



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“ANÁLISIS DEL CONSUMO ADICIONAL DE COMBUSTIBLE QUE GENERA EL USO DEL AIRE ACONDICIONADO A LOS USUARIOS EN VEHÍCULOS LIVIANOS EN UNA RUTA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

BARBECHO RODRÍGUEZ ROBINSON MANUEL

ROSERO ALMEIDA BRAYAN NORBEY

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“ANÁLISIS DEL CONSUMO ADICIONAL DE COMBUSTIBLE QUE GENERA EL USO DEL AIRE ACONDICIONADO A LOS USUARIOS EN VEHÍCULOS LIVIANOS EN UNA RUTA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: BARBECHO RODRÍGUEZ ROBINSON MANUEL

ROSERO ALMEIDA BRAYAN NORBEY

DIRECTOR(A): ING. JUAN CARLOS ROCHA HOYOS

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Robinson Manuel Barbecho Rodríguez; Brayan Norbey Rosero Almeida

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, ROBINSON MANUEL BARBECHO RODRÍGUEZ Y BRAYAN NORBEY ROSERO ALMEIDA 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, 14 de marzo 2022



Robinson Manuel Barbecho Rodríguez
060535185-7



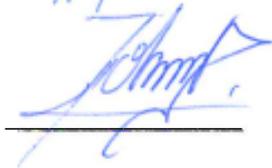
Brayan Norbey Rosero Almeida
040156854-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DEL CONSUMO ADICIONAL DE COMBUSTIBLE QUE GENERA EL USO DEL AIRE ACONDICIONADO A LOS USUARIOS EN VEHÍCULOS LIVIANOS EN UNA RUTA EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por los señores: **ROBINSON MANUEL BARBECHO RODRÍGUEZ** y **BRAYAN NORBEY ROSERO ALMEIDA**, 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. Juan Carlos Castelo Valdivieso PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-03-14
Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-03-14
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MIEMBRO DE TRIBUNAL		2022-03-14

DEDICATORIA

Lleno de regocijo dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a mis padres, Manuel Barbecho y Ana Rodríguez, porque sin ellos no hubiese logrado esta meta, porque siempre me han apoyado y nunca dejaron de creer en mí. Queridos padres este trabajo es para ustedes, los amo.

Con mucha satisfacción dedico también el presente trabajo de titulación a mis queridos hermanos Maribel y Gustavo, por brindarme siempre su apoyo incondicional y su confianza durante el transcurso de mi vida.

ROBINSON

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios por guiarme en toda mi vida para seguir adelante y no decaer. A mis padres Nolberto Rosero y Damariz Almeida por su apoyo incondicional donde sus consejos fueron de vital importancia para poder cumplir este objetivo, a mis hermanas, Fernanda y Erika por siempre estar apoyándome incondicionalmente, a mi hermano, Fernando por ser el mejor amigo, por apoyarme y ayudarme a lo largo de este camino, por siempre caminar a mi lado brindándome su cariño y su ayuda.

A mis abuelitos, Pedro e Inés por creer siempre en mí y darme todo el cariño y apoyo moral a lo largo de mi vida, a mi abuelita Beatriz, que desde el cielo me protege, a mi tía Cecilia por siempre aconsejarme para ser una persona de bien con buenos valores, a mis tíos por siempre brindarme la confianza, de alcanzar las metas propuestas.

Finalmente, a mis amigos que son parte de mi familia por siempre estar presente en los momentos difíciles ayudándome a seguir adelante con sus palabras de aliento, y nunca hacerme sentir que estoy solo.

BRAYAN

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios y a la virgen María por bendecirme con una familia hermosa, por regalarme la salud, la vida y sabiduría para enfrentarme a los retos de la vida día tras día, gracias a mi familia, especialmente mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente en todo proyecto de mi vida, por ser el pilar fundamental durante todo el trayecto de mi preparación académica. Gracias a mis padres por forjarme como persona de bien, por esas palabras de aliento, por esos consejos recibidos en el transcurso de mi vida.

Agradezco también a la gloriosa y emblemática Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme ser parte de ella y darme la oportunidad de prepararme en tan prestigiosa carrera, a todos quienes hacen la Escuela de Ingeniería Automotriz por los conocimientos impartidos que serán útiles en la vida profesional.

ROBINSON

Agradezco a mi familia por ser los pilares fundamentales en mi vida, por tener el carácter para direccionarme y llevarme por el buen camino, por los consejos que siempre me los han brindado en el marco del amor y respeto.

Agradezco a la Magnífica institución la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de mejorar como persona y convertirme en un excelente profesional siendo útil a la sociedad.

Agradezco a todos quienes hacen parte de la Escuela de ingeniería Automotriz por brindarme los conocimientos necesarios para mejorar, a mi director y asesor quien me ayudaron a realizar este proyecto, por sus consejos que nos serán útiles para aplicarlos en la vida profesional.

BRAYAN

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVII
RESUMEN.....	XVIII
SUMMARY.....	XIX
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Planteamiento del problema	4
1.3	Formulación del problema de investigación.....	5
1.4	Delimitación del problema	5
1.5	Justificación.....	5
1.5.1	<i>Justificación teórica</i>	5
1.5.2	<i>Justificación metodológica</i>	10
1.5.3	<i>Justificación practica</i>	10
1.6	Objetivos.....	11
1.6.1	Objetivo general	11
1.6.2	Objetivos específicos	11
1.7	Hipótesis	11
1.8	Resumen de la propuesta de trabajo investigativo	11
1.9	Estado de arte.....	12
1.9.1	<i>Consumo de combustible con y sin A/C</i>	13
1.9.2	<i>Impacto ambiental que genera el uso del aire acondicionado</i>	25
1.9.3	<i>Factores que influyen al consumo de combustible</i>	25
1.9.4	<i>Consumo de combustible en sistemas de aire acondicionado</i>	26
1.9.5	<i>Temperatura del habitáculo</i>	27
1.9.6	<i>Consumo de Combustible del mundo en condiciones reales de tráfico</i>	28

CAPITULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	31
2.1	Método de investigación.....	31
2.2	Método científico	31
2.3	Metodología de la investigación	33
2.4	Flujograma general de la investigación	34
2.5	Planificación de la investigación	35
2.5.1	<i>Determinación de la ruta de conducción</i>	35
2.5.2	<i>Determinación de los vehículos de prueba.....</i>	37
2.5.3	<i>Verificación del estado de funcionamiento de los vehículos</i>	39
2.5.4	<i>Instalación del adaptador ELM327 para toma de datos.....</i>	40
2.5.5	<i>Instalación del tanque cánister Liqui Moly</i>	46
2.6	Desarrollo de la investigación	49
2.6.1	<i>Procedimiento para la toma de datos</i>	49
2.6.2	<i>Antes de la prueba</i>	50
2.6.3	<i>Durante la prueba</i>	50
2.6.4	<i>Después de la prueba.....</i>	51
2.6.5	<i>Hoja de registro de datos</i>	51

CAPÍTULO III

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
3.1	Resultados	53
3.1.1	<i>Resultados obtenidos a través de la aplicación Torque pro por medio de conector ELM327 (OBDII).....</i>	53
3.1.1.1	<i>Grado de la Carretera.....</i>	53
3.1.1.2	<i>Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19R) con númerode motor l2b181023610</i>	54
3.1.1.3	<i>Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19R) con númerode motor l2b181023610 con el sistema de aire acondicionado encendido.....</i>	55
3.1.1.4	<i>Régimen de motor vs Carga de motor en Sa19R A/C apagado</i>	56
3.1.1.5	<i>Régimen del motor vs carga con A/C encendido</i>	57
3.1.1.6	<i>Aceleración Vs Distancia con A/C apagado.....</i>	58
3.1.1.7	<i>Aceleración vs Distancia con A/C encendido.....</i>	59
3.1.1.8	<i>Velocidad vs consumo con A/C Apagado</i>	59
3.1.1.9	<i>Velocidad vs consumo con A/C Encendido.....</i>	60

3.1.1.10	<i>Tiempos de Prueba Tiempo de Prueba con A/C apagado</i>	61
3.1.1.11	<i>Tiempo de Prueba con A/C encendido</i>	62
3.1.2	<i>Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19B) con número de motor-l2b180303677</i>	64
3.1.2.1	<i>Resultados con el sistema de A/C desactivado</i>	64
3.2	Distancia vs velocidad de las pruebas en el vehículo Sa19B sin A/C	65
3.3	Régimen del motor vs carga del motor con A/C Apagado	65
3.4	Aceleración vs Distancia A/C Apagado	66
3.5	Velocidad vs Consumo con A/C Apagado	67
3.6	Tiempo de pruebas con A/C Apagado	68
3.6.1	<i>Resultados con el sistema de A/C activado</i>	69
3.7	Velocidad vs distancia con el sistema A/C encendido	69
3.8	Carga del motor vs carga del motor A/c Encendido	70
3.9	Aceleración vs distancia con el sistema de A/C Encendido	71
3.10	Velocidad vs Consumo A/C Encendido	72
3.11	Tiempo de prueba	73
3.11.1	<i>Resultados obtenidos en el vehículo de prueba modelo Kia Rio 2017 1.4(RIO17B)</i> 76	
3.11.1.1	<i>Resultados en el vehículo RIO17B con el sistema de A/C apagado</i>	76
3.12	Velocidad vs Distancia vehículo RIO17B A/C Apagado	76
3.13	Velocidad vs distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C encendido	77
3.14	Carga del Motor vs Régimen del motor del vehículo de prueba RIO17B con sistemade A/C Apagado	78
3.15	Carga del motor vs Régimen del motor del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido	79
3.16	Aceleración vs Distancia del vehículo RIO2017B con sistema A/C apagado	79
3.17	Aceleración vs distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C Encendido	80
3.18	Velocidad vs consumo del vehículo de prueba RIO17B con A/C Apagado.	81
3.19	Velocidad vs consumo del vehículo RIO17B con A/C Encendido	82
3.20	Tiempos de prueba del vehículo RIO17B con A/C apagado	82
3.21	Tiempos de prueba del vehículo RIO17B con A/C Encendido	83
3.21.1	<i>Resultados obtenidos en el vehículo de prueba modelo Kia Rio 1.4 2019(RIO19B)</i> 85	
3.22	Velocidad vs Distancia A/C Apagado	86
3.23	Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B A/C Encendido	86
3.24	Régimen del motor vs Estado de carga del motor del vehículo RIO19B sin A/C .87	

3.25	Régimen del motor vs Estado de carga del motor del vehículo RIO19B con A/C	88
3.26	Aceleración vs Distancia del vehículo RIO19B con A/C apagado.....	88
3.27	Aceleración vs Distancia del vehículo RIO19B con sistema A/C Encendido	89
3.28	Velocidad vs Consumo del vehículo de prueba RIO19B con sistema A/C Apagado.....	90
3.29	Velocidad Vs Consumo de vehículo RIO19B con sistema A/C encendido.....	90
3.30	Tiempos de prueba del vehículo RIO19B con A/C Apagado	91
3.31	Tiempos de prueba del vehículo RIO19B con el sistema de A/C apagado.....	91
3.31.1	<i>Resultados obtenidos a través del cánister</i>	94
3.32	Discusión de resultados.	95
3.32.1	<i>Rendimiento de combustible instantáneo en los vehículos de prueba</i>	95
3.32.1.1	<i>Rendimiento de combustible instantáneo por OBD II en los vehículos de prueba</i>	95
3.32.2	<i>Rendimiento de combustible instantáneo por Tanque en los vehículos de prueba</i>	100
3.32.3	<i>Comparación entre métodos de medición OBD II y Tanque</i>	104
3.32.4	<i>Rendimiento de combustible a largo plazo en los vehículos de prueba</i>	105
	CONCLUSIONES	110
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Datos de tiempo de inyección con la activación del aire acondicionado.....	16
Tabla 2-1: Consumo de combustible en ruta urbana.....	20
Tabla 3-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor.....	21
Tabla 4-1: Consumo de combustible, ruta Ambuquí – Juncal.....	22
Tabla 5-1: Consumo de combustibles, ruta Tonsupa – Súa.	23
Tabla 6-1: Consumo de combustible.	24
Tabla 1-2: Puntos de control de la ruta	36
Tabla 2-2: Características del vehículo Chevrolet Sail evaluado.....	37
Tabla 3-2: Características del vehículo Chevrolet Sail evaluado.....	38
Tabla 4-2: Características del vehículo Kia Rio evaluado	38
Tabla 5-2: Características del vehículo 2 Kia Rio Evaluado.....	39
Tabla 6-2: Tabla de comprobación del estado de Vehículos.....	39
Tabla 7-2: Características Dispositivo ELM 327.....	40
Tabla 8-2: Marcas y Modelos de vehículos compatibles con el Adaptador ELM 327.....	41
Tabla 9-2: Consumo de combustible con MAF.....	45
Tabla 10-2: Consumo de combustible con MAP.....	45
Tabla 1-3: Datos de las pruebas de consumo de combustible en el vehículo Sa19R con A/C Apagado	54
Tabla 2-3: Datos de consumo de combustible del vehículo Sa19R con A/C	55
Tabla 3-3: Tiempo de pruebas en minutos	62
Tabla 4-3: Tiempos de duración de la prueba en minutos.....	63
Tabla 5-3: Datos a comparar Chevrolet Sail 201 1.5 L (Sa19R).	64
Tabla 6-3: Datos obtenidos de las pruebas en el vehículo Sa19B con A/C apagado.....	64
Tabla 7- 3: Tiempos de vehículos Sa19B en minutos.....	68
Tabla 8-3: Datos obtenidos del vehículo de prueba Sa19B con A/C encendido	69
Tabla 9-3: Datos en minutos de tiempo de prueba con sistema A/C encendido.....	74
Tabla 10-3: Datos Chevrolet Sail 1.5 número de motor L2B180303677 (Sa19B).	74
Tabla 11-3: Comparación de datos del vehículo Sa19R y vehículo Sa19B	75
Tabla 12-3: Datos de pruebas del vehículo RIO17B con el sistema A/C Apagado.....	76
Tabla 13-3: Datos de vehículo de prueba RIO17B con sistema de A/C encendido.....	76
Tabla 14-3: Tiempo del vehículo RIO17B A/C Apagado.....	83
Tabla 15-3: Tiempo en minutos del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido	84

Tabla 16-3: Comparación de datos obtenidos del vehículo RIO17B con A/C Apagado y A/C encendido.....	85
Tabla 17-3: Datos del vehículo RIO19B con A/C apagado	85
Tabla 18-3: Datos del vehículo RIO19B con el sistema A/C encendido.	86
Tabla 19-3: Tiempos de Prueba del vehículo RIO19B en minutos.....	91
Tabla 20-3: Tiempos de prueba de vehículo RIO19B con A/C encendido en minutos.	92
Tabla 21-3: Tabla comparativa vehículo RIO19B.....	92
Tabla 22-3: Comparación de resultados entre el vehículo RIO17B y RIO19B.....	93
Tabla 23-3: Datos obtenidos de las pruebas a los vehículos por tanque externo cánister.	94
Tabla 24-3: Rendimiento del combustible instantáneo por OBD II	95
Tabla 25-3: ANOVA para Rendimiento Instantáneo (Km/L) por Vehículo_Aire Acondicionado	96
Tabla 26-3: Método 95.0 porcentaje LSD por OBD II.....	97
Tabla 27-3: Valor óptimo para rendimiento instantáneo por OBD II	99
Tabla 28-3: Rendimiento del combustible instantáneo por Tanque.....	100
Tabla 29-3: ANOVA para Rendimiento Instantáneo por Tanque (Km/L) por Vehículo_Aire Acondicionado	101
Tabla 30-3: Método 95.0 porcentaje LSD por Tanque	101
Tabla 31-3: Valor óptimo para rendimiento instantáneo por Tanque	103
Tabla 32-3: Comparación de métodos de medición OBD II y Tanque.....	104
Tabla 33-3: Rendimiento de combustible con y si A/C a largo plazo.....	105
Tabla 34-3: ANOVA por rendimiento a largo plazo en [L/100Km]	106
Tabla 35-3: Método 95.0 porcentaje LSD por Tanque a largo plazo.....	106
Tabla 36-3: Superficie de respuesta para el rendimiento a largo plazo por tanque	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Temperatura promedio por hora, provincia de Chimborazo 2020.....	10
Figura 2-1: Resumen de propuesta de investigación	12
Figura 3-1: Contribución de los componentes del sistema A/C al aumento de consumo de combustible a diferentes velocidades.....	14
Figura 1-2: Flujograma general de la investigación	34
Figura 2-2: Ruta periférica de la Provincia de Chimborazo	35
Figura 3-2: Relieve Ruta Periférica Provincia de Chimborazo	37
Figura 4-2: Interfaz Torque Pro.....	43
Figura 5-2: Configuración Fuel Used Torque Pro.....	43
Figura 6-2: Comunicación OBD II.....	46
Figura 7-2: Tanque Canister Liqui Moly	46
Figura 8-2: Conexiones bomba de combustible vehículo Kia.....	47
Figura 9-2: Instalación de filtros en la bomba de combustible.....	48
Figura 10-2: Instalación de Tanque Cánister	48
Figura 11-2: Instalación Final Tanque Cánister vehículo Chevrolet Sail	48
Figura 12-2: Flujograma de ensayos.....	49
Figura 13-2: Hoja de registro de datos.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Consumo global de energía.....	6
Gráfico 2-1: Ventas totales de vehículos livianos diciembre 2020.....	7
Gráfico 3-1: Número total de ventas CHEVROLET 2019.....	8
Gráfico 4-1: Número de Ventas KIA 2019	8
Gráfico 4-1: Temperatura máxima y mínima en la provincia de Chimborazo año 2020	9
Gráfico 6-1: Velocidad del vehículo con A/C encendido y A/C apagado.....	13
Gráfico 7-1: Impacto del uso del A/C en el consumo de combustible en función de la velocidad para el vehículo B	15
Gráfico 8-1: Impacto del uso del A/C en el consumo de combustible en función de la velocidad para el vehículo C	15
Gráfico 9-1: Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado.....	17
Gráfico 10-1: Comparación de los tiempos de inyección cuando el aire acondicionado está activado y cuando el aire acondicionado esta desactivado.	18
Gráfico 11-1: Potencia consumida vs velocidad de compresor.	19
Gráfico 12-1: Torque analizando con las presiones generadas por el motor.....	19
Gráfico 13-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor.	20
Gráfico 14-1: Rendimiento de combustible en Quito ruta urbana con y sin A/C.	21
Gráfico 15-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor.....	22
Gráfico 16-1: Rendimiento de combustible en la ruta Ambuquí -Juncal con y sin A/C.....	23
Gráfico 17-1: Rendimiento de combustible en la ruta Tonsupa - Súa con y sin A/C	24
Gráfico 18-1: El aumento del consumo de combustible estimado se basa en los resultados obtenidos de diferentes fuentes.....	28
Gráfico 19-1: Impacto de la velocidad de conducción en las emisiones de CO2 de los vehículos EURO 5.....	29
Gráfico 20-1: Aumento en el consumo de combustible para una conducción agresiva con lo normal	30
Gráfico 1-3: Perfil de elevación de la ruta.....	54
Gráfico 2-3: Distancia VS Velocidad en las pruebas realizadas al vehículo Sa19R.....	55
Gráfico 3-3: Distancia VS Velocidad Sa19R A/C Encendido.....	56
Gráfico 4-3: Carga del Motor (%) vs Régimen del motor (rpm) (A/C Apagado)	57

