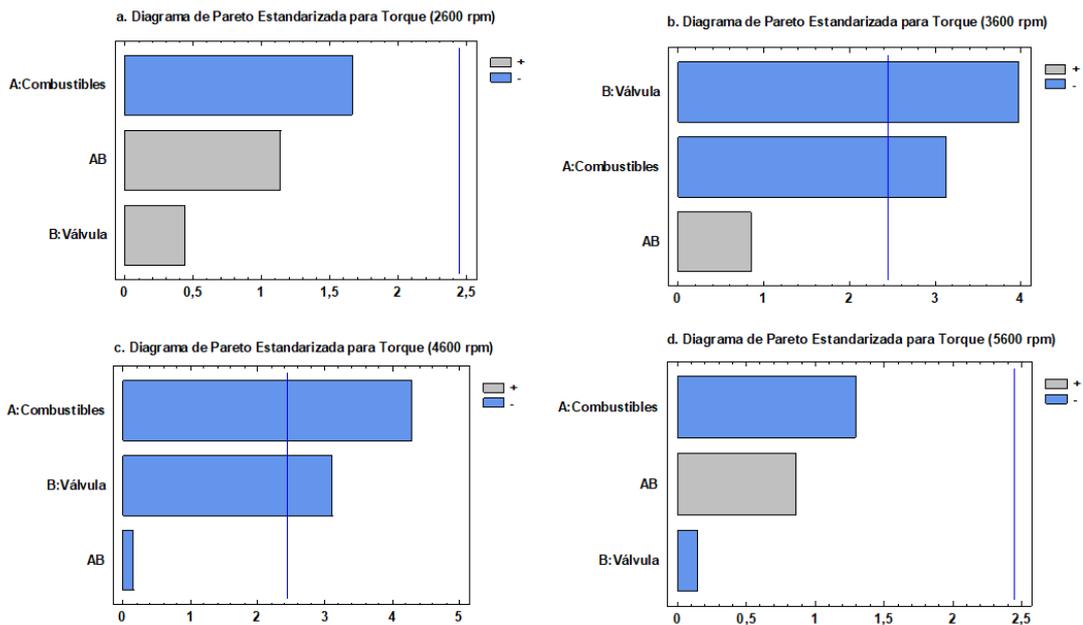
Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Si bien en los resultados detallados sobre los diferentes promedios de torque que se lograron obteniendo en comparación con las variables, en la Grafica 23-3 se aprecia con mayor claridad los datos planteados, logrando verificar una diferencia nada relativa en incremento de Torque a distintos rpm, en otras palabras, la interpretación de la gráfica es una ayuda en la determinación de las conclusiones que se podrá sacar con respecto a si existe un gran incremento con los datos obtenidos.



**Gráfico 23-3.** Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Optra Limited.  
 Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre el Torque. En el Torque a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva, ningún factor se le considera altamente significativo ya que ninguno supera la línea de tendencia. En el Torque a 3600 rpm, la válvula y la variación de combustibles afectan de manera negativa, y son los factores que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En el Torque a 4600 rpm, la variación de combustibles y la válvula afectan de manera negativa, y son los factores que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa. En el Torque a 5600 rpm, la variación de combustibles y la válvula afectan de manera negativa, la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva, ningún factor se le considera altamente significativo ya que ninguno supera la línea de tendencia.

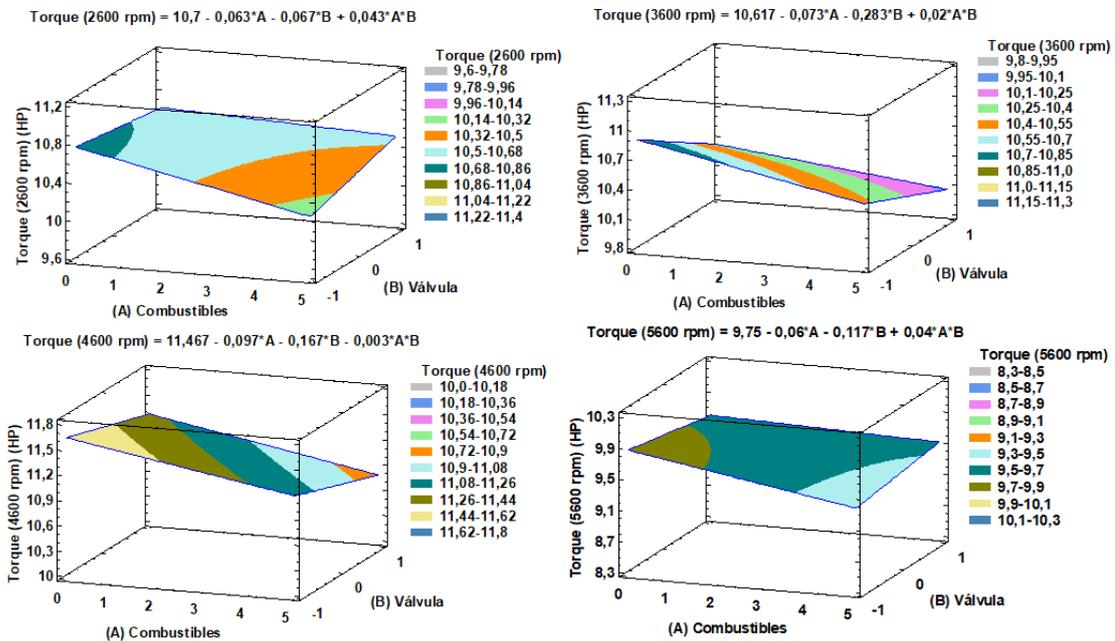


**Gráfico 24-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque vehículo Optra Limited.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

La gráfica 25-3 presenta los siguientes resultados, en el torque a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y sin la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba, y el combustible extra sin la implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento en las distintas revoluciones, se obtuvo que la implementación de la válvula produce una disminución

del torque, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene una disminución del torque en las 3600 y 4600 rpm, a las 2600 y 5600 rpm tenemos un incremento del torque.

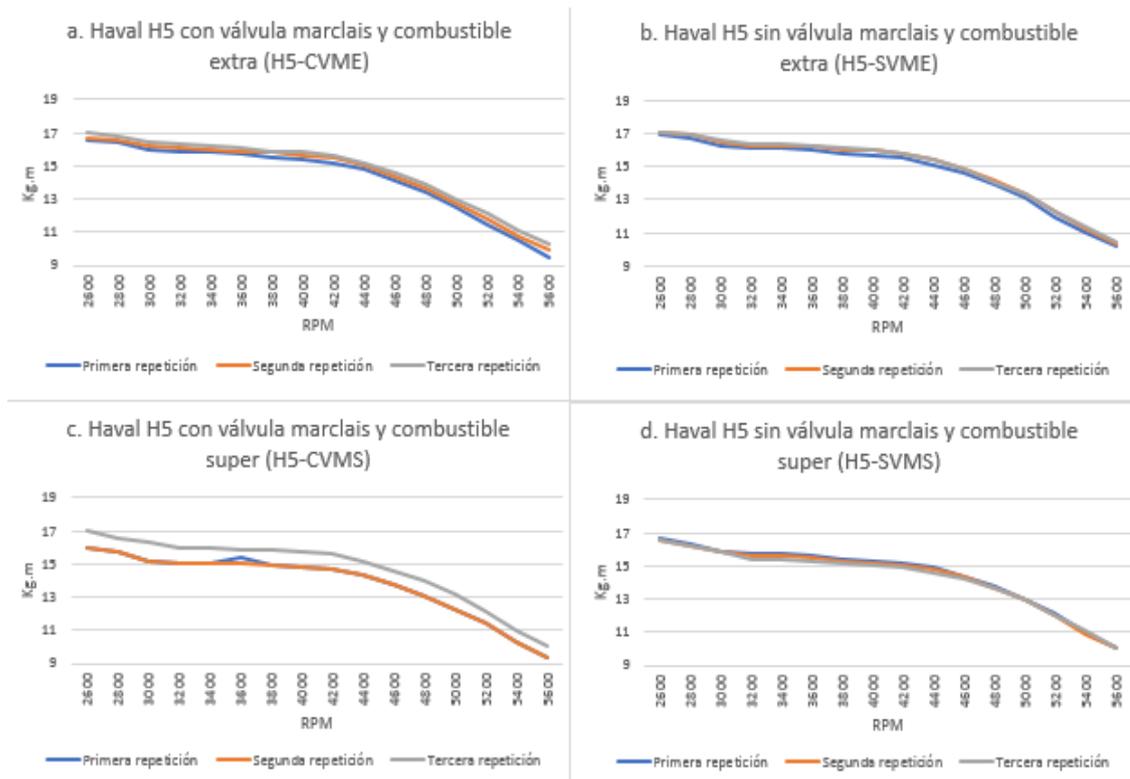


**Gráfico 25-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque vehículo Optra Limited.

Realizado por: (Flores C. y Sislega A., 2021)