Gráfico 5-3: Carga del motor vs régimen del motor	58
Gráfico 6-3: Acelerado VS Distancia Sa19R con A/C Apagado.....	58
Gráfico 7-3: Aceleración vs Distancia Sa19R con A/C Encendido	59
Gráfico 8-3: Velocidad Vs Consumo Sa19R con A/C Apagado.	60
Gráfico 9-3: Velocidad vs Consumo SA19R A/C encendido.....	61
Gráfico 10-3: Tiempos de Prueba Vehículo SA19R.....	62
Gráfico 11-3: Tiempos d Prueba.....	63
Gráfico 12-3: Velocidad vs Distancia Vehículo SA19B con A/C Apagado.....	65
Gráfico 13-3: Carga del motor vs Régimen del motor con A/C Apagado.....	66
Gráfico 14-3: Aceleración vs Distancia vehículo Sa19B A/C Apagado	67
Gráfico 15-3: Velocidad vs Consumo vehículo SA19B A/C Apagado.....	67
Gráfico 16-3: Tiempo de Pruebas A/C Apagado	68
Gráfico 17-3: Velocidad vs Distancia vehículo Sa19B con A/C encendido.....	70
Gráfico 18-3: Carga del motor vs régimen del motor A/C encendido	71
Gráfico 19-3: Aceleración vs Distancia vehículo Sa19B A/C Encendido	72
Gráfico 20-3: Velocidad vs consumo del vehículo Sa19B con sistema A/C Encendido	73
Gráfico 21-3: Tiempo de prueba Vehículo Sa19B A/C Encendido.....	73
Gráfico 22-3: Velocidad vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con A/C Apagado	77
Gráfico 23-3: Velocidad vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido....	78
Gráfico 24-3: Carga del Motor vs Régimen del motor RPM	78
Gráfico 25-3: Carga del Motor vs Régimen del motor del vehículo RIO17B conA/C Encendido	79
Gráfico 26-3: Aceleración vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C apagado.....	80
Gráfico 27-3: Aceleración vs Distancia del vehículo RIO17B con A/C Encendido.....	81
Gráfico 28-3: Velocidad vs Consumo vehículo RIO17B A/C apagado.....	81
Gráfico 29-3: Velocidad vs Consumo vehículo de Prueba RIO17B con A/C encendido.	82
Gráfico 30-3: Tiempo de del vehículo de Prueba RIO17B A/C Apagado.....	83
Gráfico 31-3: Tiempos de Prueba Vehículo N.º 1 A/C encendido.....	84
Gráfico 32-3: Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B con A/C Apagado.....	86
Gráfico 33-3: Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B A/C Encendido.....	87
Gráfico 34-3: Carga del motor vs Régimen del motor en vehículo RIO19B conA/C Apagado	87
Gráfico 35-3: Carga de motor vs Régimen del motor vehículo de prueba RIO19B con A/C Encendido.....	88
Gráfico 36-3: Aceleración vs Distancia de vehículo de prueba RIO19B con A/C Apagado....	89
Gráfico 37-3: Aceleración vs Distancia en vehículo de prueba RIO19B con A/C Encendido..	89

Gráfico 38-3: Velocidad vs Consumo Vehículo de prueba RIO19BA/C pagado.....	90
Gráfico 39-3: Velocidad vs Consumo del vehículo RIO19B con A/C Encendido	90
Gráfico 40-3: Tiempos de prueba vehículo RIO19B A/C Apagado	91
Gráfico 41-3: Tiempo de pruebas en vehículo RIO19B con A/C encendido.	92
Gráfico 42-3: Caja y bigotes de rendimiento instantáneo por OBD II.....	98
Gráfico 43-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento instantáneo por OBD II.....	98
Gráfico 44-3: Diagrama de caja y bigotes de rendimiento instantáneo por Tanque.....	102
Gráfico 45-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento instantáneo por Tanque.....	102
Gráfico 46-3: Superficie de respuesta para el rendimiento instantáneo por Tanque.....	103
Gráfico 47-3: Gráfica de caja y bigotes de rendimiento a largo plazo por Tanque.	107
Gráfico 48-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento a largo plazo por Tanque	108
Gráfico 49-3: Superficie de respuesta para el rendimiento a largo plazo por Tanque.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Instalación del tanque canister en vehículo RIO17B
- Anexo B:** Instalación de filtros de combustible KIA19B
- Anexo C:** Instalación del tanque canister en vehículo KIA19B
- Anexo D:** Instalación del tanque canister SA17R
- Anexo E:** Llenado del tanque canister con combustible
- Anexo F:** Medición de combustible antes de depositarlo al tanque canister
- Anexo G:** Medición de combustible luego de haber terminado la prueba de ruta
- Anexo H:** Desconexión entre el tanque canister y el vehículo SA17R
- Anexo I:** Comprobación de temperatura dentro del habitáculo
- Anexo J:** Comprobación de la temperatura de confort dentro del habitáculo
- Anexo K:** Comprobación de compresión en los cilindros en vehículos de prueba
- Anexo L:** Comprobación de presión de los neumáticos en vehículos de prueba
- Anexo M:** Presión del tanque canister
- Anexo N:** Toma de datos mediante dispositivo OBD II con la aplicación torque Pro

RESUMEN

El presente trabajo de titulación de carácter investigativo considera el análisis del consumo de combustible en pruebas de conducción reales con el sistema de aire acondicionado activado y desactivado. Las pruebas se realizaron en condiciones normales de conducción con vehículos que datan de los últimos 5 años, en dos cilindradas diferentes y con sistemas de aire acondicionado mecánico. Para estas pruebas se utilizó como combustible la gasolina de 85 octanos (extra), la aplicación Torque pro para proporcionar datos en vivo de consumo segundo a segundo y un equipo on board de presurización de combustible de la marca liqui Moly, mismo que entrega al sistema de alimentación combustible en las mismas presiones de cada sistema para su normal funcionamiento. El uso del A/C en los vehículos de prueba tiene efectos positivos en el confort del habitáculo, pero también efectos negativos como es el consumo de combustible, el mismo que se evidencia en el rendimiento de los vehículos de prueba SA19R que disminuye su rendimiento en 8.76%, SA19B un 8.96%, RIO17B un 6.95% y el vehículo RIO19B en 21.96%. En el rendimiento instantáneo por tanque cánister el vehículo SA19R varía en un 9.28%, el SA19B un 7.03%, RIO19B un 6.14% y el RIO17B un 7,39. Con los resultados obtenidos se puede evidenciar que el consumo de combustible tiene un mayor incremento cuando se está utilizando el sistema de aire acondicionado, para la obtención de datos es crucial programar correctamente la aplicación en función a los datos en vivo que se desea obtener y operar cuidadosamente los accesorios de medición de combustible restante ya que un mal procedimiento puede modificar los resultados. Se recomienda realizar la instalación del tanque cánister por un profesional del área, para evitar fugas de combustible abriendo la posibilidad de obtener datos erróneos.

Palabras clave: <CONSUMO DE COMBUSTIBLE> <SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO> <CONFORT TÉRMICO> <PRUEBAS DE CONDUCCIÓN> <RIOBAMBA (CANTÓN) >

0911-DBRA-UPT-2022



SUMMARY

This degree study of investigative nature considers the fuel consumption analysis in real driving tests with the air conditioning system activated and deactivated. The tests were carried out under common driving conditions with vehicles dating from the last five years, in two different displacements, and with mechanical air conditioning systems. For these tests, 85 octane (extra) gasoline was used as fuel, the Torque pro application to provide live consumption data second by second, and an onboard fuel pressurization equipment of Liqui Moly brand. That delivers fuel to the fuel supply system at the same pressures as each system for its normal operation. The use of A/C in the test vehicles has positive effects on the comfort of the passenger compartment, but also negative effects such as fuel consumption, the same that is evidenced in the performance of the SA 1 9R test vehicles, which decreases its yield by 8.76%, SA19B 8.96%, RI017B 6.95% and the vehicle RIOI9B in 21.96%. In the instantaneous yield per canister tank, the SA 1 9R vehicle varies by 9.28%, the SA I 98 by 7.03%, the RIO 1 9B by 6.14%, and the RIO 1 7B by 7.39%. With the obtained results, it can be evidenced that fuel consumption has a higher increase when the air conditioning system is being used. To obtain data, it is crucial to correctly program the application based on the live data to be obtained and carefully operate the remaining fuel measurement accessories, since a wrong procedure can modify the results. It is recommended to install the canister tank by a professional in the area, to avoid fuel leaks, opening the possibility of obtaining erroneous data.

Keywords: <FUEL CONSUMPTION> <AIR CONDITIONING SYSTEM> <THERMAL COMFORT> <DRIVE TEST> <RIOBAMBA (CANTON)>



Lcda. Patricia Pilar Moyota Amaguaya Mgs.

C.C 06036101-3

INTRODUCCIÓN

El incremento significativo que el parque automotor ha venido presentando en los últimos años ha sido relevante en la congestión vehicular que se forma en diferentes horas pico de las ciudades, a esto se le suma también el incremento de la temperatura como efecto del calentamiento global que está siendo producido por el hombre en su afán de generar confort y avances tecnológicos, estos aspectos generan incomodidad en los ocupantes del vehículo a la hora de transportarse; es por ello que se tiene la necesidad de optar por vehículos equipados con sistemas de climatización de habitáculo.

La climatización de estos espacios controlados se ha convertido en la parte integral de las formas de vida de los seres humanos ya que es fundamental para satisfacer las necesidades de confort en el habitáculo (Patel y Dhakar, 2018). La misión principal de la climatización automotriz o dicho en otras palabras sistema de aire acondicionado automotriz (A/C) es la de controlar la temperatura, la humedad, y la purificación del aire que ingresa hasta el interior del habitáculo, esta función no solo está diseñada para brindarle a los ocupantes del vehículo esa sensación de bienestar y comodidad durante el transcurso del viaje sino también que forma parte de la seguridad activa del mismo evitando que estados de cansancio, estrés y fatiga aparezcan en el conductor.

En la actualidad los usuarios se preocupan por mantener comodidad y confortabilidad a la hora de adquirir un vehículo, esto hace que la mayoría de las empresas oferten vehículos nuevos en versiones Full equipo (vehículos equipados con audio y video, sistema de aire acondicionado, etc.) sin tener un conocimiento previo acerca del consumo de combustible al activar ciertos sistemas.

Por lo general, los vehículos actuales traen consigo integrados dos tipos de sistemas de aire acondicionado automotriz, el primero, denominado sistema por compresor mecánico, el cual para su funcionamiento aprovecha la energía mecánica que aporta el motor mediante una banda de repartición (banda del compresor o banda de accesorios). El segundo tipo de sistema de A/C es un sistema por compresor eléctrico, el cual para su funcionamiento recibe energía eléctrica ya sea del alternador o de la batería del automóvil. Entonces el impacto que genera mantener una temperatura fija en el habitáculo es que se produzca una carga adicional al motor y por consiguiente que haya un aumento de consumo de combustible en el vehículo (Shete, 2015, p.1). Dicho en otras palabras, existe un incremento de consumo de combustible cuando se utiliza el aire acondicionado y que este varía de acuerdo a la velocidad en la que esta transitando el mismo, siendo así en un mayor incremento a bajas velocidades y disminuyendo cuando esta en velocidades altas (Mogro y Ignacio Huertas, 2020, p.4).

Hoy en día existe la necesidad constante de reducir el consumo de combustible en los vehículos con la finalidad de reducir gastos, y a su vez disminuir la contaminación que generan los

automóviles. Diferentes estudios alrededor del mundo han permitido concluir que un sistema de aire acondicionado automotriz (A/C) es la carga auxiliar más grande en un automóvil. Se estima que un compresor de aire acondicionado automotriz puede llegar a aumentar la carga de potencia consumida al motor del carro en un rango que oscila entre los 5 a 6 kW, lo cual representaría una carga similar a la que puede consumir un hogar pequeño con aire acondicionado convencional. El consumo en los sistemas de aire acondicionado automotriz depende de diferentes variables las cuales pueden aumentar o disminuir el rango de consumo (Felipe et al. 2013, p.7). Las condiciones climáticas externas como Temperatura, Presión, humedad relativa son condiciones que afectan al consumo, el papel que juegan estas condiciones son fundamentales en la determinación de la carga del motor en la activación del aire acondicionado (Alahmer 2011, p.21).

Por lo antes mencionado surge la idea de realizar el presente trabajo investigativo, el cual consiste en realizar un análisis del consumo adicional de combustible que genera el uso del aire acondicionado en vehículos livianos. Los estudios relacionados al consumo de combustible considerando la altura a la que se encuentra la Provincia de Chimborazo son muy escasos al igual que es poco frecuente utilizar el aire acondicionado por su clima, sin embargo, debido al cambio climático existen horas del día donde la temperatura ambiental es elevada haciendo necesaria la activación del aire acondicionado.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

En la actualidad la demanda de vehículos ha ido creciendo en los últimos años, ya que es un aspecto importante y contribuye al desarrollo económico y social de un país. Se debe tomar conciencia que con el aumento de vehículos también existe un incremento en el consumo de combustibles fósiles que son el combustible fundamental para que se pueda usar los vehículos con motor de combustión interna. Existen afectaciones al medio ambiente que deben ser evaluados y analizados junto a la demanda de energía del Ecuador (Gutiérrez et al. 2016, p.1).

El consumo de combustible ha sido considerado como parte central desde el inicio del transporte terrestre. Además de su relación con el medio ambiente y la economía. El consumo depende de muchos factores como son: la configuración del tren motriz, la práctica de manejo, la velocidad, el peso del vehículo, el aire, la resistencia de rodamiento, además del uso del accesorio que vienen junto al vehículo como lo es el aire acondicionado, generando que cualquier factor incida en el aumento de consumo de combustible (Guzman, Morales y Cervantes de Cortan, 2009, p.2).

El impacto que genera mantener una temperatura fija en el habitáculo produce que haya una carga adicional al motor, aumentando directamente el consumo de combustible en el vehículo (Shete, 2015, p4). Además las condiciones climáticas externas como temperatura, presión, humedad relativa son condiciones que afectan al consumo, el papel que juegan estas condiciones son fundamentales y determinantes en la carga del motor con el aire acondicionado activado (Alahmer, 2011, p.33).

El problema que ocasiona el uso de vehículos está asociado con el consumo de energía afectando directamente al medio ambiente. A medida que la demanda de vehículos aumenta el volumen de energía consumida también aumenta teniendo un mayor impacto al medio ambiente. Este problema surgió a medida que se desarrolla la industria y en transporte. La importancia de aprovechar al máximo la energía que se utiliza, y la necesidad de economizar energía con la intención de minimizar el impacto ambiental por motivos ecológicos, han aumentado la importancia de las investigaciones con el fin de mejorar las tecnologías en vehículos haciéndolos más amigables con el medio ambiente (Leguísamo et al., 2020: pp.2-4).

La demanda energética anual del sector transporte de Ecuador equivale a 46 millones de barriles de petróleo equivalente BOE, de los cuales el 37% es consumido por vehículos pesados (HDV) y el 32% por vehículos ligeros (LDV). Este patrón de consumo combinado con una flota de vehículos vieja e ineficiente compuesta principalmente por camiones de carga pesados y subsidios de combustible no focalizados ha dado lugar a consumos excesivos y hábitos de conducción irresponsables (MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, 2018).

Los datos del Balance Energético Nacional del 2018 se obtuvo una producción de energía primaria de 216 millones de BEP. En donde la producción que estuvo a más explotación fue el petróleo con un 87.5% que las otras energías, en donde en comparación con el año 2017 tuvo una disminución del 7.0% respectivamente (Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), 2018).

1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día el desarrollo económico y los avances tecnológicos en la industria automotriz han hecho posible que múltiples marcas y modelos de vehículos oferten sus automóviles en niveles de equipamiento, dicho equipamiento viene en tres niveles que son: nivel básico, nivel intermedio y full equipo. El nivel básico es aquel nivel que no cuenta con un sistema de aire acondicionado, mientras que, el nivel Full Equipo cuenta con este sistema, mismo que es accionado por un compresor, el cual para su funcionamiento requiere de energía, esta energía es obtenida del motor producto de la combustión de aire-combustible que en su interior se realiza, es por esta razón que al activar el sistema de aire acondicionado la necesidad energética que requiere el automóvil será mayor y por consiguiente mayor consumo de combustible.

La causa de este problema son las temperaturas elevadas en horas del día, donde los usuarios de los vehículos ven como una alternativa el uso del aire acondicionado como una posible solución a las temperaturas elevadas dentro del habitáculo del automóvil principalmente en horas de tráfico lo cual provoca que el uso del aire acondicionado genera una carga adicional al motor y por defecto el aumento del consumo de combustible.

De esta forma en este estudio se toma en cuenta cantones con más afluencia para poder estructurar una ruta que permita evaluar el consumo adicional de combustible que genera el uso del aire acondicionado en condiciones de tráfico real. La Geografía del país es un factor importante al momento de conducir, misma que posee diferentes puntos de altura los cuales son variables para tener en cuenta, por ello se analizará el consumo de combustible del vehículo con el aire acondicionado encendido en una ruta establecida que comprende partes con ascenso (Guano-Riobamba), una zona plana (Riobamba-La Campana) y una zona con descenso (La Campana-Chambo).

1.3 Formulación del problema de investigación

¿El consumo adicional de combustible que genera el uso del aire acondicionado en vehículos livianos en condiciones reales de conducción, se modificara en función de la activación y desactivación del aire acondicionado?

1.4 Delimitación del problema

Objetivo de estudio: Consumo de combustible adicional al usar el aire acondicionado

Campo de acción: Consumo energético

Limite espacial: Ruta periférica por la Provincia de Chimborazo (3900 msnm)

Delimitación temporal: Año 2021

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación teórica

En la actualidad el consumo de combustible de los motores de combustión interna (MCI) a partir de derivados del petróleo, tiene una vital importancia teniendo en cuenta el alto costo de estos, así como el progresivo agotamiento de las reservas. (Vsórov, 1986; Amy, 1998; Gauldie, 2001; Vsórov, 2002, p.1).

El desarrollo progresivo de la industria automotriz por una parte y el confort que brindan a la sociedad todo el equipamiento consumidor de energía, hacen que cada día más los consumos energéticos se incrementen en forma geométrica, esta situación está altamente estimulada en las sociedades de consumo de los países industrializados desarrollados, así como numerosos países en desarrollo y de los denominados del tercer mundo (Araagón, 1986; Rodolfo, 2002).

El consumo del combustible es el mayor componente en los costos de operación vehicular, depende de la región o tipo de vehículo ya que puede llegar a representar hasta un 50% de costo por unidad de transporte, ya sea particular o público, estudios recientes se han orientado a conocer el efecto que el consumo de combustible tiene aspectos como la velocidad, geometría vial, el estado del pavimento, el uso sistemas que requieran mayor energía para su funcionamiento también hacen parte de los factores que pueden alterar el consumo de combustible en vehículos livianos.

El stock mundial de vehículos en carretera llegó a casi 1300 millones de vehículos en 2015 (HHPoSLuy, 2018). A nivel mundial representan cerca del 19% del consumo global de energía. (Querol et al., 2001; Tinaut y López, 2013). El consumo de energía del sector transporte representa el 42% del consumo total nacional. Los principales combustibles que demandan son: Diesel (45%), gasolina (41%) y fuel oíl (7%). Lo que busca el estado es promover la reducción gradual del uso de combustibles fósiles en el transporte y la sustitución de vehículos de motor a combustión, mediante el fomento de una movilidad sostenible.

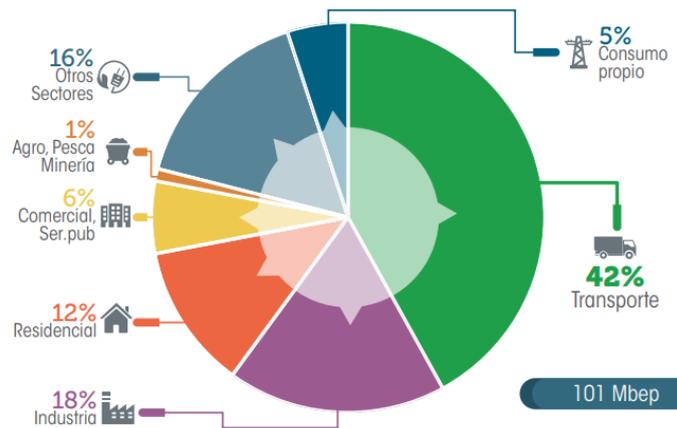


Gráfico 1-1: Consumo global de energía

Fuente: (Ben, 2015)

- El impacto de los sistemas de aire acondicionado móvil (MAC) en el consumo de combustible, es un tema que se ha discutido durante casi dos décadas, desde entonces se han publicado pocos estudios sobre estos consumos. La mayoría de los estudios se basan en datos que cubren solo un pequeño rango de temperaturas pequeño, se basan en mediciones superiores a 22 °C por lo que no se usa el sistema de aire acondicionado a temperaturas inferiores a los 22°C, lo cual significa un ahorro en el consumo de combustible. En los sistemas de los automóviles europeos se dejan encendido el sistema de aire acondicionado excepto por debajo de los 5 °C para evitar la congelación, sin embargo, al enfriar aproximadamente 3°C deshumidifica el aire para el caso especial del parabrisas en el caso de una nebulización, esta carga también debe tomarse en cuenta a la hora de calcular el consumo de combustible (Weilenmann, Álvarez Keller, 2010).
- Hoy en día la gran mayoría de los vehículos livianos vienen integrados con el sistema de aire acondicionado, mismo que, en la región sierra y debido al cambio climático la utilización de este sistema es básicamente necesario, mientras que, en la región costa el uso de este sistema es netamente indispensable.
- La activación del sistema de aire acondicionado va a depender de múltiples factores tales como la conducción en horas pico, mantener las ventanas del habitáculo del automóvil cerradas por seguridad, por el polvo que ocasionan las vías en mal estado; además su activación depende en ocasiones para mejorar la visión del parabrisas por medio del desempañador. El uso de este sistema genera un gasto extra de combustible y por consiguiente una afectación directa en la economía del usuario que desconoce de este factor.

Por lo general, el sistema de aire acondicionado en los vehículos viene con dos posibles modos o métodos de funcionamiento, el primero es el modo mecánico el cual depende netamente de la energía que proporciona el motor a través de una banda o correa de compresor, el segundo

método es eléctrico mismo que recibe energía que proviene del alternador o de la batería del vehículo (Betancourt, 2018).

Se necesita energía y, por lo tanto, combustible para proporcionar control del clima a los ocupantes del vehículo, así como energía para descongelar. El aire acondicionado en el vehículo netamente lo proporciona un compresor impulsado directamente por la potencia del motor, mientras que la calefacción es proporcionada por el calor residual del motor a través del refrigerante del motor (Bharathan et al., 2007, p.3).

Para el funcionamiento del aire acondicionado se necesita de energía (mecánica), misma que se la obtiene del motor, y este a su vez obtiene esa energía del combustible (energía química), cuando el compresor de aire acondicionado entra en funcionamiento este genera una carga adicional al motor, entonces, para suplir esta demanda de energía el motor se ve en la necesidad de aumentar su demanda de consumo de combustible. Dicho consumo de combustible está comandado por la unidad de control, que determina el tiempo de inyección de cada inyector y por lo tanto la cantidad de combustible que ingresa al motor.

El consumo de combustible del motor está dado por el tiempo de inyección, este tiempo que se mide en milisegundos, determina la cantidad exacta de combustible de acuerdo con las solicitudes de energía que necesita el motor; si el tiempo de inyección aumenta, es porque el caudal se incrementa, así como también por el régimen de velocidad del vehículo. El inyector recibe una señal eléctrica de la unidad de control para abrir y cerrar la electroválvula. Con respecto al seleccionar la marca de vehículo para realizar las pruebas de campo tomaremos en cuenta los datos oficiales de las marcas más vendidas en el Ecuador, como podemos observar en la Gráfica 2-1, las cuales son las marcas de CHEVROLET con el 21.4% y la marca KIA con el 19.3 % (AEADE, 2020, pp.102-107).

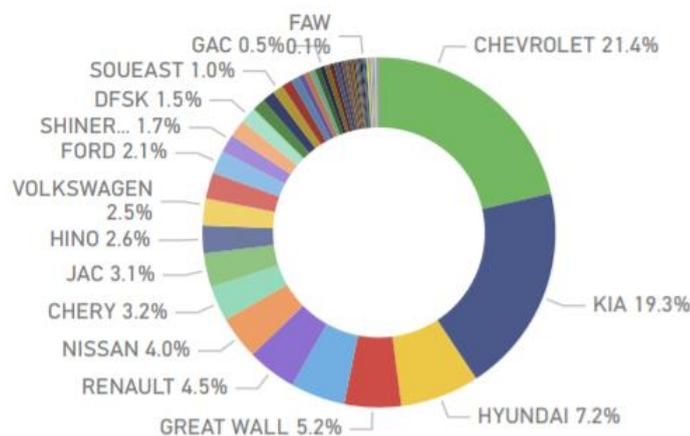
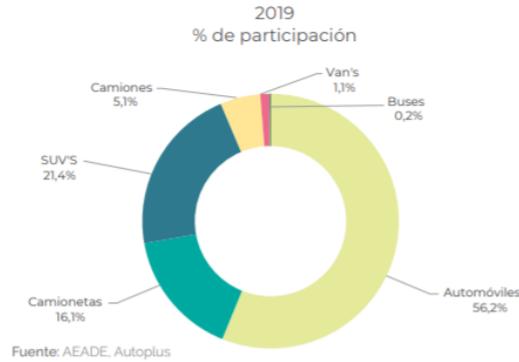


Gráfico 2-1: Ventas totales de vehículos livianos diciembre 2020

Fuente: (AEADE, 2020, p.103).

Ventas de vehículos Chevrolet por segmento



VENTA DE VEHÍCULOS POR PROVINCIA (UNIDADES), 2018-2019

PROVINCIA	2018	2019
PICHINCHA	17.629	14.407
GUAYAS	14.188	11.977
AZUAY	2.768	2.182
TUNGURAHUA	2.027	2.093
MANABÍ	2.232	1.826
OTRAS	6.761	6.902
Total	45.605	39.387

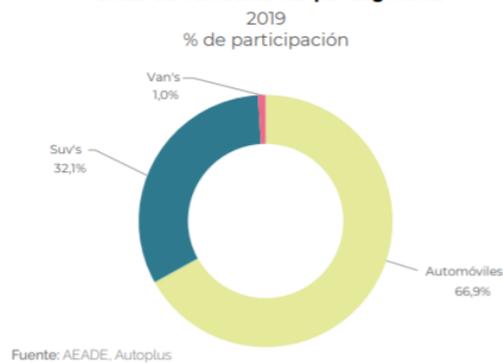
PRINCIPALES MODELOS VENDIDOS (UNIDADES), 2018-2019

MODELO	2018	2019
BEAT PREMIER AC 1.2 4P 4X2 TM	956	4.125
SAIL LS AC 1.5 4P 4X2 TM	3.207	3.565
AVEO FAMILY 1.5L STD	6.976	3.350
SPARK GT AC 1.2 5P 4X2 TM	3.507	2.165
SPARK GT LT AC 1.2 5P 4X2 TM	390	2.096

Gráfico 3-1: Número total de ventas CHEVROLET 2019

Fuente: (AEADE, 2019)

Ventas de vehículos Kia por segmento



VENTA DE VEHÍCULOS POR PROVINCIA (UNIDADES), 2018-2019

PROVINCIA	2018	2019
PICHINCHA	8.941	7.991
GUAYAS	5.768	5.835
AZUAY	1.586	1.400
TUNGURAHUA	1.120	1.170
MANABÍ	1.105	1.017
OTRAS	4.621	4.758
Total	23.141	22.171

PRINCIPALES MODELOS VENDIDOS (UNIDADES), 2018-2019

MODELO	2018	2019
RIO 4P SEDAN	5.942	4.530
SPORTAGE R 2.0L GSL MT AC	4.088	4.265
PICANTO 1.2 GT LINE	826	1.394
SPORTAGE X LINE MT	447	1.256
PICANTO 1.2 X LINE AC	707	1.139

Gráfico 4-1: Número de Ventas KIA 2019

Fuente: (AEADE, 2019)

Las gráficas 3-1 y 4-1, muestran un incremento de ventas de las marcas CHEVROLET y KIA.

La provincia de Chimborazo posee dos estaciones, invierno y verano, donde los veranos alcanzan temperaturas elevadas y en invierno con temperaturas bajas y cielo parcialmente nublado, durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía entre los 8 °C a 19 °C en ocasiones especiales llega a temperaturas bajo cero o supera los 22 °C es allí donde se pone en funcionamiento el aire acondicionado, el cual ayuda a controlar la temperatura dentro del habitáculo

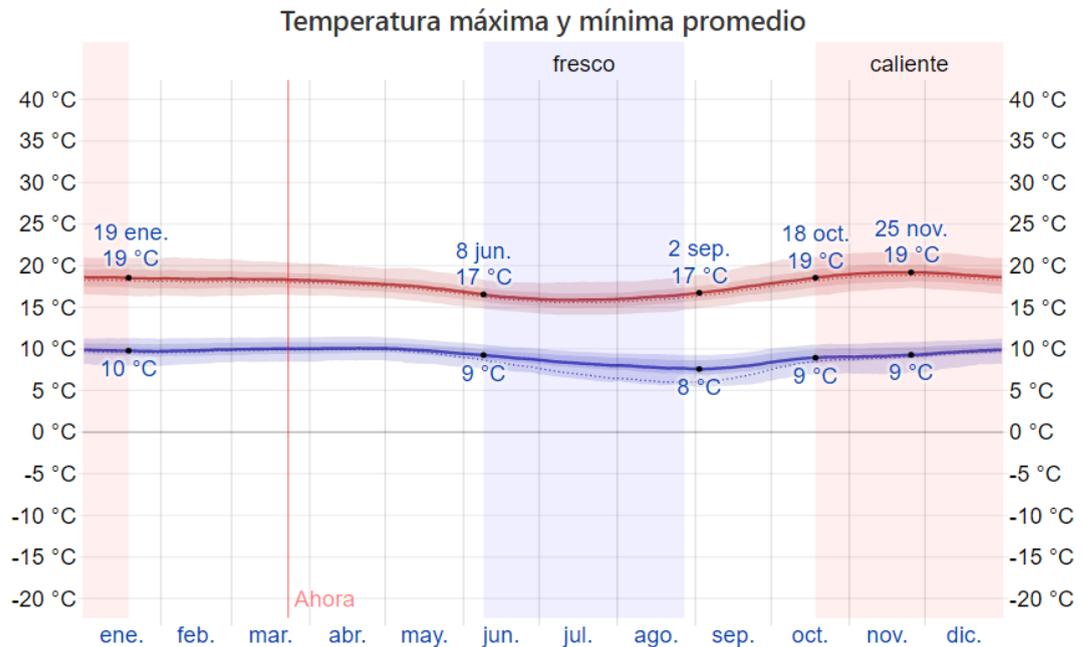


Gráfico 5-1: Temperatura máxima y mínima en la provincia de Chimborazo año 2020

Fuente: (WEATHERSPARK, 2020).

La gráfica 4-1 muestra la temperatura máxima y mínima con relación a los meses del año.

Un gran factor para tomar en cuenta en esta investigación es las horas de mayor actividad climática de calor, como podemos apreciar en la Figura 1-1 el mayor incremento de calor es entre las 11 am de la mañana y las 5:30 pm de la tarde, es en ese lapso donde existe mayor uso del aire acondicionado.

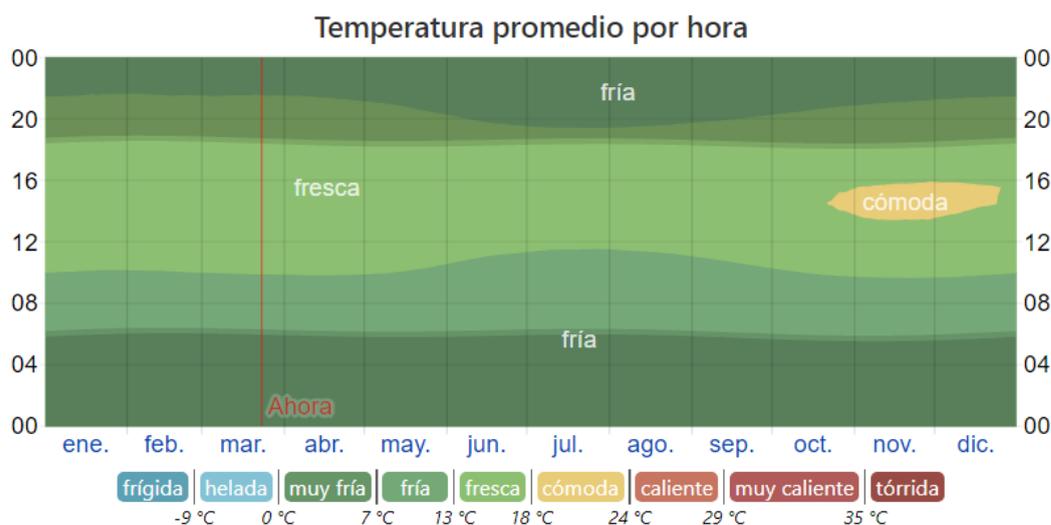


Figura 1-1: Temperatura promedio por hora, provincia de Chimborazo 2020.