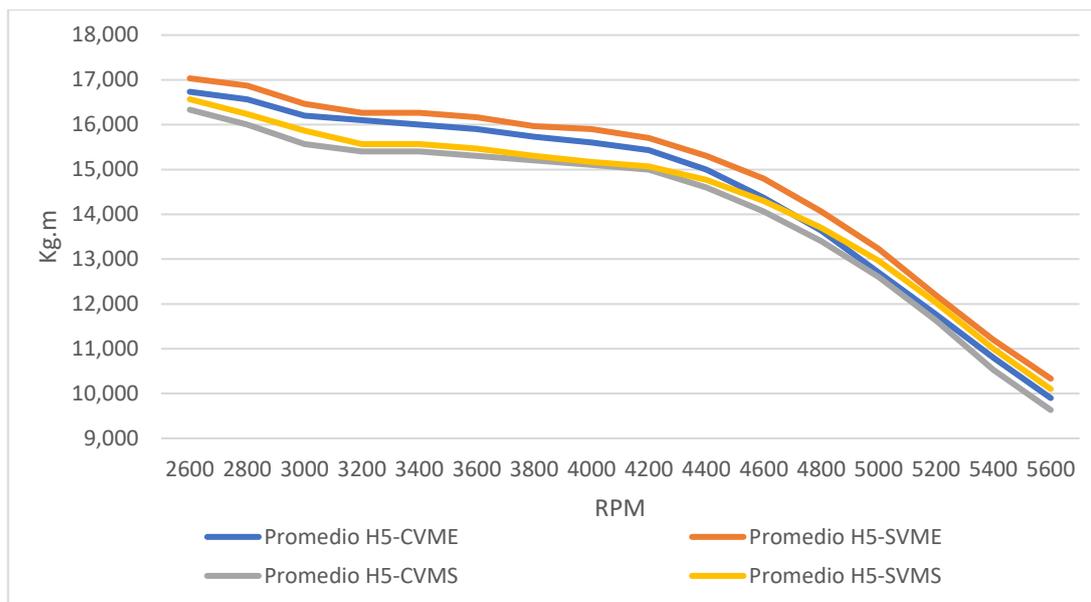
### 3.1.6 Datos y promedio de Torque del vehículo Haval H5.

Finalmente, para el ultimo vehículo que se realizaron las pruebas H5 la Grafica 26-3 respectivamente las demás (a. H5-CVME, b. H5-SVME, c. H5-CVMS, d. H5-SVMS), se muestra una curva característica a lo que viene ser la representación del par motor o mas conocido como torque, por lo que los datos que se obtienen por cada prueba no existe una variación significativa.



**Gráfico 26-3.** Valores obtenidos de las pruebas de Torque vehículo Haval H5.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Por otro lado para las graficas de las diferentes variables presentadas en la Grafica 51-3, se realiza un promedio de cada una de esas, por lo que la presentacion de estas se puede apreciar claramente en la Grafica 27-3 que se muestra una pequena comparacion entre las variables establecias una con otra. Para que sea mas entendible en la tabla 40-3, se representa los valores que se encuentran representados y mediante un analisis se verifica si realmente hay un cambio con respecto la implementacion de la valvula ecologica y asi verificar su importancia para el uso, por lo cual es neceserio la comparativa en cada uno de los vehiculos como se ha venido haciendo mostradas anteriormente cada uno de las graficas.



**Gráfico 27-3.** Valores Promedio obtenidos de Torque vehículo Haval H5.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.1.6.1 Comportamiento del torque en el vehiculo Haval H5 (H5)

Así pues para la interpretación de los datos obtenidos en cambio para lo que es el Torque del vehículos (H5), tomando por referencia así mismo los promedios respectivos de cada uno de los intervalos en los que se realizaron las pruebas, por medio de la metodología muestras las diferentes comparaciones, en otras palabras las variables que se va a trabajar una vez planteadas, en consecuencia con el método de que se obtuvo los datos de potencia mostrados anteriormente los datos de torque obtenidos se plasman en dicha Tabla 26-3.

**Tabla 26-3: Datos promedio obtenidos de Torque a distintas revoluciones Haval H5.**

RPM	Parámetros	Combustible EXTRA (E)		Combustible SUPER (S)	
		Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)	Con válvula Marclais (CVM)	Sin válvula Marclais (SVM)
2600	Prueba 1	16.5	16.9	16	16.7
	Prueba 2	16.7	17.1	16	16.5
	Prueba 3	17	17.1	17	16.5
	Promedio	16.733	17.033	16.333	16.567
3600	Prueba 1	15.7	16	15	15.6

	Prueba 2	15.9	16.2	15	15.5
	Prueba 3	16.1	16.3	15.9	15.3
	Promedio	15.9	16.167	15.3	15.467
4600	Prueba 1	14.1	13.9	13.8	14.4
	Prueba 2	14.4	14.2	13.8	14.3
	Prueba 3	14.6	14.1	14.6	14.2
	Promedio	14.367	14.067	14.067	14.3
5600	Prueba 1	9.5	10.2	9.4	10.1
	Prueba 2	9.9	10.3	9.4	10.1
	Prueba 3	10.3	10.5	10.1	10.1
	Promedio	9.9	10.333	9.633	10.1

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para determinar el análisis de diferencia de torque se realizo una comparativa entre las distintas variables la cual se obtuvieron los siguientes conclusiones representada, en la tabla 27-3 muestra las comparaciones realizadas con los diferentes factores tomados en cuenta en la investigación realizada a 2600 rpm, obtenemos que existe una mayor diferencia en la comparación de SVME vs CVMS con una diferencia de 4.11%, por otro lado la menor diferencia la obtenemos en la comparación de CVME vs SVMS con una diferencia de 0.99%.

**Tabla 27-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 2600 rpm vehículo Haval H5.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	16.733	vs	SVME	17.033	1,76%
CVME	16.733	vs	CVMS	16.333	2.39%
CVME	16.733	vs	SVMS	16.567	0.99%
SVME	17.033	vs	CVMS	16.333	4.11%
CVMS	16.333	vs	SVMS	16.567	1.41%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

La tabla 28-3 muestra los diferentes datos obtenidos de Torques en un rango de 3600 rpm, se llega a determinar lo siguiente; representados dichos valores propuestos se obtiene que en la comparativa de SVME vs CVMS se obtuvo un porcentaje del 5.36% de diferencia siendo esta la de mayor significancia, por otra parte la comparativa de menor relevancia se muestra en CVMS vs SVMS con un porcentaje de 1.08%.

**Tabla 28-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 3600 rpm vehículo Haval H5.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	15.9	vs	SVME	16.167	1.65%
CVME	15.9	vs	CVMS	15.3	3.77%
CVME	15.9	vs	SVMS	15.467	2.72%
SVME	16.167	vs	CVMS	15.3	5.36%
CVMS	15.3	vs	SVMS	15.467	1.08%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Así bien, representadas en la tabla 29-3 dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de 4600 rpm, lo cual la variable CVME vs SVME obteniendo un promedio de 2.09% de diferencia al igual que la comparativa de CVME vs CVMS con un porcentaje de 2.09% siendo estas dos comparaciones las de mayor exaltitud en el análisis, por otro lado la comparativa de SVME vs CVMS que se obtuvo un porcentaje del 0.0% sin tener diferencia alguna.

**Tabla 29-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 4600 rpm vehículo Haval H5.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	14.367	vs	SVME	14.067	2.09%
CVME	14.367	vs	CVMS	14.067	2.09%
CVME	14.367	vs	SVMS	14.3	0.47%
SVME	14.067	vs	CVMS	14.067	0.0%
CVMS	14.067	vs	SVMS	14.3	1.63%

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Finalmente, representados en la tabla 30-3 dichos valores propuestos el analisis que se realizo con la consideracion de 5600 rpm, lo cual la variable SVME vs CVMS obtuvo una diferencia de 6.77% siendo esta la de mayor relevancia dentro del analisis, por otro lado la variable de menos relevancia se presenta en la comparativa de CVME vs SVMs teniendo una diferencia de 1.98%.