Fuente: (WEATHERSPARK, 2020).

En la provincia de Chimborazo no se ha implementado aun un análisis acerca del consumo adicional que genera el uso del aire acondicionado, por lo que se desarrollará un estudio con ayuda de los vehículos más vendidos, y que han tenido un incremento significativo en ventas en los últimos años.

Otro aspecto muy importante que se tomará en cuenta en esta investigación es que en Riobamba se emplean diferentes gasolinas las cuales se designan en función de su número de octano como la de 87 octanos y el combustible Premium con 93 octanos, a partir de este antecedente ya mencionado, la presente investigación tiene como objetivo principal, evaluar el factor de consumo en ruta específicamente con el combustible de 87 octanos utilizado principalmente por usuarios de vehículos livianos en la ciudad de Riobamba mediante la instalación de estación on board la cual propiciará de datos específicos de consumo cuando está activado y desactivado el sistema de aire acondicionado (Llanes Cedeño et al., 2018.p.2).

1.5.2 Justificación metodológica

A través de este trabajo investigativo se pretende evidenciar el consumo adicional que genera el uso del aire acondicionado en una ruta preferida desarrollada en la Provincia de Chimborazo aplicando una investigación de campo y procedimientos definidos para desarrollar el mismo.

1.5.3 Justificación practica

El presente trabajo investigativo queda justificado mediante la valoración de dos variables en cuanto a la activación y desactivación del aire acondicionado que forma parte del equipamiento del vehículo. Para el análisis de las variables se ha tomado un grupo de prueba de vehículos entre las marcas que mayor demanda tienen en el mercado local, siendo estas el modelo KIA RIO tipo

sedán y CHEVROLET SAIL tipo sedán los cuales han tenido mayor acogida por sus excelentes características de confort y economía.

El estudio se desarrollará en la provincia de Chimborazo en los Cantones de Guano, Riobamba y Chambo donde se establece una ruta periférica entre los tres cantones, tomando en cuenta puntos estratégicos de gran afluencia vehicular que existen en los cantones mencionados para determinar el consumo de combustible con la activación del aire acondicionado en condiciones reales de tráfico en la provincia de Chimborazo, en la ruta se recorrerá un total de 27.6km (27600 m) la cual está dividida en 14 km (14000m), recorrido suburbano y 13600 km (13600 km) de recorrido urbano. Tiene una variación de altura de 2868 m siendo el punto más alto y 2743 m como el punto más bajo, esta ruta está destinada a ser completada en 1 hora con los límites de velocidad establecidos en las zonas, la velocidad de circulación varía de 35 y 55 km/h estableciendo una velocidad promedio de 45 km/h que se desarrollan en ruta.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Evaluar el consumo de combustible en vehículos livianos en condiciones reales de tráfico, para conocerse la variación de consumo de combustible que consume el motor durante la activación y desactivación del aire acondicionado.

1.6.2 Objetivos específicos

- Obtener el consumo adicional de combustible con el sistema de aire acondicionado activado y desactivado a través de pruebas aplicados a los vehículos
- Desarrollar una ruta periférica adecuada tomando en cuenta los límites de velocidad e infraestructura vial de la ciudad, además de las pendientes ascendentes y descendientes de la geografía local.
- Establecer las diferencias de consumo entre la conducción con el aire acondicionado activado y el aire acondicionado desactivado.

1.7 Hipótesis

¿El consumo adicional de combustible que genera el uso del aire acondicionado en vehículos livianos en condiciones reales de conducción, se modificara en función de la activación y desactivación del aire acondicionado?

1.8 Resumen de la propuesta de trabajo investigativo

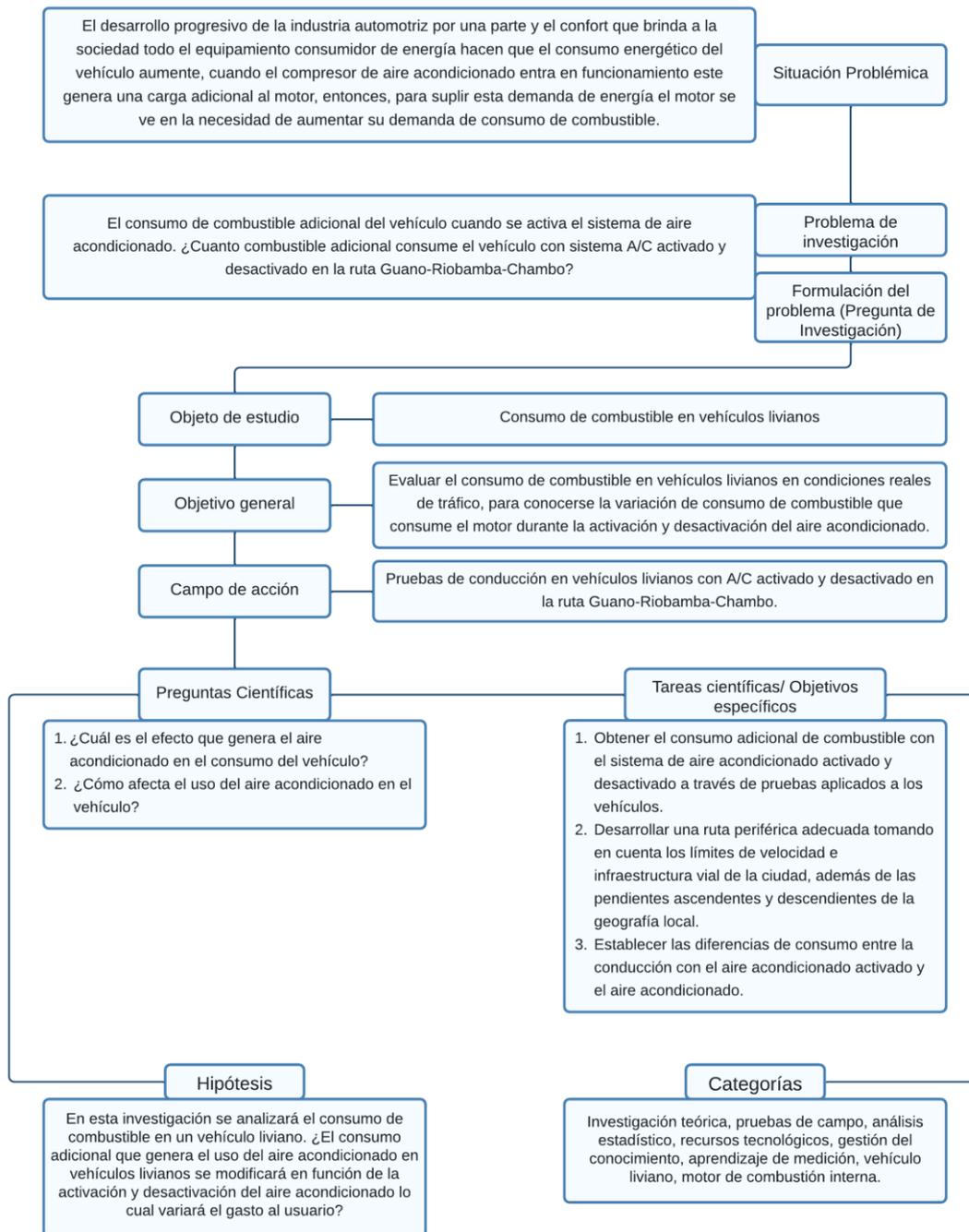


Figura 2-1: Resumen de propuesta de investigación

Fuente: Autores, 2021.

1.9 Estado de arte

En este apartado se da a conocer varias investigaciones realizadas en el ámbito internacional y nacional con la misma problemática en estudio la cual consiste en el análisis de consumo de combustible con la activación y desactivación del aire acondicionado (A/C).

1.9.1 Consumo de combustible con y sin A/C

En este estudio se determina el consumo de combustible mediante dos alternativas que son el aire acondicionado encendido y apagado a través de un análisis cuantitativo para verificar los parámetros a mejorar la eficiencia del sistema de A/C de un vehículo a través de los efectos de la contribución de cada componente al aporte de consumo de combustible (Lee et al., 2013, p.3).

Para la realización de este estudio se utilizó un método experimental donde se mide la velocidad y el par motor, para calcular la cantidad de combustible se utiliza un medidor de consumo, las condiciones fueron reales de conducción, se instala un sistema de A/C real en el motor para medir el cambio de carga del motor causado por los componentes que forman el sistema (Lee et al., 2013, p.9).

El consumo de combustible se determina mediante un cierto volumen de combustible consumido en el cilindro de medición en un tiempo determinado, para ello se utiliza un vehículo de cuatro cilindros con un desplazamiento de 2359 cm³, el motor cuenta con doble árbol de levas, un factor que se tiene en cuenta es la presión de la bomba a 3.5 bar (Lee et al., 2013, p.3).

Se hace funcionar el motor con el aire acondicionado apagado y el aire acondicionado encendido variando sus velocidades y a diferentes revoluciones (700rpm, 1377 rpm, 1524 rpm, 2025 rpm, 2440 rpm) así mismo como sus velocidades (50 km/h, 75 km/h, 100km/h). El efecto de consumo de combustible con aire acondicionado con diferentes cargas del motor aumenta a medida que la velocidad y las revoluciones del motor suben (Lee et al., 2013, p.8).

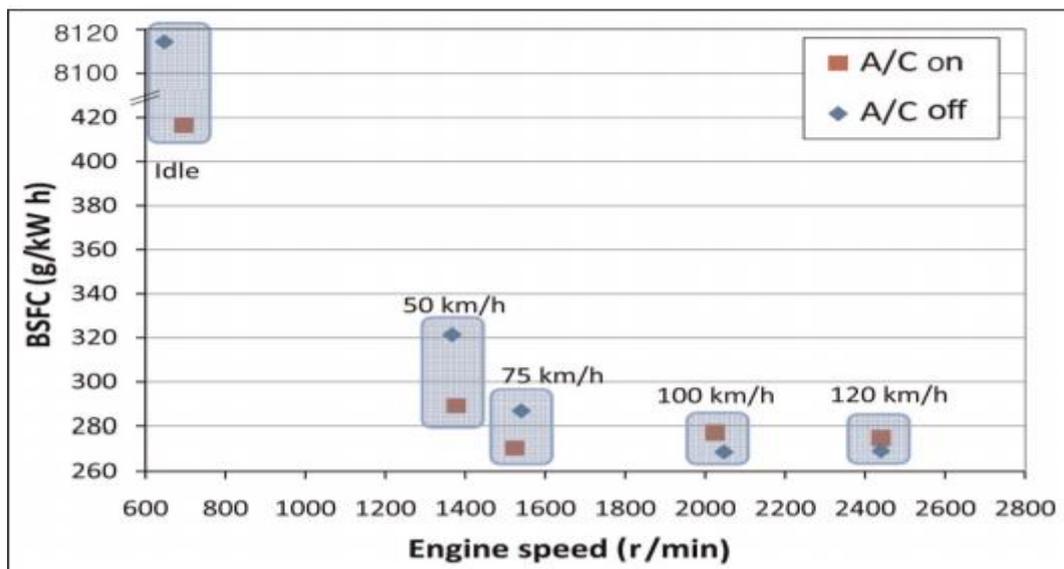


Gráfico 6-1: Velocidad del vehículo con A/C encendido y A/C apagado

Fuente: (Lee et al., 2013, p.8).

A medida que aumentaba la velocidad, el valor absoluto del consumo de combustible aumentó con el A/C encendido en comparación de la prueba donde el aire acondicionado se encontraba apagado (Lee et al., 2013, p.8).

En la figura 3-1, en la imagen (a) muestra que el vehículo estaba detenido con aire acondicionado encendido aumento un 90% en el consumo de combustible (ml/min), en la imagen (b) el vehículo está a 50 km/h aumentado el 25% en el consumo de combustible (ml/min) en la imagen (c) el vehículo está a 100 km/h 17% aumento del consumo de combustible (ml/min) en la imagen (d) el vehículo está a 120 km/h aumento del 9% en el consumo de combustible (ml/min) (Lee et al., 2013,p 11.).

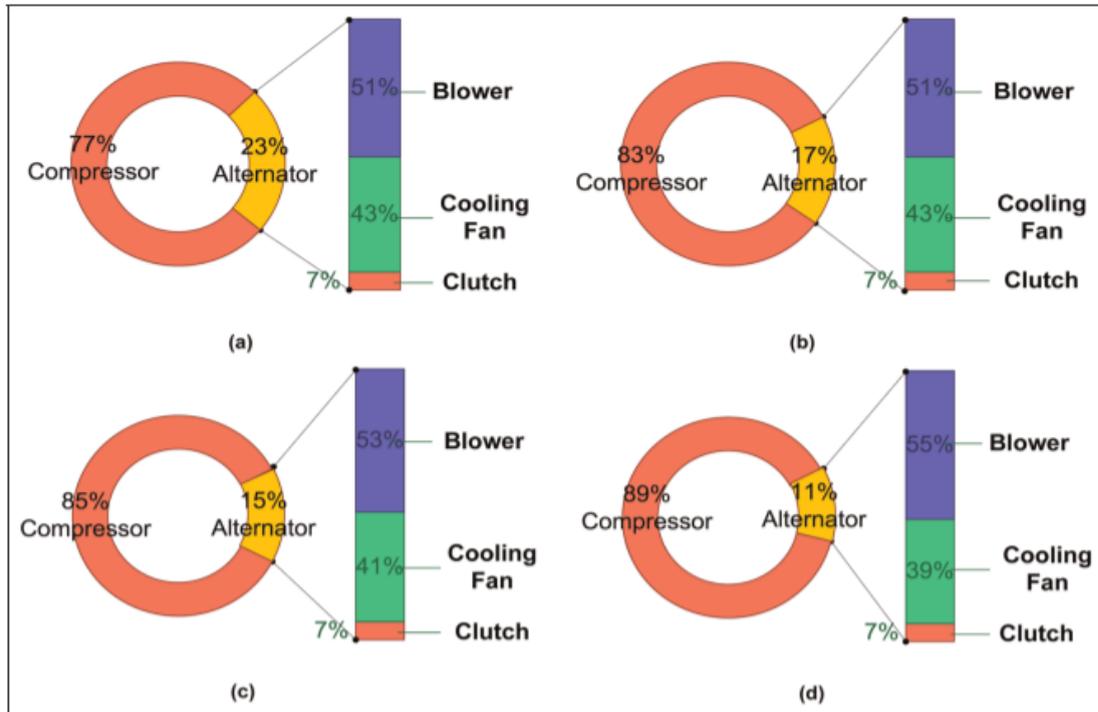


Figura 3-1: Contribución de los componentes del sistema A/C al aumento de consumo de combustible a diferentes velocidades.

Fuente: (Lee et al., 2013).

Este estudio tiene como objetivo determinar el impacto del Aire Acondicionado (A / C) en el consumo de combustible en vehículos ligeros bajo condiciones del mundo real. Desarrollamos nuestro trabajo en el Área Metropolitana de Monterrey (MMA), que es una gran región urbana ubicada en el noreste de México a 540 msnm. Hay 2,2 millones de vehículos registrados en la zona, con el índice nacional de motorización de vehículos más alto de alrededor 0,5 vehículos por habitante. Este hecho resulta en frecuentes altas eventos de tráfico vehicular que, en consecuencia, hace uso del sistema de A / C es una práctica común durante todo el año (Mogro y Ignacio Huertas, 2020, p.3).

Los vehículos destinados a la investigación fueron instrumentados para obtener mediciones simultáneas de consumo de combustible, velocidad, localización y estado operativo del sistema de A / C (encendido o apagado) a 1 Hertz. En este estudio, utilizamos lectores OBDII, que incluyen un GPS para la localización. El consumo de combustible de los vehículos se obtuvo a

través del Sistema OBD de los sensores del motor conectados a la Unidad de control (ECU) y posteriormente los datos fueron enviados a una base de datos para su análisis (Mogro y Ignacio Huertas, 2020, p.4).