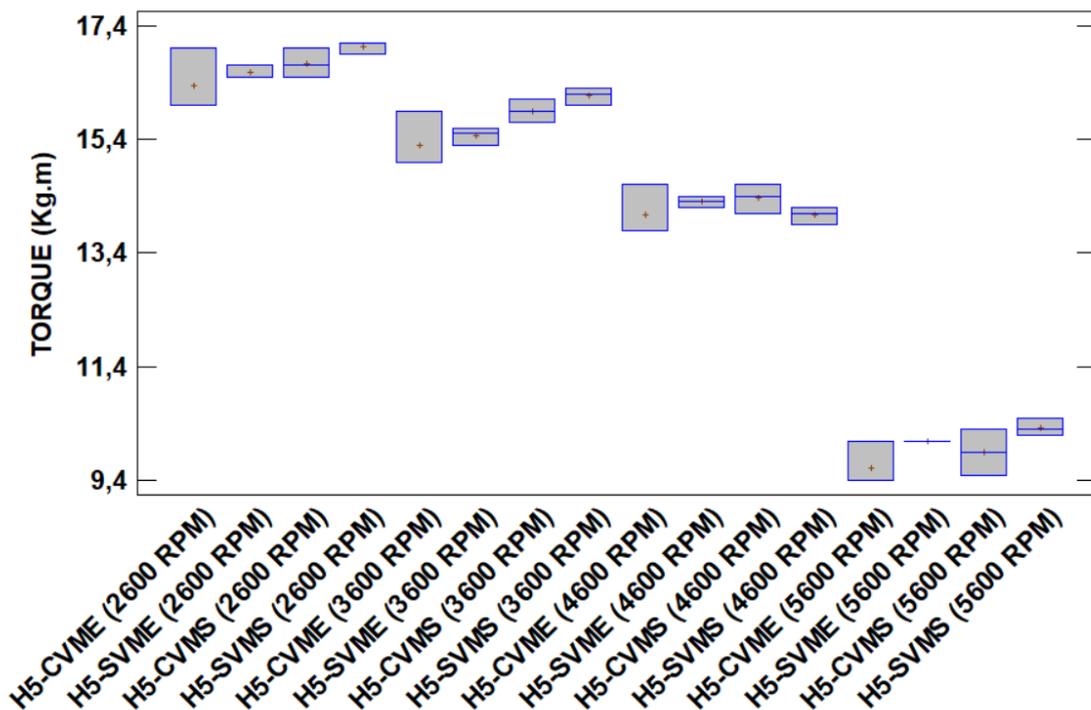
**Tabla 30-3:** Datos comparativos obtenidos del Torque a 5600 rpm vehículo Haval H5.

Comparativas (Kg.m)					Diferencia en %
CVME	9.9	vs	SVME	10.333	4.19%
CVME	9.9	vs	CVMS	9.633	2.69%

CVME	9.9	vs	SVMS	10.1	1.98%
SVME	10.333	vs	CVMS	9.633	6.77%
CVMS	9.633	vs	SVMS	10.1	2.70%

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Si bien en los resultados detallados sobre los diferentes promedios de torque que se lograron obteniendo en comparación con las variables, en la Grafica 28-3 se aprecia con mayor claridad los datos planteados, logrando verificar una diferencia nada relativa en incremento de Torque a distintos rpm en el vehículo Haval H5.

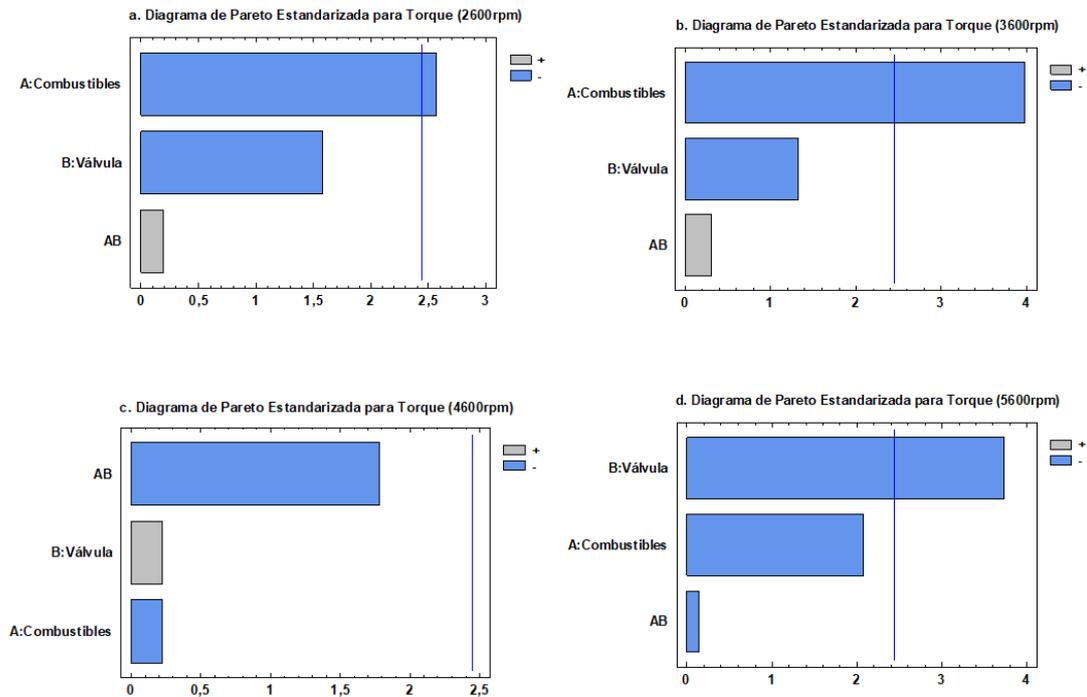


**Gráfico 28-3.** Caja y bigotes comparación del Torque a distintas RPM vehículo Haval H5.

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Con ayuda del diagrama de Pareto se procede a realizar un análisis de cómo influyen los factores sobre el Torque. En el Torque a 2600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de manera negativa y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En el Torque a 3600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula afecta de manera negativa y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera positiva. En el Torque a 4600 rpm, la variación de combustibles & la válvula y la variación de combustibles afectan de manera negativa, la válvula afecta de manera positiva, ningún factor se le considera

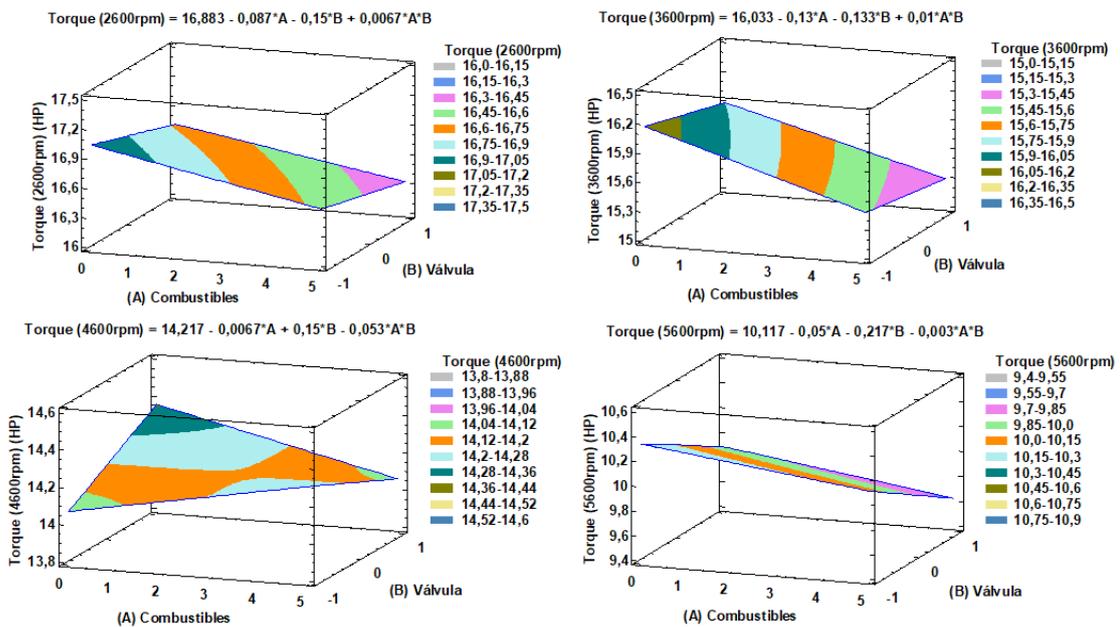
altamente significativo ya que no superan la línea de tendencia. En el Torque a 5600 rpm, la variación de combustibles afecta de manera negativa, y es el factor que se le considera altamente significativo superando la línea de tendencia, la válvula y la variación de combustibles & la válvula afecta de manera negativa.



**Gráfico 29-3.** Diagrama de Pareto de los factores del rendimiento del Torque Haval H5.  
**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

La gráfica 30-3 presenta los siguientes resultados, en el torque a 2600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 3600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. En el torque a 4600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y con la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo del torque podemos llegar a obtener con el combustible extra y con la implementación de la válvula. En el torque a 5600 rpm podemos destacar que se obtuvo un mayor rendimiento con combustible extra y sin la implementación de la válvula, el menor rendimiento del torque se obtuvo con combustible

super y con la implementación de la válvula, el valor óptimo podemos llegar a obtener con el combustible extra y sin la implementación de la válvula. Tenemos que el combustible Extra en las distintas revoluciones brinda un mejor rendimiento en este vehículo de prueba a excepción de las 4600 rpm ya que se tiene que sin la implementación de la válvula el combustible super tiene mejor rendimiento, y el combustible extra sin la implementación de la válvula nos brinda un mejor rendimiento en las distintas revoluciones a excepción de las 4600 rpm ya que con la implementación de la válvula en el combustible extra brinda un mejor rendimiento, en el caso del combustible super con la implementación de la válvula se obtiene una disminución del torque en las distintas revoluciones.