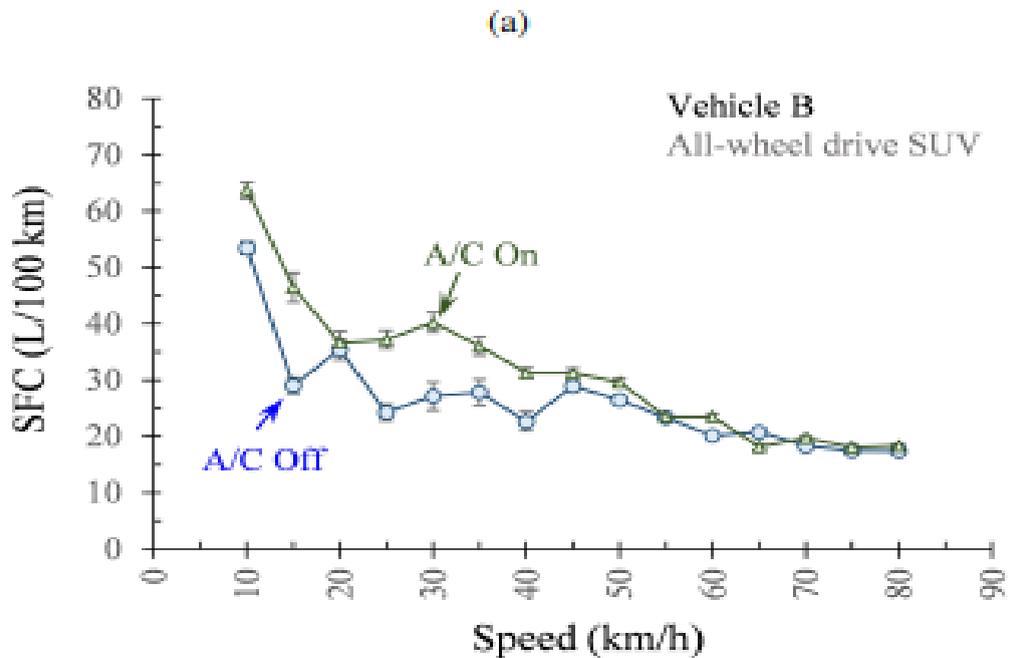


Gráfico 7-1: Impacto del uso del A/C en el consumo de combustible en función de la velocidad para el vehículo B

Fuente: (Mogro y Ignacio Huertas, 2020).

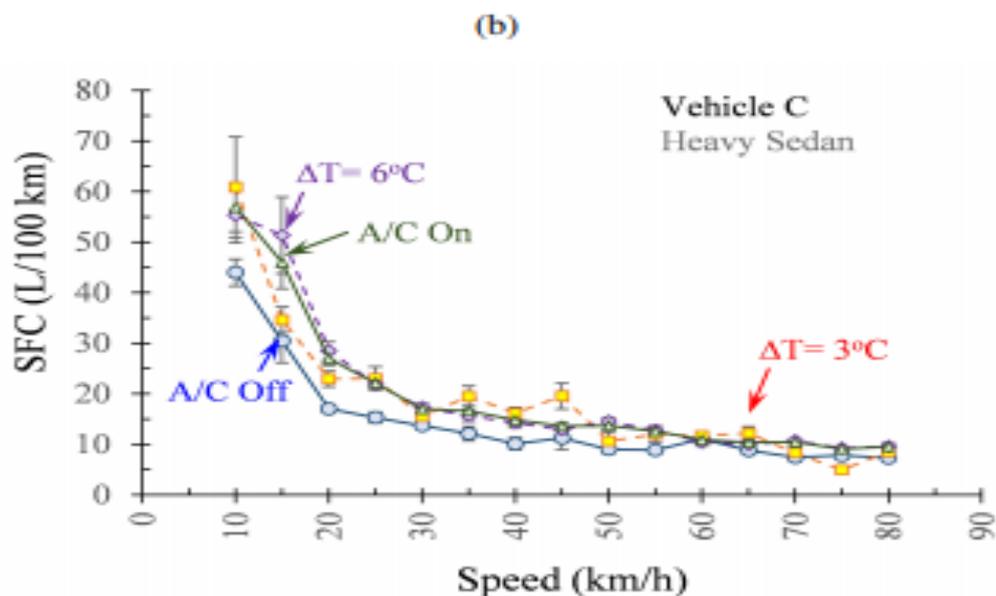


Gráfico 8-1: Impacto del uso del A/C en el consumo de combustible en función de la velocidad para el vehículo C

Fuente: (Mogro y Ignacio Huertas, 2020).

En las gráficas 7-1 y 8-1 los resultados muestran un claro impacto de la velocidad del vehículo sobre el consumo de combustible asociado con la operación de A / C. A medida que aumenta la velocidad del vehículo, la influencia del aire acondicionado sobre el consumo de combustible tiende a disminuir. Este efecto sobre el combustible el consumo es el más alto a bajas velocidades del vehículo, sin embargo, es casi inadvertido a altas velocidades del vehículo. Por ejemplo, cuando el vehículo C transita a velocidades de vehículos urbanos (<50 km / h), el aumento en el consumo de combustible alcanzó un máximo del 59% con un aumento medio del consumo de combustible de 40%. Sobre los límites de velocidad urbanos, este efecto se redujo sustancialmente a un aumento medio del consumo de combustible de 15% (Mogro y Ignacio Huertas, 2020, p.3).

En el presente trabajo se propone diagnosticar los consumos de combustibles con el sistema de aire acondicionado desactivado y activado a través de vehículos de 1300 cc, se aplica un método deductivo ya que se quiere hallar implícitamente los resultados (Zarpan y Eduardo, 2017, p.51).

Cuando el conductor activa el aire acondicionado esta accionando el sistema que consiste en una serie de elementos que realizan un ciclo de compresión de vapor, este ciclo se compone por 4 elementos fundamentales como son el compresor, el evaporador, la válvula de expansión y el condensador, el motor del vehículo es el encargado de entregar la energía mecánica al compresor por medio de una faja entregando Torque y RPM a la polea del compresor del sistema del aire acondicionado (Zarpan y Eduardo, 2017, p.51).

Para las pruebas se instala un osciloscopio automotriz para de esta manera determinar el tiempo de inyección, estos tiempos de inyección se miden a distintas velocidades como son a ralenti 800 rpm, velocidad media de 1800 rpm y plena carga a 3200 rpm (Zarpan y Eduardo, 2017, p.54).

Tabla 1-1: Datos de tiempo de inyección con la activación del aire acondicionado.

VEHÍCULO DE	MEDICIÓN TIEMPO DE INYECCIÓN (MILISEGUNDOS)		
	Ralenti 800 RPM	Media Velocidad 1800 RPM	Plena Carga 3200 RPM
VEHÍCULO 1	3.65	3.99	4.59
VEHÍCULO 2	3.43	4.09	4.49
VEHÍCULO 3	3.42	3.59	4.37
VEHÍCULO 4	3.54	4.12	4.69

Fuente: (Zarpan y Eduardo, 2017).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

La gráfica 9-1 muestra el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad media y de ralentí es del 9% en promedio, sin embargo el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad máxima y velocidad media es del 15% (Zarpan y Eduardo 2017, p.55).

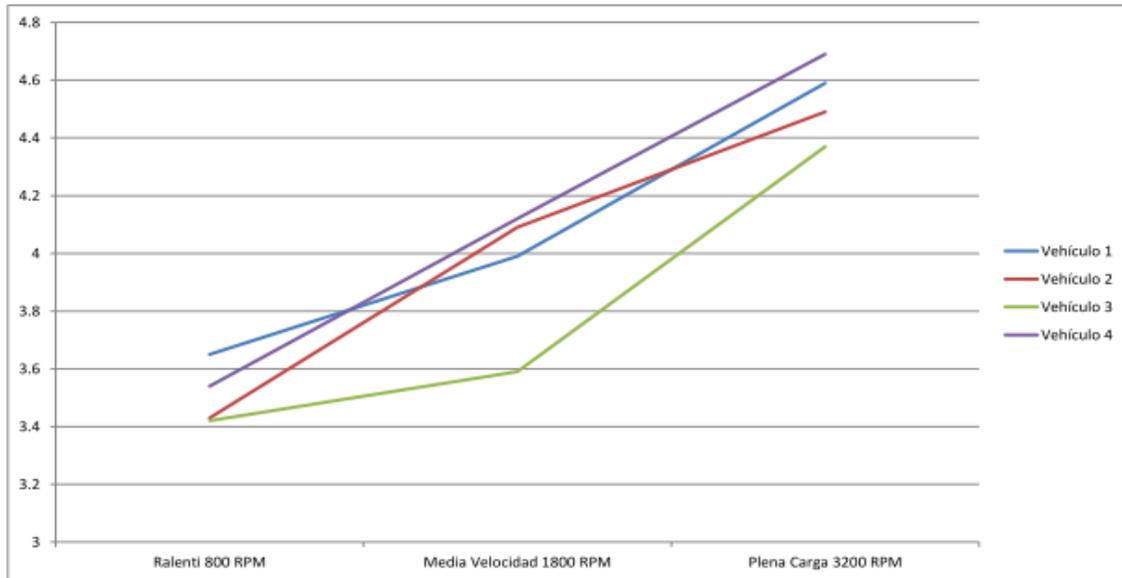


Gráfico 9-1: Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado.

Fuente: (Zarpan y Eduardo 2017).

Se observa en la gráfica 10-1 que existe un incremento del tiempo de inyección de cada vehículo cuando se activa el aire acondicionado en todas las pruebas realizadas, con lo que respecta a los incrementos con respecto a la prueba del aire acondicionado oscila entre el 12 al 15% el consumo de combustible en galones por kilómetro teniendo en cuenta que los tiempos de inyección están en la misma proporción (Zarpan y Eduardo, 2017, p.59).

En cuanto a los tiempos de inyección, se obtuvieron mediciones en los cuales cuando el motor funciona con aire acondicionado teniendo a R-134a, como refrigerante, el tiempo de inyección se incrementa en un 6%, y cuando utiliza el R-12, el tiempo de inyección se incrementa en promedio en un 7%; concluyendo que a mayor tiempo de inyección, se tiene mayor ingreso de combustible hacia el cilindro del motor; así mismo éste análisis se comprobó con el cálculo del incremento de torque mecánico cuando utiliza el compresor del sistema de aire acondicionado, en donde se estableció que se requiere un consumo de 27% mayor de combustible (Zarpan y Eduardo, 2017, p.58).

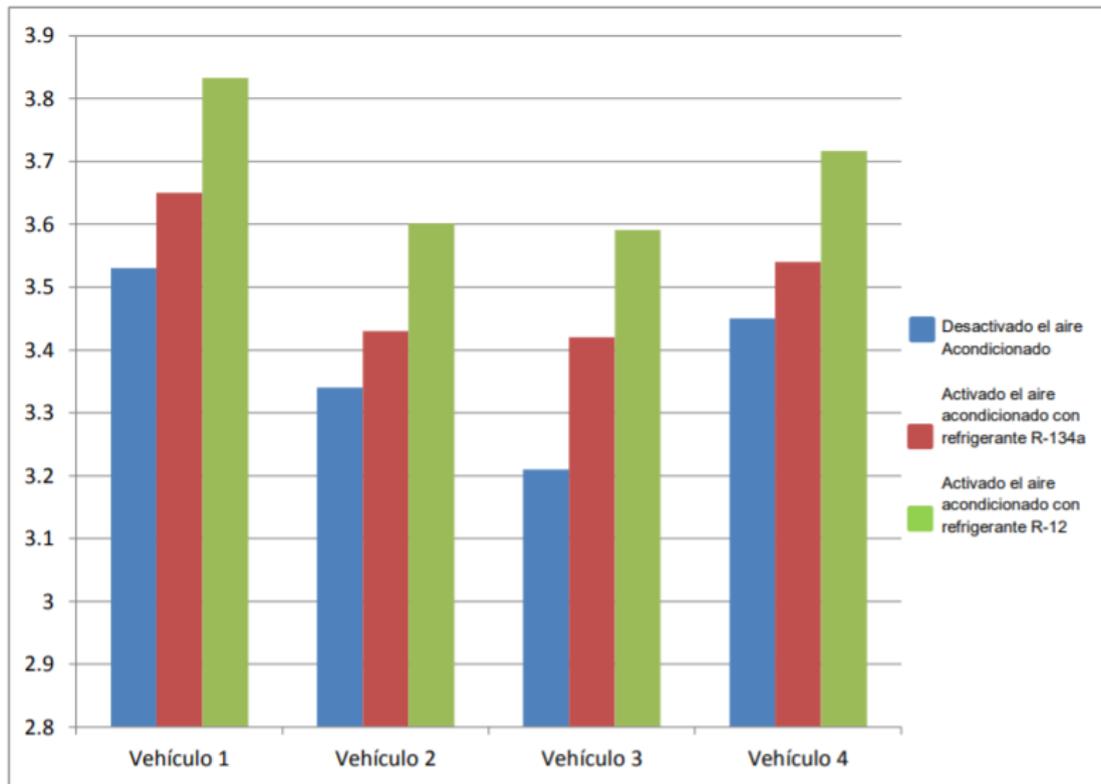


Gráfico 10-1: Comparación de los tiempos de inyección cuando el aire acondicionado está activado y cuando el aire acondicionado está desactivado.

Fuente: (Zarpan y Eduardo 2017).

Este estudio denominado caracterización energética para un sistema de aire acondicionado automotriz se pudo estimar la cantidad de potencia que entrega un motor de combustión interna para lograr un adecuado funcionamiento del sistema de aire acondicionado, donde los resultados principales fue la potencia que consume el motor con el uso del aire acondicionado. Existen variables que hacen que un sistema de aire acondicionado automotriz no tenga un buen rendimiento en su relación con el consumo energético contra la capacidad de refrigeración generada, donde el compresor del aire acondicionado automotriz es la carga adicional que debe soportar el motor, además un compresor puede alcanzar una carga que alcanza alrededor de 5 kW a 6 kW lo que genera que exista un mayor consumo de combustible (Felipe et al., 2013, p.7).

En la gráfica 11-1 se muestra con detalle la potencia consumida por la carga del compresor hacia el motor cuando el aire acondicionado está encendido, ya que se observa conforme aumenta la velocidad del motor aumenta la velocidad del compresor, esto resulta un consumo mayor de combustible (Felipe et al., 2013, p.43).

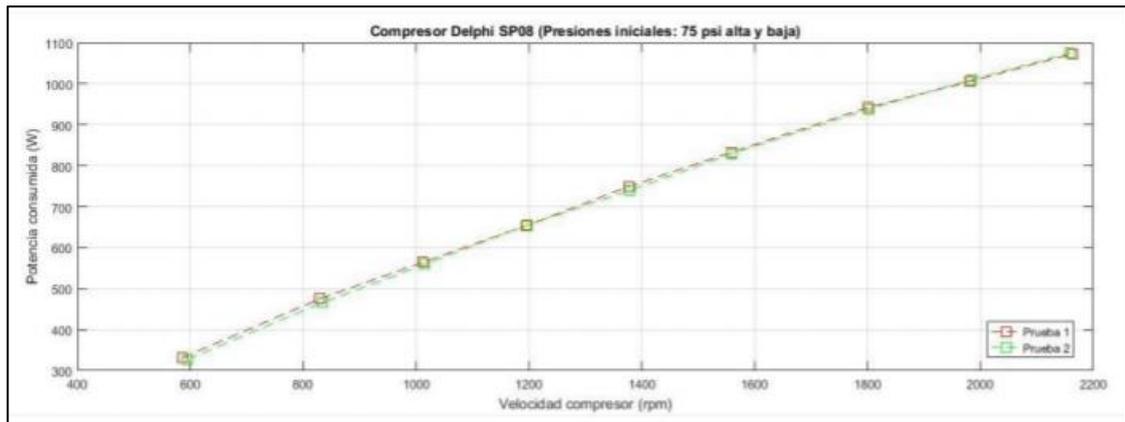


Gráfico 11-1: Potencia consumida vs velocidad de compresor.

Fuente: (Felipe et al., 2013).

La gráfica 12-1 muestra el comportamiento del torque, medido con un multímetro y medido mediante una tarjeta de adquisición de datos observando un comportamiento similar, a medida que aumenta el torque aumenta la carga del motor haciendo que consuma mayor cantidad de combustible (Felipe et al. 2013, p.43).

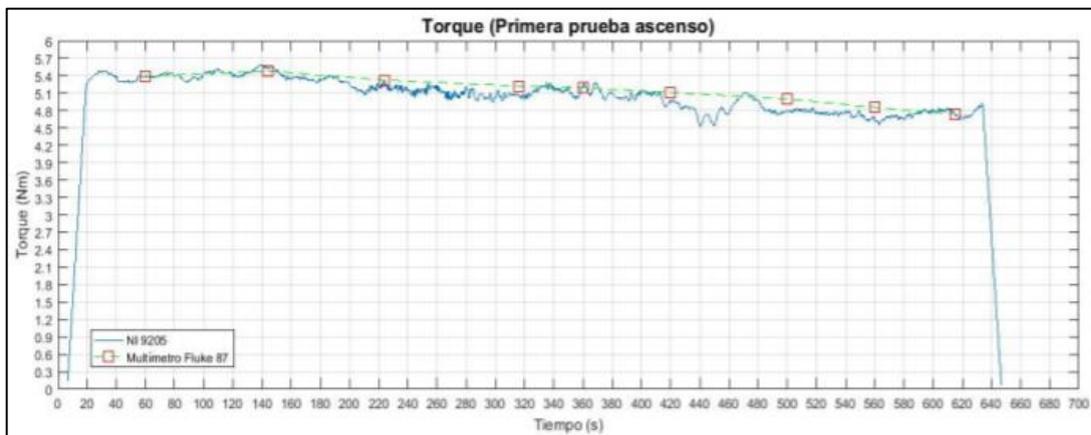


Gráfico 12-1: Torque analizando con las presiones generadas por el motor.

Fuente: (Felipe et al., 2013).

La gráfica 13-1 evidencia que a mayor velocidad de compresor más rápido se llega a la temperatura deseada, pero teniendo un mayor consumo de potencia, y un mayor consumo de combustible (Felipe et al., 2013, p.43).

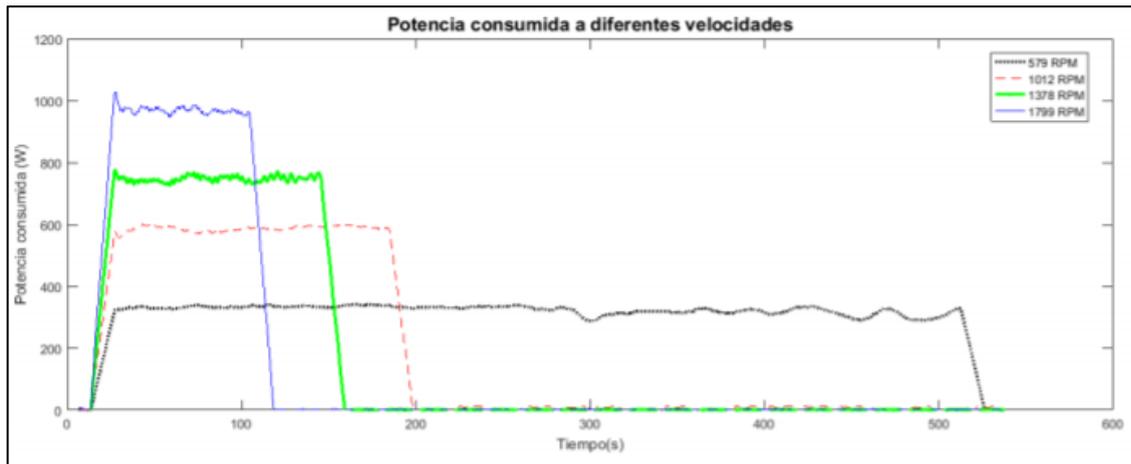


Gráfico 13-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor.

Fuente: (Felipe et al., 2013).

Este trabajo considera el estudio del aire acondicionado en el consumo de combustible, potencia del motor, y confort térmico en la cabina de un vehículo liviano (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.65).

Los registros corresponden al volumen residual proveniente del canister al terminar cada ensayo. En los ensayos se procura mantener las revoluciones del motor a 2500 rpm ya sea en ruta urbana o periferica. Al inicio de la marcha y en los cambios de velocidad las revoluciones del motor descenderan, sin embargo, al alcanzar la velocidad cruceo se puede mantener las revoluciones del motor en 2500 rpm. A continuacion, en la tabla 2-1 se muestran los consumos en la ruta urbana de Quito, con y sin aire acondicionado (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.65).

Tabla 2-1: Consumo de combustible en ruta urbana.

N MEDICIN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (Km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	7,42	7,87	6,06
2	7,61	8,03	5,52
3	7,74	8,31	7,36
4	7,61	8,17	7,36
5	7,69	8,14	5,85
6	7,66	8,00	4,44
%PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN RUTA URBANA QUITO			6,10

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

En la gráfica 14-1 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta en la ciudad de Quito con y sin uso de aire acondicionado (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.65).

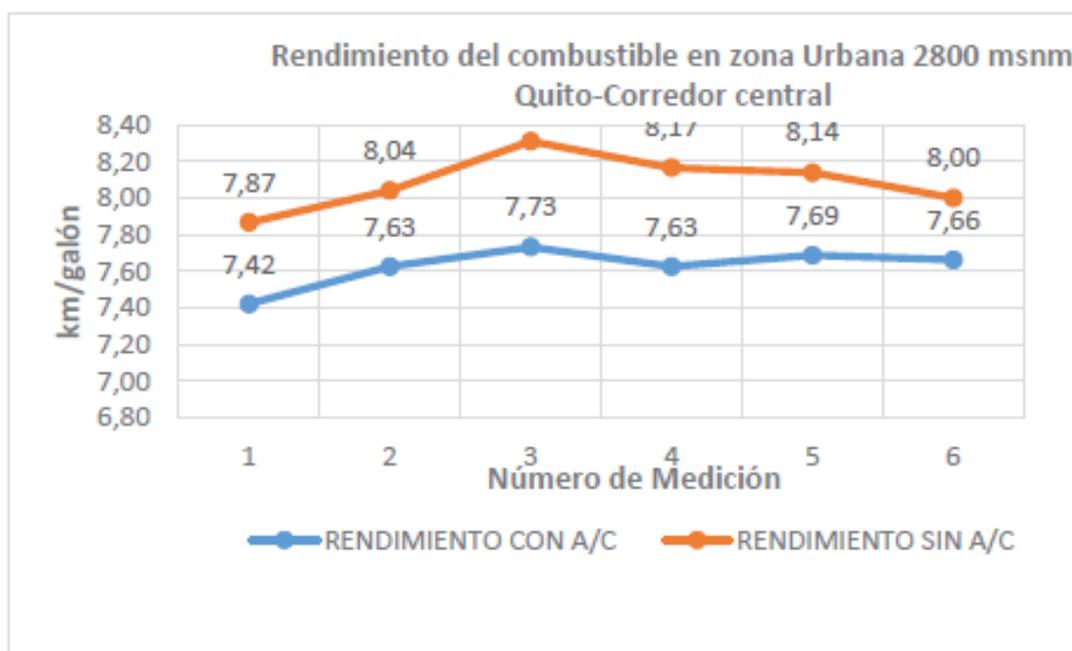


Gráfico 14-1: Rendimiento de combustible en Quito ruta urbana con y sin A/C.

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

En la tabla 3-1 se muestra los consumos de combustibles en carretera en la ruta comprendida entre el Peaje San Roque y San Antonio de Ibarra (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.66).

Tabla 3-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor

Nº MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (Km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	9,95	10,23	2,81
2	10,00	10,38	3,80
3	10,14	10,43	2,86
4	9,91	10,23	3,23
5	9,95	10,28	4,21
6	9,73	10,14	3,37
%PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN RUTA URBANA EN OTAVALO – IBARRA			3,37

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

En la gráfica 15-1 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta Otavalo-Ibarra recorrida en carretera a 2538 msnm con y sin uso del aire acondicionado (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.66).

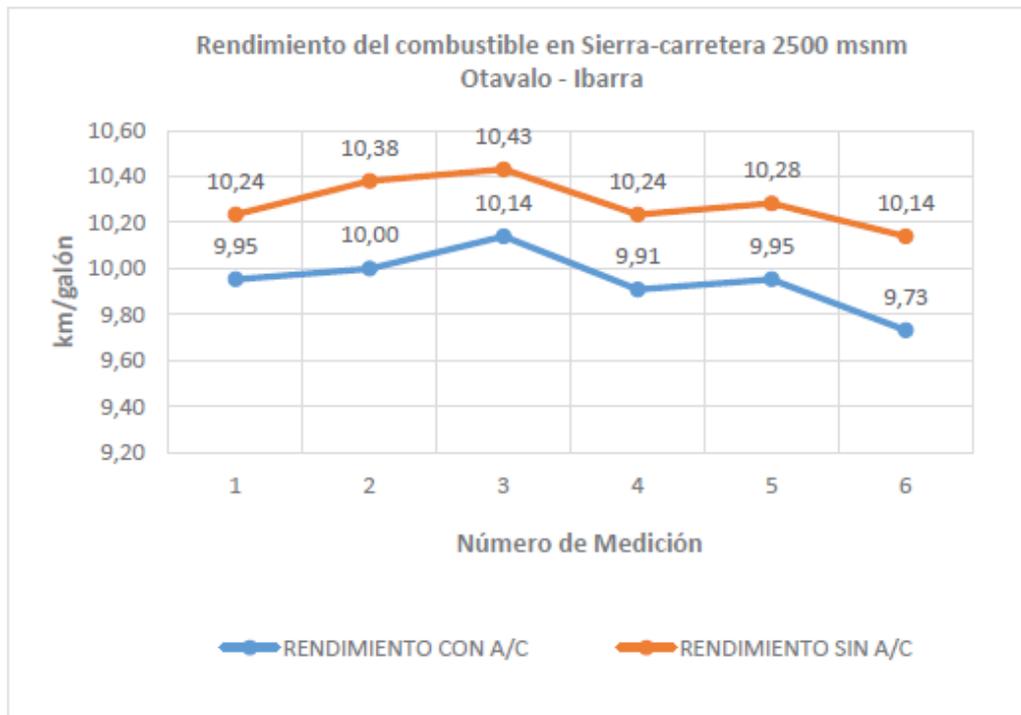


Gráfico 15-1: Potencia consumida a diferentes velocidades del compresor.

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

En la tabla 4-1 se observa los consumos de combustible de carretera en la ruta que va desde el Peaje Ambuquí hasta la entrada a El Juncal (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.67).

Tabla 4-1: Consumo de combustible, ruta Ambuquí – Juncal

Nº MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (Km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	9,71	10,20	5,05
2	9,48	10,10	6,54
3	9,48	10,10	6,54
4	9,53	10,20	7,03
5	9,67	10,36	7,14
6	9,85	10,47	6,29
%PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN AMBUQUÍ – JUNCAL			6,43

Fuente: (M Corral y Tello Flores, 2016).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

En la gráfica 16-1 se observa la variación del rendimiento de combustible en la ruta recorrida Ambuquí – El Juncal a 1530 msnm con y sin uso del aire acondicionado (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.67).

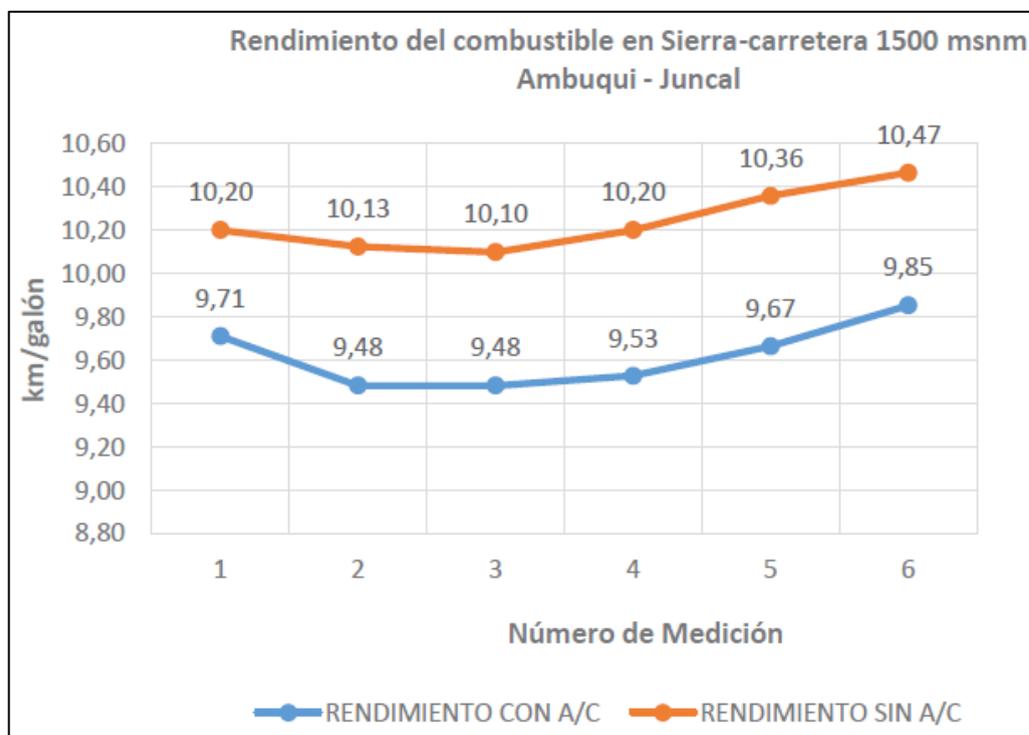


Gráfico 16-1: Rendimiento de combustible en la ruta Ambuquí -Juncal con y sin A/C

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

En la tabla 5-1 se muestran los consumos de combustible de carretera en la ruta entre Tonsupa y Súa (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.68).

Tabla 5-1: Consumo de combustibles, ruta Tonsupa – Súa.

Nº MEDICIÓN	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON A/C (Km/litro)	RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE SIN A/C (km/litro)	AUMENTO EN EL CONSUMO (%)
1	7,82	8,41	7,56
2	7,51	8,21	9,34
3	7,90	8,47	7,23
4	7,87	8,34	5,93
5	7,96	8,34	4,75
6	8,18	8,51	4,04
%PROMEDIO AUMENTO CONSUMO EN TONSUPA - SUA			6,48

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

La gráfica 17-1 presenta el consumo correspondiente para la ruta Tonsupa – Súa a 15 msnm con y sin uso del aire acondicionado (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.68).

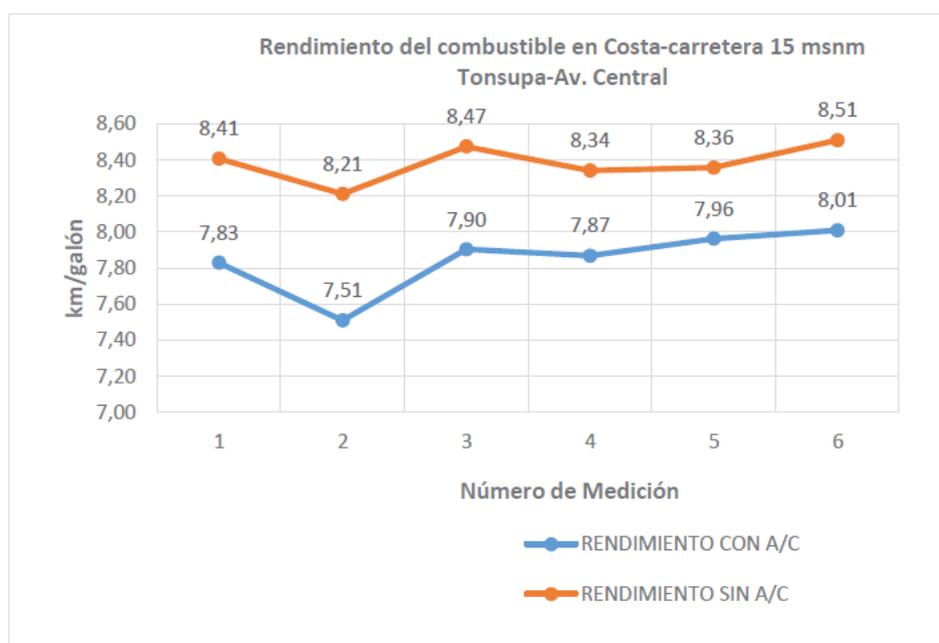


Gráfico 17-1: Rendimiento de combustible en la ruta Tonsupa - Súa con y sin A/C

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

Los datos de la tabla 6-1 sirven para calcular el aumento en el costo del combustible debido a la diferencia del consumo de este. Según Petroecuador, el costo de un galón de gasolina súper cuesta 2,16 usd/galón (Precio en las estaciones de distribución de Petroecuador) (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.81).

Tabla 6-1: Consumo de combustible.

RUTAS	VOL. PROM. CONSUMO CON A/C (Lt)	VOL. PROM. CONSUMO SIN A/C (Lt)	RENDIMIENTO PROMEDIO CON A/C (km/lit)	RENDIMIENTO PROMEDIO SIN A/C (km/lit)	PORCENTAJE AUMENTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE (%)
Quito ruta urbana 2530 msnm	3,10	2,92	7,63	8,09	6,03
Otavaló – Ibatta 1520 msnm	2,19	2,12	9,95	10,28	3,38

Ambuquí	2,10	1,97	9,62	10,24	6,44
– Juncal					
1515					
msnm					
Tonsupa -	2,69	2,52	7,85	8,38	6,83
Súa 15					
msnm					

Fuente: (Acosta Corral y Tello Flores, 2016).

Realizado por: Barbecho R., Rosero B, 2021

Observando los porcentajes de incremento, los mayores consumos se producen en carretera, debido a que la sensación de incomodidad térmica es más recurrente en estas circunstancias (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.81).

La incomodidad térmica es menos recurrente mientras se transita por rutas urbanas en la sierra, por lo que el uso del sistema de aire acondicionado es menor o se lo usa a intervalos, debido al corto tiempo de permanencia en cabina. Mientras, en carretera el consumo es mayor debido al tiempo prolongado en cabina, por lo que se acentúa la incomodidad térmica, haciendo que el consumo de combustible sea mayor (Acosta Corral y Tello Flores, 2016, p.81).

1.9.2 Impacto ambiental que genera el uso del aire acondicionado

Los datos oficiales de control medidos en un laboratorio indican un descenso progresivo del consumo medio de combustible y emisiones de CO₂ del parque automovilístico europeo, cada vez son más las interrogantes que sugieren que los valores obtenidos en laboratorios de consumo de combustible y emisiones de CO₂ no reflejan el rendimiento real de los vehículos en la carretera. Se ha comparado valor obtenidos en un laboratorio y el mundo real en la que el auto trabaja obteniendo una diferencia entre el 30-40%, teniendo en cuenta diversos factores como el comportamiento de conducción, la configuración del vehículo, las condiciones de tráfico que son altamente influyentes (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.3). El impacto medioambiental que general el uso del aire acondicionado a nivel global se toman en cuenta dos atribuciones que son el efecto directo del refrigerante liberado durante la vida útil del equipo y el impacto indirecto de CO₂, por esta razón es necesario analizar el consumo de combustible adicional que usa el sistema de aire acondicionado (Mastrullo, Mauro y Vellucci, 2016, p.6).

1.9.3 Factores que influyen al consumo de combustible

La resistencia aerodinámica en condiciones reales de conducción también se ve afectado por varios factores como tráfico, la temperatura, la densidad del aire, que varía en función de la altitud y las condiciones ambientales. Especialmente en verano los conductores viajan con las ventanas abiertas para mantener una temperatura aceptable en el interior del vehículo, la ventana abierta

afecta al flujo de aire alrededor del vehículo e influye en el coeficiente de resistencia del aire lo cual aumenta el consumo de combustible (Rievaj et al., 2016, p.4). Los aumentos de consumo de energía oscila entre 2% al 70%, estos aumentos se deben a energía extra que se necesita para hacer funcionar el sistema de aire acondicionado con el objetivo de mantener una temperatura en el habitáculo de 72 °F, esto depende del tipo de sistema de aire acondicionado, las capacidades del sistema y los patrones de conducción (Lohse-Busch et al., 2013, p.1).