**Gráfico 30-3.** Superficie de respuesta estimada del rendimiento del Torque Haval H5.  
 Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.2 Discusión de Resultados

#### 3.2.1 Rendimiento de la Potencia en los vehículos AF, H5, OP.

En la tabla, 1-3, 6-3, 11-3 se encuentra los datos de la potencia de las tres repeticiones y el promedio de la potencia máxima que se obtuvo a los diferentes rpm, con las cuatro pruebas impuestas al principio de la investigación, en donde se puede apreciar los datos obtenidos con la implementación y sin la implementación de válvula, y la variación de combustible Extra y Super con los que nos ayudaremos para el análisis estadístico siguiente:

La potencia con y sin la implementación de la válvula ecológica Marclais y la variación de combustible Super y Extra en los vehículos de prueba se determina si existe alguna diferencia significativa a partir del método estadístico, donde se plantea una hipótesis en donde si el valor P es mayor que  $\alpha$ , no se rechazará la hipótesis nula, quiere decir que los promedios de la implementación de la válvula con la variación de combustibles Extra y Super será igual. Si el valor P es menor que  $\alpha$ , se rechazará la hipótesis nula, quiere decir que los promedios de la implementación de la válvula con la variación de combustibles Extra y Super serán diferentes.

- H0: Todas las medias son iguales
- H1: No todas las medias son iguales
- Nivel de significancia  $\alpha=0,05$

Con la ayuda del método estadístico Anova por un solo factor, para así determinar si existe una diferencia notable entre los grupos experimentales en cuanto a la Potencia, la tabla ANOVA descompone la varianza en dos componentes, un componente entre grupos y un componente intragrupo. En 2600 rpm la razón F en este caso es igual a 191.49 El valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Potencia con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. En 3600 rpm la razón F en este caso es igual a 616.876 El valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Potencia con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. En 4600 rpm la razón F en este caso es igual a 740.816 El valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Potencia con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. En 5600 rpm la razón F en este caso es igual a 24.7288 El valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Potencia con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza.

**Tabla 31-3:** ANOVA aplicado a los grupos experimentales de la Potencia.

	Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
2600 RPM	Entre Grupos	11	4154.31	377.664	191.49	0.000
	Intra Grupos	24	47.33	1.972		

	Total	35	4201.64			
3600	Entre Grupos	11	6785.64	616.876	419.01	0.000
RPM	Intra Grupos	24	35.33	1.472		
	Total	35	6820.97			
4600	Entre Grupos	11	8148.97	740.816	317.49	0.000
RPM	Intra Grupos	24	56	2.333		
	Total	35	8204.97			
5600	Entre Grupos	11	272.016	24.7288	406.50	0.000
RPM	Intra Grupos	24	1.460	0.0608		
	Total	35	273.476			

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para conocer las medias significativas se aplica la prueba de comparación de media, en este caso se aplica el LSD (Least Significant Difference) de Fisher con un nivel del 95% de confianza, en la tabla, Se muestra el resultado al aplicar el LSD, se evidencia que existe una notoria diferencia entre los vehículos teniendo en el Haval H5 el de mejor resultado debido a las diferentes características de los vehículos de prueba, se puede asimilar que existe una diferencia notable con la variación de combustibles Extra y Super en los vehículos de prueba hasta las 4600 rpm, teniendo un mejor rendimiento con el combustible extra, en las 5600 rpm no existe una diferencia muy notable, en la variación con y sin la válvula Marclais no existe diferencia significativa en los vehículos de prueba.

Este resultado coincide con los de (Guzmán et al, 2018), en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 2800 msnm determina “que utilizando las gasolinas que se comercializan alcanzó una potencia de 79.4 HP con Súper y 77.6 HP con Extra.” Los resultados de (Llerena, 2019), en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 2800 msnm donde determina “Se concluye que existe diferencia significativa entre las gasolinas, siendo el Súper G-Prix y Súper las de mejores resultados siendo mayores que el combustible Extra.” El autor (Martínez, 2020), en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 2800 msnm determina que “Se obtuvo resultados óptimos de potencia cuando se trabaja con las gasolinas de mayor octanaje: Súper y Súper G-prix, con relación a la gasolina extra que se comercializa en el país. Dando como resultado en torque un valor de 72hp y 74hp respectivamente muy cercano al expuesto en la ficha técnica del vehículo que es de 80hp”

**Tabla 32-3:** Método LSD del rendimiento de la Potencia.

LSD de Fisher y una confianza de 95% para la Potencia (2600 RPM)				LSD de Fisher y una confianza de 95% para la Potencia (3600 RPM)			
Variables	N	Media	Agrupación	Variables	N	Media	Agrupación
H5-SVMS	3	61.333	A	H5-SVMS	3	80.333	A
H5-CVMS	3	60.333	A B	H5-CVMS	3	79.000	A
H5-SVME	3	59.667	A B	H5-SVME	3	76.667	B
H5-CVME	3	58.33	B	H5-CVME	3	76.33	B
OP-SVMS	3	38.67	C	OP-SVMS	3	54.00	C
OP-CVME	3	38.000	C	OP-SVME	3	52.00	C D
OP-CVMS	3	38.00	C	OP-CVMS	3	51.33	D
AF-CVMS	3	38.000	C	OP-CVME	3	50.333	D
AF-SVMS	3	37.333	C D	AF-SVMS	3	47.667	E
OP-SVME	3	37.00	C D	AF-CVMS	3	47.667	E
AF-CVME	3	35.667	D	AF-CVME	3	46.333	E
AF-SVME	3	35.333	D	AF-SVME	3	46.00	E
LSD de Fisher y una confianza de 95% para la Potencia (4600 RPM)				LSD de Fisher y una confianza de 95% para la Potencia (5600 RPM)			
Variables	N	Media	Agrupación	Variables	N	Media	Agrupación
H5-SVMS	3	94.000	A	H5-SVMS	3	80.000	A
H5-CVMS	3	91.667	A B	H5-SVME	3	78.333	A B
H5-SVME	3	90.667	B C	H5-CVMS	3	76.67	A B C
H5-CVME	3	89.00	C	OP-SVMS	3	76.333	A B C
OP-SVMS	3	74.000	D	OP-CVMS	3	74.667	B C
OP-CVMS	3	72.00	D E	H5-CVME	3	74.67	C
OP-SVME	3	71.333	E	OP-CVME	3	73.67	C
OP-CVME	3	68.667	F	OP-SVME	3	72.67	C
AF-SVMS	3	56.000	G	AF-CVMS	3	50.667	D
AF-CVMS	3	55.667	G	AF-SVMS	3	50.333	D
AF-CVME	3	54.333	G H	AF-CVME	3	49.333	D
AF-SVME	3	53.00	H	AF-SVME	3	48.333	D

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

### 3.2.2 Rendimiento del Torque en los vehículos AF, H5, OP.

En la tabla 16-3, 21-3, 26-3 se encuentra los datos del torque de las tres repeticiones y el promedio de la potencia máxima que se obtuvo a los diferentes rpm, con las cuatro pruebas impuestas al principio de la investigación, en donde se puede apreciar los datos obtenidos con la implementación y sin la implementación de válvula, y la variación de combustible Extra y Super, con los que nos ayudaremos para el análisis estadístico siguiente:

El torque máximo con y sin la implementación de la válvula ecológica Marclais y la variación de combustible Super y Extra en los vehículos de prueba se determina si existe alguna diferencia significativa a partir del método estadístico, donde se plantea una hipótesis en donde si el valor P es mayor que  $\alpha$ , no se rechazará la hipótesis nula, quiere decir que los promedios de la implementación de la válvula con la variación de combustibles Extra y Super será igual. Si el valor P es menor que  $\alpha$ , se rechazará la hipótesis nula, quiere decir que los promedios de la implementación de la válvula con la variación de combustibles Extra y Super serán diferentes.

- H0: Todas las medias son iguales
- H1: No todas las medias son iguales
- Nivel de significancia  $\alpha=0,05$

Con la ayuda del método estadístico Anova por un solo factor, para así determinar si existe una diferencia notable entre los grupos experimentales en cuanto al Torque, la tabla ANOVA descompone la varianza en dos componentes, un componente entre grupos y un componente intragrupo. A 2600 rpm la razón F en este caso es igual a 191.49, el valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Torque con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. A 3600 rpm la razón F en este caso es igual a 419.01, el valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Torque con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. A 4600 rpm la razón F en este caso es igual a 740.816, el valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Torque con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza. A 4600 rpm la razón F en este caso es igual a 406.50, el valor P de la prueba F tenemos de 0,000, al ser menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Torque con y sin la implementación de la válvula Marclais y la variación de combustible Extra y Super, con un nivel del 95% de confianza.

**Tabla 33-3:** ANOVA aplicado a los grupos experimentales del Torque

	Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
2600 RPM	Entre Grupos	11	323.003	29.3639	190.13	0.000
	Intra Grupos	24	3.707	0.1544		
	Total	35	326.710			
3600 RPM	Entre Grupos	11	276.656	25.1506	439.52	0.000
	Intra Grupos	24	1.373	0.0572		
	Total	35	278.030			
4600 RPM	Entre Grupos	11	187.362	17.0329	322.73	0.000
	Intra Grupos	24	1.267	0.0528		
	Total	35	188.629			
5600 RPM	Entre Grupos	11	92.808	8.4370	73.90	0.000
	Intra Grupos	24	2.740	0.1142		
	Total	35	95.548			

Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

Para conocer las medias significativas se aplica la prueba de comparación de media, en este caso se aplica el LSD (Least Significant Difference) de Fisher con un nivel del 95% de confianza, en la tabla, Se muestra el resultado al aplicar el LSD, se evidencia que existe una notoria diferencia entre los vehículos teniendo en el Haval H5 el de mejor resultado debido a las diferentes características de los vehículos de prueba, se puede asimilar que existe una diferencia notable con la variación de combustibles Extra y Super en los vehículos de prueba en revoluciones bajas hasta las 3600 rpm, teniendo un mejor rendimiento con el combustible extra, en las 4600 y 5600 rpm no existe una diferencia muy notable, en la variación con y sin la válvula Marclais no existe diferencia significativa en los vehículos de prueba.

Este resultado coincide con los de (Guzman et al, 2018), en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 5800 msnm determina que “El torque usando la gasolina Súper produjo el mayor torque con 89.2 lb-ft mientras que la Extra produjo 86.8 lb-ft.” El autor (Martínez, 2020) en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 2800 msnm determina que “Se establece un funcionamiento óptimo de torque cuando se trabaja con las gasolinas de mayor octanaje: Súper y Súper G-prix, con relación a la gasolina extra que se comercializa en el país. Dando como resultado en torque un valor de 96N.m muy cercano al expuesto en la ficha técnica del vehículo que es de 110N.m” Los resultados de (Llerena, 2019), en su estudio realizado en la ciudad de Quito a 2800 msnm determina que “El análisis de los resultados de torque en el vehículo utilizado se observa un mejor

desempeño en el caso del uso de la gasolina Súper. En el caso de la gasolina Súper G-Prix se tiene resultados superiores a la gasolina Extra pero no llegan a tener la respuesta de la gasolina Súper convencional.”

**Tabla 34-3:** Método LSD del rendimiento del Torque.

LSD de Fisher y una confianza de 95% para el Torque (2600 RPM)				LSD de Fisher y una confianza de 95% para el Torque ((3600 RPM)			
Variables	N	Media	Agrupación	Variables	N	Media	Agrupación
H5-SVMS	3	17.0333	A	H5-SVMS	3	16.1667	A
H5-CVMS	3	16.733	A B	H5-CVMS	3	15.900	A
H5-SVME	3	16.5667	A B	H5-SVME	3	15.4667	B
H5-CVME	3	16.333	B	H5-CVME	3	15.300	B
OP-SVMS	3	10.767	C	OP-SVMS	3	10.900	C
OP-CVMS	3	10.633	C	OP-SVME	3	10.4333	D
OP-CVME	3	10.533	C	OP-CVMS	3	10.333	D
AF-CVMS	3	10.5000	C D	OP-CVME	3	10.067	D
AF-SVMS	3	10.433	C D E	AF-CVMS	3	9.600	E
OP-SVME	3	10.233	C D E	AF-SVMS	3	9.5667	E F
AF-SVME	3	9.8667	D E	AF-CVME	3	9.3333	E F
AF-CVME	3	9.800	E	AF-SVME	3	9.1667	F
LSD de Fisher y una confianza de 95% para el Torque (4600 RPM)				LSD de Fisher y una confianza de 95% para el Torque (5600 RPM)			
Variables	N	Media	Agrupación	Variables	N	Media	Agrupación
H5-CVMS	3	14.367	A	H5-SVMS	3	10.3333	A
H5-SVME	3	14.3000	A	H5-SVME	3	10.10	A B
H5-SVMS	3	14.0667	A	H5-CVMS	3	9.900	A B C
H5-CVME	3	14.067	A	OP-SVMS	3	9.8667	A B C
OP-SVMS	3	11.6333	B	OP-CVMS	3	9.6333	B C
OP-CVMS	3	11.300	B C	H5-CVME	3	9.633	B C
OP-SVME	3	11.1667	C D	OP-CVME	3	9.533	B C
OP-CVME	3	10.800	D	OP-SVME	3	9.367	C
AF-SVMS	3	8.833	E	AF-SVMS	3	6.600	D
AF-CVMS	3	8.8000	E	AF-CVMS	3	6.5333	D

AF-CVME	3	8.5333	E F	AF-CVME	3	6.3667	D
AF-SVME	3	8.400	F	AF-SVME	3	6.2333	D

**Realizado por:** (Flores C. y Sislema A., 2021)

## CONCLUSIONES

- Se logró fundamentar los principios de funcionamiento de la válvula ecológica Marclais, logrando un análisis más determinado de la afectación que tendría hacia los motores de combustión interna en relación con la potencia y su torque, con el fin de obtener la información necesaria para una correcta instalación en los tres vehículos utilizados, con los diferentes procedimientos y parámetros.
- Los diferentes combustibles aplicados para el análisis se determinan que hay cierta diferencia entre Súper y Extra por causas conocidas el octanaje que se presenta entre estos dos combustibles hace que el rendimiento del motor aumente como se presentan en el análisis que se realizó en el LSD donde mediante un grupo homogéneo de varianzas determina la diferencian entre las distintas variables.
- El combustible Súper presenta un mejor comportamiento de 4% al 7% de diferencia en la potencia en comparación al combustible Extra en los vehículos de prueba hasta los 4600 rpm, y a partir de ello hasta los 5600 rpm no se evidencia una gran diferencia.
- El combustible Súper presenta un mejor comportamiento de 5% al 6% de diferencia en el torque en comparación al combustible Extra en los tres vehículos de prueba hasta los 4600 rpm, y a partir de ello hasta los 5600 rpm no existe una gran diferencia.
- Con la implementación de la válvula ecológica Marclais se evidencia que no existe un incremento considerable en el Torque y la Potencia en los vehículos de prueba, por lo tanto, se descarta la hipótesis planteada de la efectividad de la válvula.

## RECOMENDACIONES

- Al momento de seleccionar los diferentes vehículos de prueba, se debe considerar que su sistema de alimentación sea el mismo ya que no es lo mismo realizar en vehículos de inyección electrónica que un vehículo a carburador.
- Al momento de realizar las pruebas respectivas en el banco de pruebas dinamométrico de cada vehículo, se debe tomar en cuenta su normativa y la calibración del banco de pruebas acorde a los parámetros que se vayan a estudiar ya que nos proporcionaría datos erróneos.
- Es necesario tener un régimen de repeticiones para la obtención de datos de cada una de las pruebas, ya que al tener un menor número de repeticiones se obtiene un mayor porcentaje de error en la investigación.
- Para las pruebas respectivas en el banco dinamométrico de cada vehículo, se debe buscar un método en el que los combustibles no se mezclen.
- Para un correcto análisis se debe sustentar estadísticamente el proceso de validación de datos.
- Los vehículos por utilizarse deben encontrarse en buenas condiciones de tal manera que se pueda concluir sobre el efecto de la válvula y no sobre defectos previos del automóvil.