Con las normas de ahorro de combustible (FE) más estrictas de Estados Unidos, el efecto de los dispositivos auxiliares como aire acondicionado (AC) han recibido mayor atención (N y Frey, 2019, p.1). En los sistemas auxiliares de un automóvil que comprenden todos los elementos que brindan y mejoran el confort y la seguridad en la conducción (sistemas de aire acondicionado, sistema de calefacción) se comprueba que requieren de un mayor suministro de energía eléctrica o mecánica por lo que aumenta el consumo de combustible y representan el 3,2% (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.11). El sistema del aire acondicionado es el que más energía consume debido a que el compresor está conectado directamente al motor por medio de una correa, en otros casos el compresor funciona con el alternador, por lo cual existe un mayor gasto de combustible (Nam, 2000, p.3).

1.9.4 Consumo de combustible en sistemas de aire acondicionado

El consumo de energía debido a los equipos de aire acondicionado corresponde aproximadamente al 10% de la energía producida en el mundo (Waltrich, Hermes y Melo, 2011, p.1). Uno de los factores más influyentes que afectan el consumo de combustible en el mundo real es el funcionamiento de sistemas de aire acondicionado (A/C), la demanda del sistema de aire acondicionado ha ido aumentando significativamente, en 1993 el porcentaje de automóviles con aire acondicionado era del 10%, para el año 2011 su crecimiento es del 85%, aunque para el año 2014 se estimó que los automóviles vendidos en los mercados europeos, americanos y asiáticos estarían equipados con sistemas de A/C (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.11). Este crecimiento ha traído consigo una serie de problemas, como la preocupación por la seguridad energética, la velocidad media tiene un fuerte impacto en el consumo de combustible en vehículos de gasolina, si la velocidad media es inferior a 30 km/h, el consumo relativo de combustible aumenta drásticamente frente a la disminución de la velocidad (Zhang et al., 2014, p.7).

El diseño eficiente del aire acondicionado es una parte fundamental para los fabricantes de automóviles, ya que se demuestra que el funcionamiento del mismo aumenta el consumo de combustible en un 12%, en Estados Unidos se consumen 7000 millones de galones de combustible al año para los sistemas de aire acondicionado de los vehículos (Fayazbakhsh y Bahrami, 2013, p.2).

1.9.5 Temperatura del habitáculo

La regulación de la temperatura del habitáculo en los automóviles es un factor importante para brindar al conductor el confort general, los sistemas de aire acondicionado son poco eficientes y añaden una carga importante al motor, la temperatura del interior del automóvil será más alta que la del entorno exterior debido a los efectos de la radiación solar (Rath, Senthilkumar y Deep, 2020, p.1). La temperatura interior de un automóvil puede alcanzar fácilmente los 60° C en un día cálido donde la temperatura exterior ronde los 25° C y supera los 70°C en un día verdaderamente caluroso donde la temperatura ronde los 35°C (Lambert y Jones, 2006, p.3). El efecto del uso de A/C en el consumo de combustible depende principalmente de la temperatura interior deseada, las condiciones ambientales (temperatura, humedad del aire y radiación solar) y en menor medida los aspectos como velocidad y patrones de conducción (Fayazbakhsh y Bahrami, 2013, p.3). La ventilación es el movimiento del aire en el automóvil desde el exterior para producir la calidad de aire interior de la cabina, según la norma ASHRAE la temperatura que brinda confort está en entre los 22 °C a los 24°C con una humedad del 40% al 60% (Khayyam et al., 2011, p.4). Las presiones del sistema de aire acondicionado, temperaturas, y condiciones del flujo del condensador y evaporador dependen del tiempo de uso del sistema (Hendricks, 2001, p.1). El periodo de reducción se conoce en la industria de climatización como el tiempo que tarda en bajar la temperatura del habitáculo desde el nivel elevado cuando se enciende por primera vez el aire acondicionado hasta que se obtiene la temperatura deseada (Huff, West y Thomas, 2013, p.2). Algunos investigadores afirman que existe una mayor relación entre las condiciones de tráfico y el consumo adicional de combustible inducido por el funcionamiento del A/C, siendo la influencia relativa que se reduce a medida que aumenta la velocidad del vehículo (4%, 2,5%, y el 1% para la conducción urbana, rural y de autopista respectivamente. Existe una falta de consenso sobre las condiciones de medición y la información sobre el impacto del A/C en el consumo de combustible (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.27).

El tipo de aire acondicionado, manual o automático influye en el consumo de combustible. El sistema de aire acondicionado manual es un sistema que funciona de forma continua, mientras que el automático trata de mantener una temperatura predefinida en el habitáculo, las pruebas de efecto del A/C manual y automático a 50 km/h y 100 km/h demostraron el impacto de CO₂ es mayor en los sistemas de aire acondicionado manuales que en los automáticos y el impacto global es menor a una velocidad de 100 km/h que a 50 km/h (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.11). Las estimaciones del uso del aire acondicionado oscilan entre 107 y 121 horas al año o entre el 43% y el 49% del uso del vehículo (Farrington y Rugh, 2000, p.3).

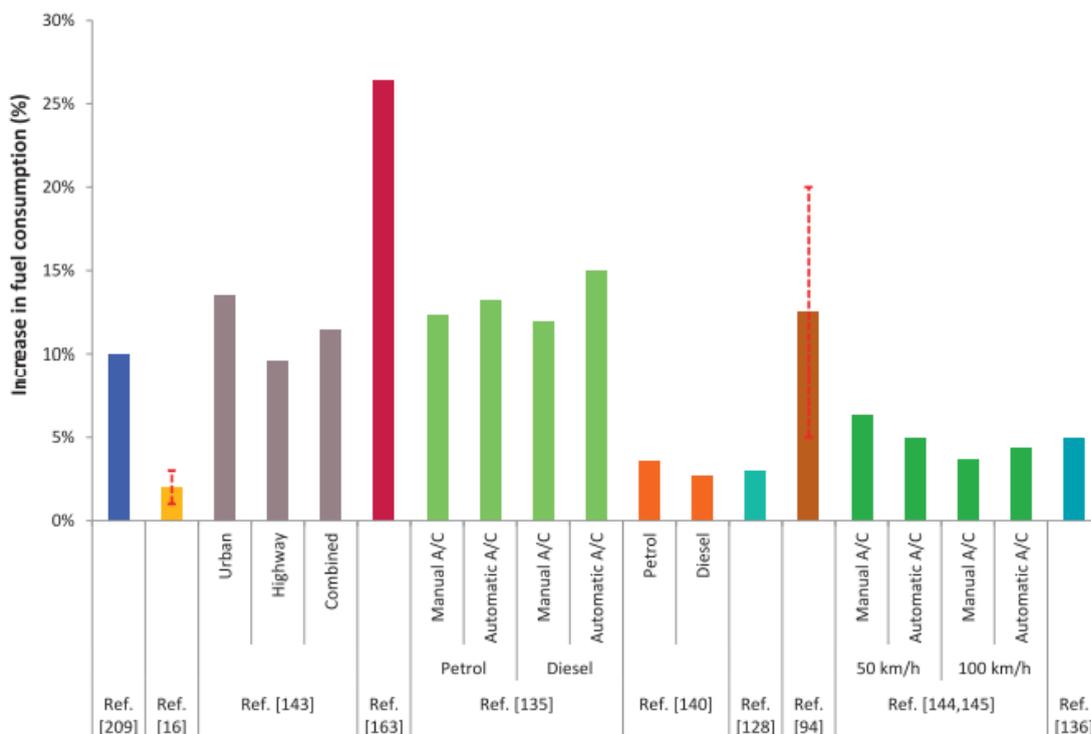


Gráfico 18-1: El aumento del consumo de combustible estimado se basa en los resultados obtenidos de diferentes fuentes

Fuente: (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017).

1.9.6 Consumo de Combustible del mundo en condiciones reales de tráfico

El tráfico es el número de vehículos que circulan por una vía o carretera en un momento dado. El aumento del tráfico afectará al perfil de velocidad de los vehículos durante el viaje, pero también puede influir en el comportamiento de los conductores, el aumento de tráfico ocasiona el aumento de consumo de combustible de los automóviles que pueden ser condiciones de conducción urbana a baja velocidad y tráfico pesado, en la parte urbana se alcanzan una velocidad media de 18 km/h (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.19). Desde el punto de vista del flujo de tráfico una mayor distancia de recorrido y una menor variación de velocidad ayuda a la estabilidad de tráfico y a su vez una reducción del consumo de combustible (Luo et al., 2021, p.2).

El tráfico afecta al consumo de combustible de varias maneras, se reduce la velocidad media y máxima del viaje, aumenta el funcionamiento transitorio (aceleración -desaceleraciones), las paradas de los vehículos y aumento del ralentí del motor. El impacto del consumo de combustible del vehículo no es uniforme y depende de las características del parque automovilístico y de la zona geográfica por la que se circule (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.19). Las pendientes de una carretera influyen significativamente en el consumo de combustible, las pendientes se asocian con un aumento sustancial de consumo de combustible del automóvil, un vehículo que circula en una

pendiente de +1 a +6 grados de pendiente tienen un aumento de entre 5% y un 20% más de consumo de combustible en comparación de una carretera llana (Hu y Christopher Frey, 2017, p.3).

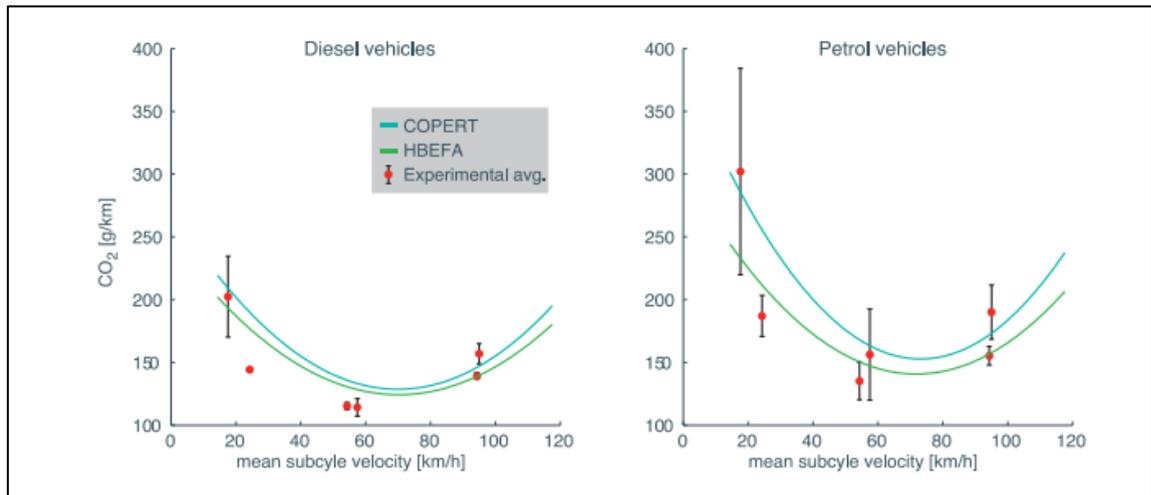


Gráfico 19-1: Impacto de la velocidad de conducción en las emisiones de CO₂ de los vehículos EURO 5

Fuente: (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017).

Las líneas continuas muestran las predicciones de dos herramientas europeas (COPERT y HBEFA) mientras que los puntos y las barras de error correspondientes muestran los resultados experimentales medios y su desviación estándar respectivamente. Los datos se obtuvieron de varios automóviles con diferentes ciclos de conducción (NEDC, Artemis y WMTC), confirman la capacidad de dichas herramientas para captar el efecto de las diferentes condiciones de tráfico sobre las emisiones de CO₂, con una velocidad media baja de (30km/h), presentan las emisiones de CO₂ más elevadas y la mayor divergencia con respecto al resultado del NEDC que, a 18 km/h alcanza una media del 40% para vehículos a Diesel y el 60% para vehículos a gasolina, la velocidad óptima de viaje se encuentra en un rango de 60 a 80 km/h donde las emisiones tienden a ser un 15% y un 23% inferiores a las del NEDDC para vehículos Diesel y de gasolina respectivamente (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.19).

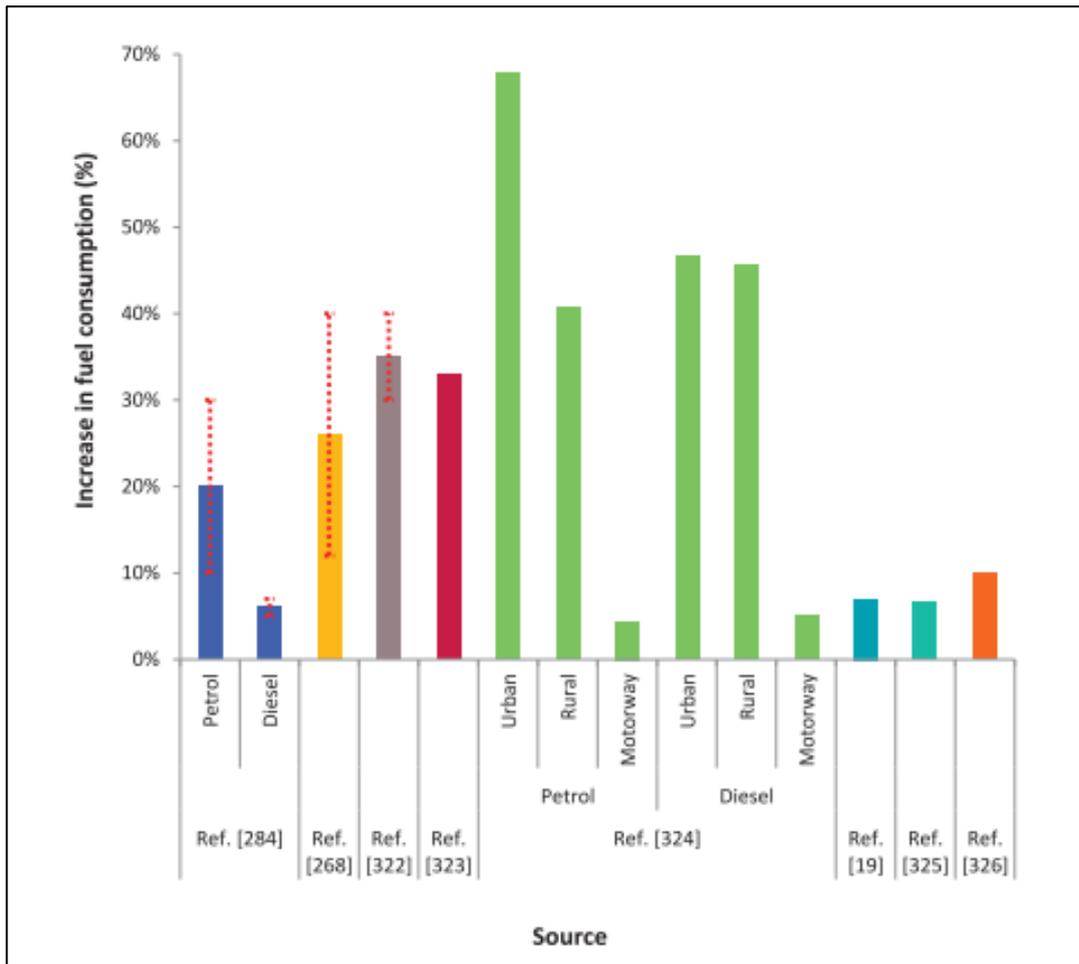


Gráfico 20-1: Aumento en el consumo de combustible para una conducción agresiva con lo normal

Fuente: (Fontaras, Zacharof y Ciuffo 2017).

La conducción agresiva o conducción dinámica, se caracteriza por altas aceleración y desaceleraciones, altas velocidades máximas del vehículo y las altas RPM de funcionamiento del motor que ocasionan un mayor consumo de combustible. Tomando en cuenta los valores de la figura se ha tomado en cuenta que el consumo de combustible en la conducción agresiva puede aumentar en un 25%, a esto se le atribuye la influencia del consumo del ralentí, los arranques frecuentes y las paradas en condiciones urbanas (Fontaras, Zacharof y Ciuffo, 2017, p.20). Los ciclos reglamentarios como el Nuevo ciclo de conducción Europeo (NEDC), donde los aspectos principales que toma en cuenta son las condiciones climáticas, ciclos de conducción, funcionamiento del aire acondicionado para alcanzar el confort en el habitáculo, los cuales se utilizan para medir el consumo de combustible en carreteras urbanas y suburbanas, se aplican las pruebas porque son fiables y representativas del uso actual (Khoury y Clodic, 2005, p.3).

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Método de investigación

Este estudio se realiza mediante un método deductivo debido a que este método permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas (Luis, 2014, p.2).

Este método va de lo general a lo particular. Así mismo parte de los datos generales aceptados como verídicos para poder deducir a través del razonamiento lógico, haciendo suposiciones. También parte de afirmaciones previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El aplicar el resultado de la inducción a casos nuevos, se puede entender que se realiza una deducción (Montaleza, 2013).

Parte de lo general a lo particular. Pasos que sigue el método deductivo: Observación, Hipótesis, Deducción, Experimentación, Se basa en ir encadenando conocimientos que se suponen verdaderos de manera tal que se obtienen de nuevos conocimientos, se valida de la lógica y combina principios necesarios y simples (Roa, 2012).