## BIBLIOGRAFIA

**AEADE.** “Sector Automotor en cifras”. *Asociación de empresas automotrices del Ecuador* [En línea], 2020, (Ecuador) 1(48), p. 13. [Consulta: 9 julio 2021]. Disponible en: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2020/10/Boletin-Sector-en-cifras-48-resumen-en-espanol.pdf>

**AGUDELO, Ramiro; et al.** “Informe final Evaluación de Válvula Ecológica Marclais”. PDF Slide [En línea], 2010, (Colombia), pp. 4-11. [Consulta: 6 julio 2021]. Disponible en: <https://pdfslide.tips/amp/documents/informe-final-evaluacion-de-valvula-informe-de-pruebas-de-la-valvula-ecologica.html>

**ALDAS FLORES, José Diego, et al.** Estudio de torque y potencia con los combustibles locales [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. pp. 01-03. [Consultado: 2021-06-02]. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2410>

**ANDER EGG, E.** *Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social* [En línea]. Primera Edición. Córdoba-Argentina: Brujas, 2011. [Consulta: 07 Julio 2021]. Disponible en: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1594>

**ANDRADE AVALOS, Santiago Andrés & BELTRAN ROJAS, Cristian Fernando.** Estudio comparativo de torque y potencia en combustibles estatales distribuidos en la CAN a 2800 msnm [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. pp. 12-48 [Consulta: 2021-06-10]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1699>

**ARPAL, J.** “Aumento de par y potencia” *Revista DYNA* [en línea], 2004, (España) volumen (79), pp. 63-64. [Consulta: 02 junio 2021]. ISSN 0012-7361 Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=793971>

**BARROSO, J. et al.** “Some considerations about bioethanol combustion in oil-fired boilers”. *Journal Fuel Processing Technology* [en línea], 2010, 11(91), pp. 1537–1550. [Consulta: 04 junio 2021]. ISSN 0378-382. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/50804>

**BARDÁLEZ BARDÁLEZ, Alvaro Juan.** Estudio teórico del efecto de la altitud y la utilización de mezclas BX sobre el funcionamiento de motores encendidos por compresión [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Ciencias e Ingeniería, Mecánica. Lima-Peru. 2012. pp. 20-41. [ Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1535>

**BECERRA RIOFRIO, Marcos Santiago.** Estudio y análisis de la influencia de aditivos elevadores de octanaje en el funcionamiento de un motor de combustión interna en la ciudad de Quito [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador. 2016. pp. 05-37 [Consulta: 2021-06-09]. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14126>

**BRAVO VARGAS, Jaime Gustavo, & GUEVARA FLORES, Juan Carlos.** Estudio comparativo de torque y potencia en un vehículo CRDI a 0 y 2800msnm [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2017. pp. 01-45. [Consulta: 2021-06-04]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2365>

**BOSCH.** “Sistema de inyección electrónica”. *BOSCH* [En línea], 2010, pp. 16-19. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: [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)

**CABEZAS JARAMILLO, William Eduardo, & MOYANO MONTERO, Marco Javier.** Análisis de torque, potencias consumo de combustible y emisiones contaminantes a diferentes concentraciones de gasolina/etanol en un banco de pruebas motor corsa 1.6 LT. de la CIA [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 04-87. [Consulta: 2021-06-03]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/5637>

**CALDERON FUENTES, Luis Gonzalo.** Evaluación del comportamiento de motores de ciclo otto en un banco de pruebas, adaptando sistemas de combustible GLP para motores a carburador e inyección electrónica [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2010. pp. 01-127. [Consulta: 2021-06-04]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2127>

**CARGUA COLCHA, Fabián Alejandro, & CASTELO VALDIVIESO, Juan Carlos.** Determinación de la variación de par motor, potencia y pérdidas mecánicas en un motor de encendido provocado (MEP) en función de la presión atmosférica y temperatura ambiente a través del método de aceleración libre [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2017. pp. 03-120 [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17118>

**CASTILLO, Jairo., et al.** “Determinación del torque y Potencia de un motor de combustión interna a gasolina mediante el uso de bujía con sensor de presión adaptado y aplicación de un modelo matemático”. *Revista Politécnica* [en línea], 2017, (Ecuador) 39(1), pp. 49–57 [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 2477-8990. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292017000100049](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292017000100049)

**CASTAÑO, Diego Alberto, PATIÑO JARAMILLO, Gustavo Adolfo.** Estudio de los factores que inciden en el desempeño de motores de encendido provocado (MEP) convertidos a gas natural [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis Doctoral) Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 2003. pp. 34-46 [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10495/649>

**CHANGHUI, W, ZHIYUAN, L.** “A LPV adaptive observer approach to calibrate MAF sensor map in diesel engine”. *Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)* [en línea], 2015, (Japón) (54) pp. 1375-1380. [Consulta: 06 junio 2021]. ISBN 978-4-9077-6448-7. Disponible en: 10.1109/SICE.2015.7285416

**CONDO ULLOA, Carlos Andrés, & MANZANO VALENCIA, Marco Vinicio.** Análisis de resultados de la medición de emisiones contaminantes y consumo de combustible del vehículo Chevrolet optra mediante la implementación de una válvula marclais aplicado en la ciudad de Riobamba [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 04-30. [Consulta: 2021-06-04].

**EGAS ÁVILA, Daniel Andrés, & PINO PÓLIT, Miguel Ángel.** Análisis comparativo de torque y potencia de las diferentes etapas evolutivas del sistema de entrega de combustible [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2020. pp. 04-10. [Consulta: 2021-06-06]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4178>

**EP-PETROECUADOR.** Más de 1.258 millones de galones de gasolinas fueron despachados por EP Petroecuador para el sector automotor durante 2019 [Blog]. Ecuador: 6 de enero 2020. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=7980>

**FALLAS, J.** *Análisis de varianza: Comparando tres o más medias* [en línea]. Costa Rica: Universidad para la cooperación Internacional, 2012. [Consulta: 07 julio 2021]. Disponible en: <http://www.ucipfg.com>

**GALARRAGA VINUEZA, Jorge Eduardo.** Rendimiento y emisiones de un vehículo m1, con inyección Indirecta agregada de mezcla agua-metanol en condiciones de altitud [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2020. pp. 04-54. [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4198>

**GALLEGO CASTILLO, Juan Felipe, et al.** Desarrollo de pruebas de carretera para caracterizar la pérdida de potencia en motores de combustión interna de vehículos de calle, debida al cambio en presión atmosférica [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. 2014. pp. 07-12. [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16447/u686726.pdf?sequence=1>

**GARCÍA BERMÚDEZ, José Andrés.** Análisis de curvas de potencia y torque del motor J3 crdi del Hyundai terracan GL EX en el uso de combustible Diesel de diferentes proveedores [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2017. pp. 10-50. [Consulta: 2021-06-07]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1929>

**Genta, G., et al.** *El automóvil: pasado, presente y futuro* [en línea]. New York: Springer Science & Business Media, 2014. [Consulta; 06 junio 2021]. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KxTHBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Genta,+G.,+Morello,+L.,+Cavallino,+F&ots=WKX\\_dAu7HG&sig=STzffFouqAjHustYdLmdzLaIr7c#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KxTHBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Genta,+G.,+Morello,+L.,+Cavallino,+F&ots=WKX_dAu7HG&sig=STzffFouqAjHustYdLmdzLaIr7c#v=onepage&q&f=false)

**GONZALEZ, R. et al.,** “Influencia de los combustibles en el funcionamiento de los motores de combustión interna”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* [en línea], 1987, (Cuba) 19(1), pp. 01-08. [Consulta: 07 junio 2021]. ISSN 2071-0054. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100001&lng=es&nrm=iso)

**GONZÁLES SALAZAR, Luis Hernán.** Estudio y Análisis de curvas de eficiencia y desempeño del motor DOHC J20 2.0L del Grand Vitara 2010 DLX con combustible súper. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 03-45. [Consulta: 2021-06-07]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1014>

**GUZMÁN, A., et al.** “Estudio del rendimiento dinámico de un motor Otto utilizando mezclas de dos tipos de gasolinas Extra y Súper”. *Enfoque UTE* [en línea], 2018, (Ecuador) 9(4), pp. 208-220. [Consulta: 04 junio 2021]. ISSN 1390-6542. Disponible en: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.335>.

**HERRERA BURGOS, Daniel Gerardo & CABRERA JARAMILLO, Andrés Gerardo.** Estudio de las variables físicas en condiciones de presiones según la CAN con el sensor MAP en un automóvil [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2010. pp. 04-10. [Consulta: 2021-06-04]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1732>

**INEC.** “Anuario de estadística de transporte 2018”. *Inec transporte*, 2019, (Ecuador), pp. 7-13.

**LAPUERTA, M., et al.** Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 1: Funcionamiento. *Información tecnológica* [en línea], 2006, (Chile) 17 (5), pp. 21-30. [Consulta: 08 junio 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000500005>.

**LAPUERTA, M., et al.** Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. Parte 2: Motores diésel. *Inf. tecnol.* [en línea], 2006, (Chile) 17 (5), pp. 31-41. [Consulta: 08 junio 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000500006>

**LEGUISAMO MILLA, Julio César.** Estudio del funcionamiento de un motor de inyección directa a gasolina en diferentes alturas con respecto al nivel del mar [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2016. pp. 04-72 [Consulta: 2021-06-08]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16475>

**LEGUISAMO, Julio; et al.** “Estratificación de un motor de inyección directa a gasolina al variar la altitud. Revista Ciencia UNEMI”. *Dialnet* [en línea], 2019, (Ecuador) 12(30), pp. 46-56. [Consulta: 06 junio 2021]. ISSN-e 1390-4272. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7067108>

**LOOR MIÑO, Carlos Alfredo.** Estudio y análisis de curvas de eficiencia y desempeño del Chevrolet Aveo emoción 2015 con motor 1.6L usando combustible súper [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 05-49 [Consulta: 2021-06-08]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1012>

**MANTILLA G., et al.** “Desempeño y emisiones de un motor de combustión interna con combustible dual Diesel-Gas natural”. *Ingeniería Energética* [en línea], 2015, (Colombia) 36 (1), pp. 27-37. [Consulta: 06 junio 2021]. ISSN 1815-5901. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v36n1/rie04115.pdf>

**MARCLAIS.** Información General [Blog]. Bogotá-Colombia. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://www.marclais.com/producto.php#contenido>

**MARTÍNEZ CORAL, Jorge Enrique & ROBLES MORILLO, Luis Fernando.** Estudio del comportamiento de las variables de un motor de inyección electrónica respecto a la altura sobre el nivel del mar [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito Ecuador. 2019. pp. 04-61 [Consulta: 2021-06-06]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8478>

**MELO, Ahmed., et al.** “Evaluación de un motor de encendido por chispa trabajando con mezclas etanol-gasolina”. *Energética* [en línea], 2012, (Cuba) 33(2), pp. 94-102. [Consulta: 06 junio 2021]. ISSN 1815-5901 Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1815-5901&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=1815-5901&lng=es&nrm=iso)

**MIRALLES, José., et al.** “Efecto de la Relación de Compresión en el Rendimiento de Motores de Combustión Interna a diferentes Altitudes”. *Información tecnológica* [en línea], 2015, (España) 26(4), pp. 63-74. [Consulta: 02 junio 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000400009>

**MINITAB.** Aprovecha el poder de las estadísticas [Blog]. 2021. [Consulta: 6 julio 2021]. Disponible en: [https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/documents/brochures/Minitab-Brochure\\_ES.pdf](https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/documents/brochures/Minitab-Brochure_ES.pdf)

**MORENO JHOAN, Esteban Olivaros.** Validación de modelo de estimación de desempeño en motores de combustión interna (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, México. 2012. pp. 04-90.

**MURILLO, J.** “Métodos de Investigación de enfoque Experimental”. *Métodos de investigación en Educación Especial* [en línea], 2011. [Consulta: 08 julio 2021]. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

**NORIEGA LÓPEZ, M., et al.** “Excel como una herramienta asequible en la enseñanza de la Estadística”. *Redalyc* [en línea], 2006, (España) 7(1), pp. 03-10. [Consulta: 13 julio 2021]. ISSN 1138-9737. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201021084007>

**NTE INEN 0960.** *Vehículos automotores: Determinación de la potencia eta del motor*, 2<sup>da</sup> ed. Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1984.

**ORDAN SANZ, J., et al.** *Métodos estadísticos y econométricos en la empresa y para finanzas* [en línea]. Montevideo: Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide, 2010. [ Consulta: 07 julio 2021]. Disponible en: <https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/362>

**PARADA RUIZ, Esteeven Paúl, & VILLALBA RAMÍREZ, Rafael Andrés.** Evaluar el comportamiento del combustible ecopais a una altura mayor de 2500 msnm y su comparativa con el combustible extra y E10 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 03-64. [Consulta: 2021-06-07]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5229>

**PAREDES BALLESTEROS, Bryan Gustavo & VILLAMARÍN NARVÁEZ, Washington David.** Análisis comparativo de torque y potencia en motores de encendido por compresión con el uso de diésel convencional y biocombustibles con mezclas B10 y B15 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2021. pp. 16-34. [Consulta: 2021-06-08]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10852>

**PAYRI, F., & DESANTES F.** *Motores de combustión interna alternativos* [en línea]. Valencia-España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2011. [Consulta: 2021-06-09]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/70998>

**PAZ MONTUFAR, P., et al.** “Caracterización y comparación del modelo termodinámico Otto y cima para la predicción de torque, potencia y consumo de un motor de combustión interna SI y validación experimental”. *Ciencia Digital* [en línea], 2018, (Ecuador) 2(2), pp. 581-605. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN: 2602-8085. Disponible en: : <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i2.121>

**PAZ MONTUFAR, P., et al.** “Análisis de los factores de emisión dinámicos para el vehículo Toyota Hi Lux con motor de Ciclo Otto SI para altitudes superiores a los 2500 metros”. *Ciencia Digital* [en línea], 2019, (Ecuador) 3(2), pp. 602-619. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN: 2602-8085. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.469>

**PEÑAFIEL VEGA, Mario Andrés & REINOSO GARCÍA, Marco Antonio.** Estudio de la inyección de combustible controlada electrónicamente, en función a la altura, en motores Diesel con sistemas Common Rail [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. 2019. pp. 02-60. [Consulta: 2021-06-14]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3573>

**PITA FERNÁNDEZ, S. & PÉRTEGAS DÍAZ, S.** Investigación cuantitativa y cualitativa. Cad aten primaria, 2002, vol. 9, no 76-8.

**PLAGIARO ROMERO, F.** “Metodología de la investigación”. *Revista Digital de Investigación*, 1(1) (2020), (Paraguay) pp. 2-18. (10.13140/RG.2.2.34361.31843)

**ROCHA-HOYOS, J., et al.** “Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible”. *Información tecnológica* [en línea], 2018, (Ecuador) 29(5), pp. 325-334. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500325>

**ROCHA-HOYOS, J., et al.** “Incidencia del uso de gasolina extra y mezcla al 5% con etanol anhidro en los microfiltros de los inyectores multipunto”. *Información Tecnológica* [en línea], 2019, (Ecuador) 10(2), pp. 28-38. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 1390-6542. Disponible en: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n2.430>

**RODRIGO AMAT, Joaquín.** *Anavo análisis de varianza para comparar múltiples medias* [blog]. [Consulta: 06 julio 2021]. Disponible en: [https://www.cienciadedatos.net/documentos/19\\_anova#ANOVA\\_de\\_dos\\_v%C3%ADas\\_para\\_datos\\_independientes](https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova#ANOVA_de_dos_v%C3%ADas_para_datos_independientes)

**SAE J1349:2012.** *Certified power A fair, impartial and accurate way for the mobility industry to accurately measure and report engine horsepower and torque.*

**SANCHEZ FLORES, F.** “Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos”. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* [en línea], 2020, (Perú) 13(1), pp. 102-122. [Consulta: 06 julio 2021]. ISSN 2223-2516 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

**SENTHIL KUMAR, M., et al.** “Experimental investigations on the use of preheated animal fat as fuel in a compression ignition engine”. *Journal Renewable Energy* [en línea], 2005, 30(9), pp. 1443–1456 [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 0960-1481. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.11.003>

**SOARES, S, & SODRÉ, J.** “Efectos de la temperatura y la presión atmosférica sobre el rendimiento de un vehículo”. *Journal of Automobile Engineering* [en línea], 2002, 216 (6), pp. 473-477. [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <https://doi.org/10.1243/09544070260137499>

**TAPIA CABRERA, Galo Xavier.** Análisis de las curvas de eficiencia y desempeño de motor del vehículo Chevrolet esteem 1.6 l con el uso de combustible ecopais [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 02-60. [Consulta: 2021-06-14]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1033>

**TECNOAUTOS.** Ficha técnica del Chevrolet Optra 1.8 Lt seda/salón ensamblado en 2009 [Blog]. 11 de junio, 2011. [Consulta: 6 julio 2021]. Disponible en: <https://tecnoautos.com/automoviles/fichas-tecnicas/ficha-tecnica-del-chevrolet-optra-1-8-lt-sedan-saloon-ensamblado-en-2009/>

**TECNOAUTOS.** Ficha técnica del Chevrolet Aveo family seda/salón ensamblado en 2015 [Blog]. 11 de junio, 2011. [Consulta: 6 julio 2021]. Disponible en:

<https://tecnoautos.com/automoviles/fichas-tecnicas/ficha-tecnica-del-chevrolet-optra-1-8-lt-sedan-saloon-ensamblado-en-2009/>

**TIPANLUISA, L., et al.** “Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de dos Calidades”. *Información tecnológica* [en línea], 2017, (Ecuador) 28(1), pp. 03-12. [Consulta: 13 junio 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100002>

**TORRES, Jaime., et al.**, “Estudio de la mezcla de gasolina con 10% de Etanol anhidro evaluación de propiedades fisicoquímicas”. *CTF Cienc. Tecnol. Futuro* [en línea], 2002, (Colombia) 2(3), pp. 71-88. [Consulta: 06 junio 2021]. ISSN 2382-4581. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-53832002000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53832002000100007)

**VALDIVIESO CASTELO, J., et al.** “Estudio comparativo de potencia, torque y emisiones contaminantes en un motor de combustión interna de encendido provocado (MEP) con combustible extra, e5 y e10 a una altura de 2700 MSNM”. *Infociencia* [en línea], 2019, (Ecuador) 11(1), pp. 132-138. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/Infociencia/article/view/1024/xml>.

**VILLARREAL CARHUAS, Doly Elizabeth.** Diseño e implementación del sistema de control electrónico para optimizar el rendimiento de un motor de combustión interna utilizado en competencias de aceleración [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. 2020. pp. 21-116 [Consulta: 2021-06-02]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3527>

**XIAOPING, Bi., et al.** “Predicción del rendimiento del motor diésel turboalimentado del vehículo en altitud”. *Documento técnico SAE* [en línea], 1996, (United State of America), pp. 57-64 [ Consulta: 02 junio 2021]. ISSN 0148-7191 Disponible en: <https://doi.org/10.4271/961826>

**ZERVAS, E.** “Impacto de la altitud en el consumo de combustible de un turismo de gasolina”. *ScienceDirect* [en línea], 2011, (Grecia) 90(6), pp. 2340-2342. [ Consulta: 02 junio 2021]. ISSN 0016-2361. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.02.004>

## ANEXOS

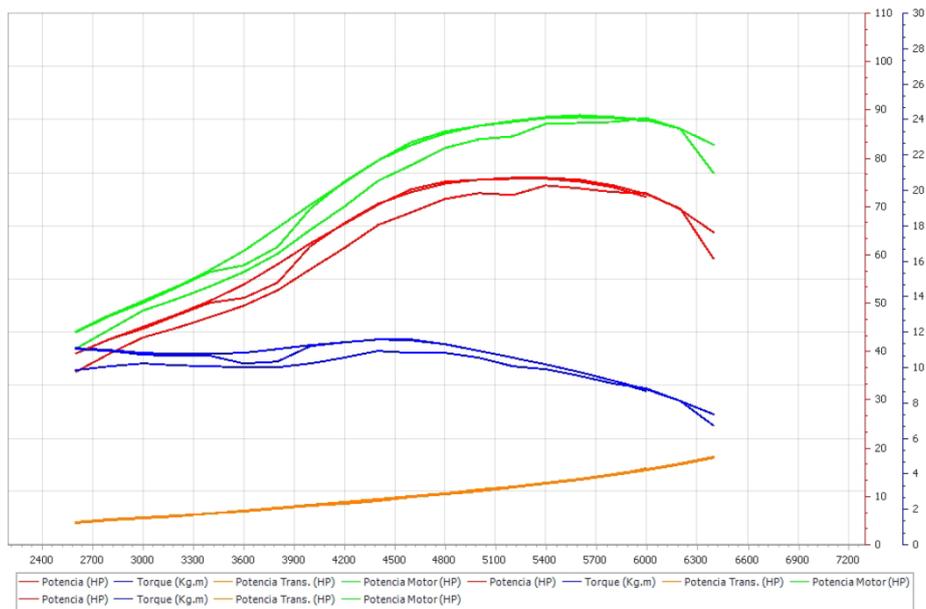
### ANEXO A: INTERFAZ DEL DINAMÓMETRO DE RODILLO, DATOS EN VIVO.



Realizado por: (Flores C. y Sislema A., 2021)

### ANEXO B: DATOS EXTRAÍDOS MEDIANTE EL DINAMÓMETRO.

Ciente  
Motor



Fecha 29/05/2021 9:37:05  
 Cliente  
 Motor

## Tabla de Valores



Ensayo		Variable		OPTRA 0001416				OPTRA 0001417	
RPM	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia Trans. (HP)	Torque (Kg.m)	Potencia (HP)	Potencia Motor (HP)	Potencia		
2600	36	40,4	4,6	9,8	39	43,9			
2800	39	44,5	5,1	10,1	43	47,4			
3000	43	48,4	5,5	10,2	45	50,4			
3200	45	50,8	6,0	10,1	48	53,5			
3400	47	53,4	6,4	10,0	50	56,8			
3600	49	56,4	7,0	10,0	54	60,7			
3800	53	60,2	7,5	10,0	58	65,5			
4000	57	65,1	8,1	10,2	62	70,3			
4200	61	70,0	8,7	10,6	66	74,9			
4400	66	75,4	9,3	10,9	70	79,5			
4600	69	78,6	9,9	10,8	74	83,3			
4800	72	82,1	10,6	10,8	75	85,4			
5000	73	84,0	11,3	10,5	76	86,6			
5200	72	84,4	12,0	10,1	76	87,7			
5400	74	87,0	12,8	9,9	76	88,6			
5600	74	87,3	13,6	9,5	75	88,9			
5800	73	87,4	14,5	9,1	74	88,6			
6000	73	88,2	15,5	8,8	72	87,8			
6200	69	86,1	16,7	8,1	69	86,0			
6400	65	82,7	18,1	7,3	59	76,8			
6600	33	52,2	19,1	3,7	32	32,2			
Promedio	66	81,6	15,8	8,1	65	78,4			

Realizado por: (Flores C. y Sislega A., 2021)

### ANEXO C: TABULACIÓN DE DATOS MEDIANTE EL PROGRAMA MINITAB.

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,62467	97,15%	95,84%	93,58%

Medias

Variables	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AF-CVME	3	50,667	0,577	(47,539; 53,794)
AF-CVMS	3	49,333	0,577	(46,206; 52,461)
AF-SVME	3	50,333	1,528	(47,206; 53,461)
AF-SVMS	3	48,333	0,577	(45,206; 51,461)
H5-CVME	3	76,67	2,52	(73,54; 79,79)
H5-CVMS	3	74,67	2,89	(71,54; 77,79)
H5-SVME	3	80,000	1,000	(76,872; 83,128)
H5-SVMS	3	78,333	0,577	(75,206; 81,461)
OP-CVME	3	74,667	0,577	(71,539; 77,794)
OP-CVMS	3	73,67	2,52	(70,54; 76,79)
OP-SVME	3	76,333	0,577	(73,206; 79,461)
OP-SVMS	3	72,67	7,51	(69,54; 75,79)

Desv.Est. agrupada = 2,62467

Comparaciones en parejas de Fisher

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Variables	N	Media	Agrupación
H5-SVME	3	80,000	A
H5-SVMS	3	78,333	A B
H5-CVME	3	76,67	A B C
OP-SVME	3	76,333	A B C
OP-CVME	3	74,667	B C
H5-CVMS	3	74,67	B C
OP-CVMS	3	73,67	C
OP-SVMS	3	72,67	C
AF-CVME	3	50,667	D
AF-SVME	3	50,333	D
AF-CVMS	3	49,333	D
AF-SVMS	3	48,333	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Realizado por: (Flores C. y Sislega A., 2021)

## ANEXO D: TABULACIÓN DE DATOS MEDIANTE EL PROGRAMA STATGRAPHICS.

Archivo Editar Graficar Describir Comparar Relacionar Pronósticos CEP DDE SnapStats! Herramientas Ver Ventana Ayuda

Etiqueta:      Fila:

Libro de Datos  
 StatAdvisor  
 StatGallery  
 StatReporter  
 Comentarios del StatFolio  
 Atributos del Diseño Fact  
 Analizar Experimento -

Analizar Experimento -  
 Variable dependiente: POTENCIA (HP)  
 Factor: Variables  
 Número de observaciones: 48  
 Número de niveles: 16

**Resumen Estadístico para POTENCIA**

Variables	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo
AF-CVME (2600 RPM)	3	38,0	1,0	2,63158%	37,0
AF-CVME (3600 RPM)	3	47,6667	0,57735	1,21122%	47,0
AF-CVME (4600 RPM)	3	55,6667	0,57735	1,03716%	55,0
AF-CVME (5600 RPM)	3	50,6667	0,57735	1,13951%	50,0
AF-CVMS (3600 RPM)	3	35,6667	0,57735	1,61874%	35,0

**Tabla ANOVA para POTENCIA por Variables**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2156,98	15	143,799	255,64	0,0000
Intra grupos	18,0	32	0,5625		
Total (Corr.)	2174,98	47			

**El StatAdvisor**  
 La tabla ANOVA descompone la varianza de POTENCIA en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 255,642, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de POTENCIA entre un nivel de Variables y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuales medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

**Tabla de Medias para POTENCIA por Variables con intervalos de confianza del 95,0%**

Variables	Cateto	Medio	Error Est	Limite Inferior	Limite Superior
AF-CVME (2600 RPM)	3	38,0	0,433013	37,3763	38,6237
AF-CVME (3600 RPM)	3	47,6667	0,433013	47,043	48,2903
AF-CVME (4600 RPM)	3	55,6667	0,433013	55,043	56,2903
AF-CVME (5600 RPM)	3	50,6667	0,433013	50,043	51,2903
AF-CVMS (2600 RPM)	3	35,6667	0,433013	35,043	36,2903
AF-CVMS (3600 RPM)	3	46,3333	0,433013	45,7097	46,957
AF-CVMS (4600 RPM)	3	54,3333	0,433013	53,7097	54,957
AF-CVMS (5600 RPM)	3	49,3333	0,433013	48,7097	49,957
AF-SVME (2600 RPM)	3	37,3333	0,433013	36,7097	37,957

Realizado por: (Flores C. y Sislera A., 2021)