Para este trabajo investigativo se parte de un hecho general el cual es el consumo de combustible del vehículo en una ruta preestablecida y mediante la introducción de una variable la cual se considera como un hecho específico que consiste en la activación y desactivación del aire acondicionado A/C se puede evidenciar una variación del consumo por medio de la toma de datos en vivo con un dispositivo OBD el cual permite obtener el consumo de combustible de forma digital y con ayuda de un tanque externo cánister también se puede obtener el consumo de combustible de forma física. De esta manera se valida la hipótesis previamente estipulada en el capítulo anterior.

2.2 Método científico

Métodos empíricos: medición, experimentación.

La medición es un proceso básico de la ciencia que se basa en comparar una unidad medida seleccionada con el objeto cuya magnitud física que se desea medir, para averiguar cuántas veces la unidad está contenida en esa magnitud. (Pagliaro, 2020, p.11).

El proceso de medición del combustible requiere de la tecnología y exactitud para su realización, para lo cual se utiliza los mismos equipos de medición en todas las pruebas y así tener igualdad de condiciones en las diferentes pruebas que se realiza (Skrcany et al., 2020, p.3).

Para medir el consumo adicional que general el uso del aire acondicionado se utiliza diferentes instrumentos de medición, se ocupa un tanque externo, el cual tiene una capacidad de 5 litros, este tanque también es conocido como cánister de marca Liqui Moly, el cual puede presurizar hasta los 80 psi. El equipo se encarga de abastecer el combustible al sistema de alimentación del automóvil, este se presuriza de acuerdo con la presión recomendada por el fabricante del modelo de vehículo de prueba en el cual se instale. La cantidad de combustible se determina a través de la diferencia entre el combustible puesto al inicio de la prueba y el combustible restante al finalizar la prueba (Legu samo et al., 2020, p.6).

Al iniciar la prueba se coloca en el cánister la cantidad de 4000 ml de combustible, los cuales se mide a través de una probeta con una capacidad de 100 ml y un matraz con la capacidad de 1000 ml, al finalizar la prueba se cierra la llave del conducto de ingreso de combustible al motor, se libera la presión del cánister para poder vaciar el combustible restante en un recipiente de mayor tamaño, luego se procede a medir con la probeta y el matraz para que esta sea exacta, la diferencia entre el combustible colocado al inicio y el obtenido al finalizar la prueba será el consumo del automóvil en la ruta.

La experimentación, método común de las ciencias experimentales y las tecnologías, consiste en el estudio de un fenómeno, producido en un laboratorio o trabajo de campo, en condiciones particulares de estudio eliminando o introduciendo variables que puedan influir en el resultado final. Se entiende por variable o constante cambiante a todo aquello que causa cambios en los productos de un experimento (Pagliaro, 2020, p.10).

La fase de experimentación se basa de la experiencia a la tecnología siendo el primer punto la transición, es el punto de partida del proceso cognitivo mientras que el segundo es la ejecución de los experimentos prácticos (Pavón Narváez y Bucheli  vila, 2018, p.12; Coutelieris y Kanavouras, 2018, p.4).

Se experimenta un consumo de combustible en donde las variables son los tiempos de activación y desactivación del aire acondicionado dentro del habitáculo brindando a los ocupantes un ambiente de confort. Para controlar la temperatura se utiliza un equipo que tiene dos sensores conectados a un Arduino, los sensores son DS18B20 sirven para medir el cambio de temperatura del ambiente, el uno es colocado en la parte de frente del habitáculo, y el segundo sensor en la parte posterior, los dos sensores proyectan las temperaturas reales del habitáculo y obtienen una temperatura promedio para la activación y desactivación del aire acondicionado. El sensor es elegido por su precisión el cual tiene una precisión del 96% respecto al 100% (Harianingsih et al., 2018, p.3).

El tiempo entre la activación y desactivación del aire acondicionado es de 2 minutos, este es el tiempo en que se tiene una temperatura promedio de 22   C dentro del habitáculo, alcanzando una

temperatura de confort. El sistema de aire acondicionado actúa dándole al motor una mayor carga teniendo un mayor consumo de combustible en el lapso que el aire acondicionado este activado.

2.3 Metodología de la investigación

Para desarrollar esta investigación se acoge el método cuantitativo, el mismo que es una metodología de determinación que utiliza magnitudes numéricas las cuales pueden ser estudiadas a través de herramientas estadísticas. En esta metodología se establece una relación representada por un modelo numérico, que puede ser lineal o exponencial. Se necesita que haya claridad entre los elementos investigados para poderlos definir, limitando saber cuál es la causa del problema, los efectos y el tipo de incidencia entre los elementos (FERRER, 2010).

Las variables utilizadas en este trabajo de investigación son cuantitativas por lo que requieren de un trabajo estadístico, este trabajo estadístico lleva implícito el análisis o procesamiento de conjunto de datos numéricos, esta se ha dividido tradicionalmente en dos partes: la estadística descriptiva y la estadística inferencial. En la primera se agrupan todas aquellas técnicas asociadas con el tratamiento de conjunto de datos y en la segunda se agrupan aquellas que permiten la toma de decisiones mediante las conclusiones a que se arriban cuando se analizan características numéricas del fenómeno que se estudia (González Valdés et al., 2010, p.3).

Para este estudio se empleó la estadística descriptiva que tiene como objetivo esencial la caracterización de los conjuntos de datos numéricos, dicha caracterización pone de manifiesto las propiedades cuantitativas de estos conjuntos para su análisis (Dixon, 1980; Peña, 2000; González Valdés et al., 2010, p.3).

Para el debido procesamiento de los datos se usa el software estadístico minitab 18. Para realizar el análisis estadístico se utilizó el modelo de regresión lineal simple a partir de la información básica de velocidad (km/h), activación y desactivación del A/C, carga del motor (%), consumo de combustible (L/km) etc. Se procesan los datos y se determina las correlaciones entre consumo de combustible y la activación y desactivación del aire acondicionado, estableciendo como variable dependiente el consumo de combustible y como variable independiente, la velocidad, la activación y desactivación del aire acondicionado con su respectiva incidencia en la carga del motor para cada análisis correspondiente.

De esta manera los resultados obtenidos ayudan a verificar el impacto en el consumo de combustible adicional que genera la activación del sistema de aire acondicionado.

2.4 Flujograma general de la investigación

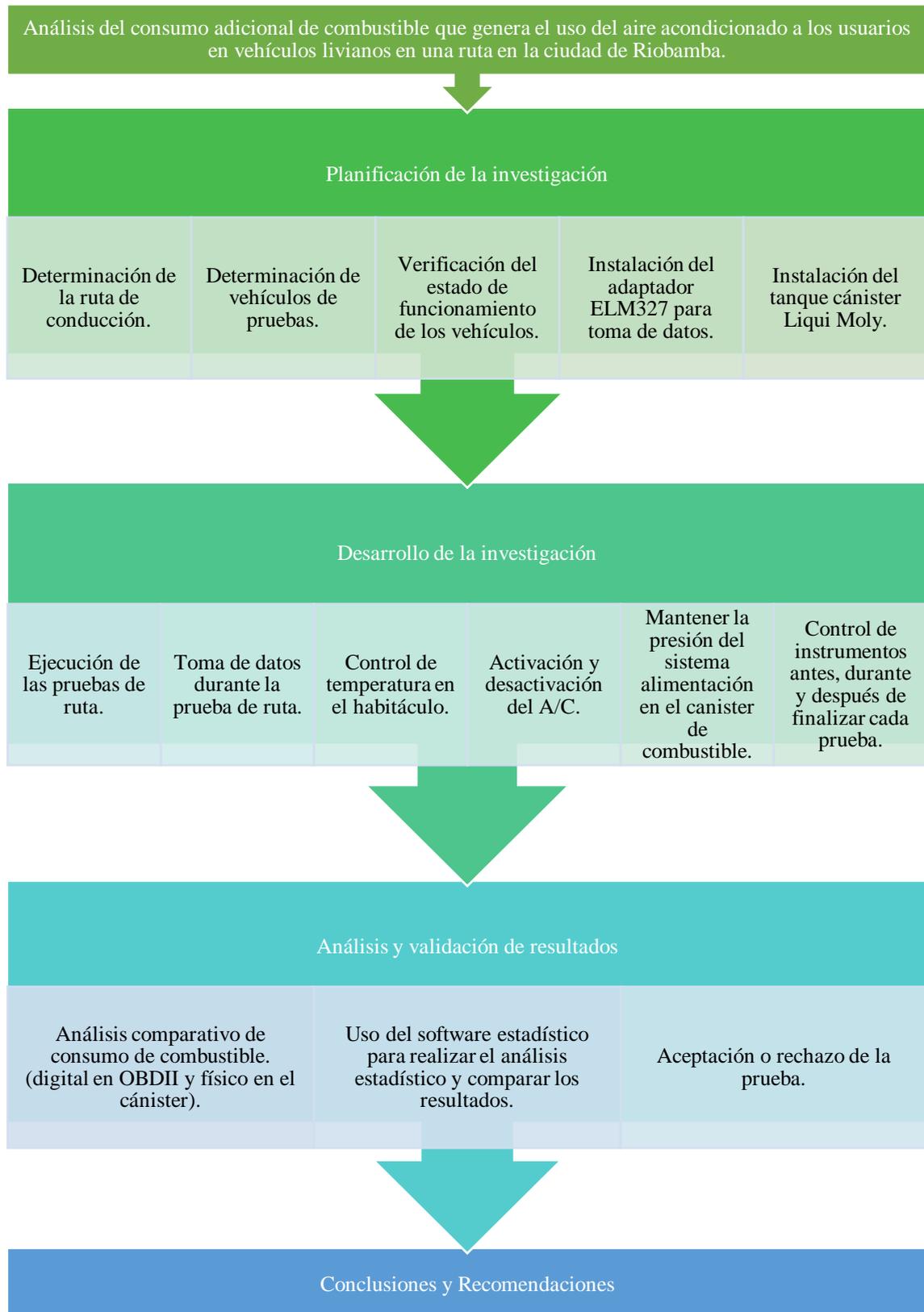


Figura 1-2: Flujograma general de la investigación

Fuente: Autores, 2021,

2.5 Planificación de la investigación

2.5.1 Determinación de la ruta de conducción

La ruta realizada tiene características peculiares donde se destaca la altitud, el tráfico, donde se tiene en cuenta la velocidad permitida.

La ruta está en la Provincia de Chimborazo, entre los cantones de Guano, Riobamba y Chambo en donde se establecerá una ruta periférica, entre los tres cantones de la provincia, tomando en cuenta puntos estratégicos de gran influencia vehicular para este estudio, la ruta es definida por los investigadores debido a experiencias de viajes de mayordensidad y tipo de carreteras.

En la Figura 2-2 se observa la ruta diseñada con el software wikiloc, este programa es dinámico y no es muy complejo su uso, además ayuda a evidenciar el relieve de la ruta. Las banderas de color anaranjado señalan los puntos de control tomados como referenciadurante la ruta.

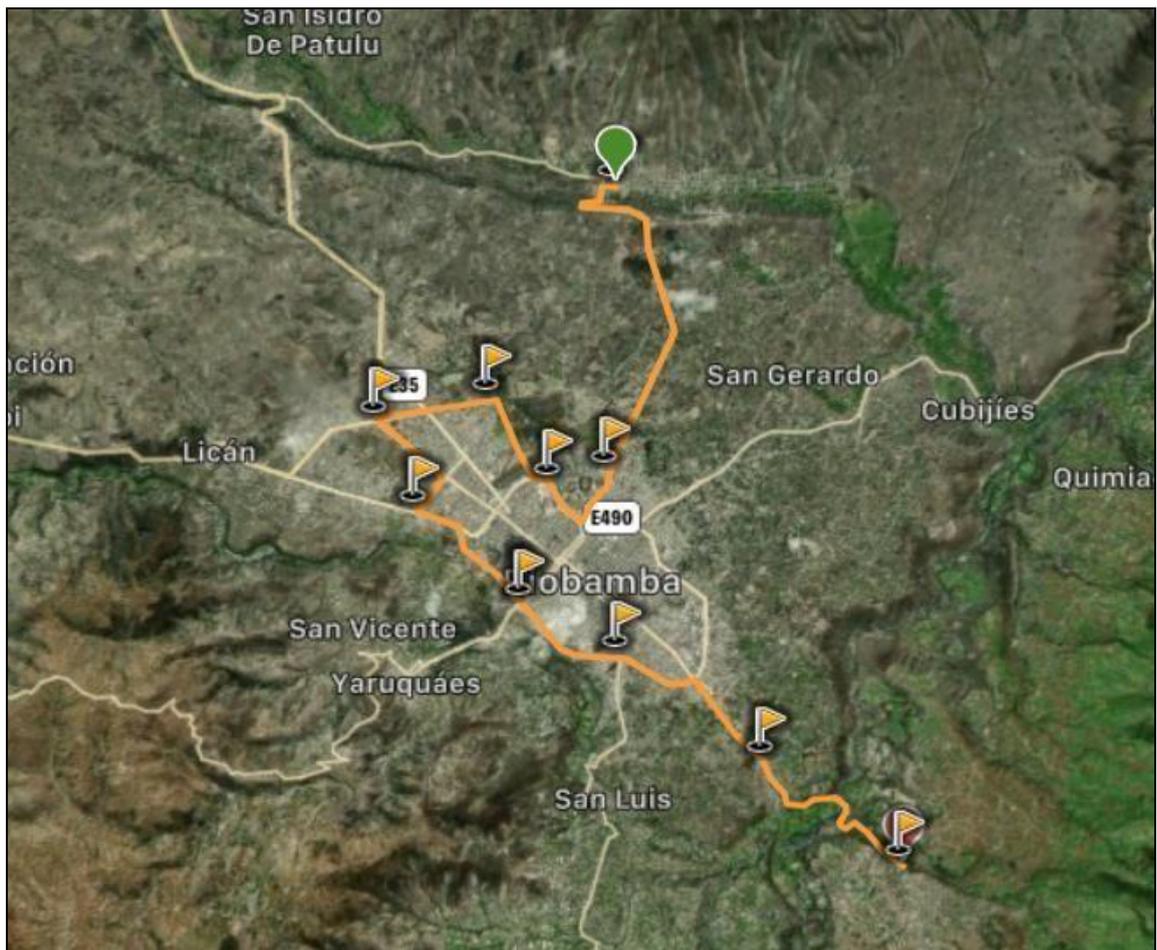


Figura 2-2: Ruta periférica de la Provincia de Chimborazo

Fuente: Autores, 2021.

Tabla 1-2: Puntos de control de la ruta

Nº	Punto de control	Altitud (msnm)	Latitud	Kilómetros (m)	Velocidad permitida (Km/h)
1	Parque Central de Guano	2711	- 1,608027	0	30
2	Paseo Shopping Riobamba	2780	- 1,655388	7,03	90
3	Fuerte Militar Galápagos	2781	- 1,657441	9,01	50
4	Redondel Av. Monseñor Leónidas Proaño y Prol de la Av. Gonzalo Davalos	2820	- 1,643403	10,9	50
5	Sector la Campana	2837	- 1,646908	13,07	50
6	Gasolinera ESPOCH	2801	- 1,661744	15,36	50
7	Colegio Edmundo Chiriboga	2761	- 1,677139	18,03	50
8	Redondel de San Luis	2743	- 1,685887	20,11	50
9	Desvío Licto	2693	- 1,703622	23,56	50
10	Chambo	2720	- 1,720685	27,45	50

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

La principal característica de la ruta es la diferencia de altura existente entre las ciudades, teniendo en cuenta que la altura mínima es de 2567 m sobre el nivel del mar y la altura máxima de 2837 m.

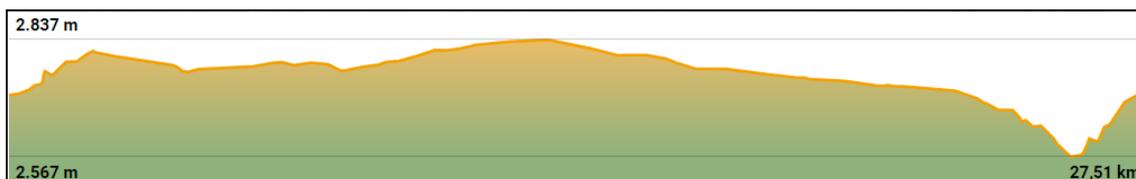


Figura 3-2: Relieve Ruta Periférica Provincia de Chimborazo

Fuente: Autores, 2021.

2.5.2 Determinación de los vehículos de prueba

Los vehículos de pruebas se determinan de acuerdo con los informes de ventas del año 2020 según (ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE), 2020), las marcas de vehículos que mayor cantidad de unidades livianas vendieron son CHEVROLET con un 20.8% Y KIA 18.6% dominando ampliamente el mercado Nacional respecto a otras marcas rivales.

Los modelos de vehículos se eligieron de acuerdo con el porcentaje de ventas dentro de la empresa, en el caso de CHEVROLET se tiene en cuenta los principales modelos que han sido vendido en los últimos años. El modelo Chevrolet Sail AC 1.5 se ubica en el segundo puesto de vehículos más vendidos por la marca Chevrolet (ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE), 2019).

Las características principales que llama la atención es la seguridad, confort y la economía que brinda, ya tiene un motor de 1.5 cc, además de contar con el sistema de aire acondicionado incorporado, es decir que el usuario no manda a instar en un taller ajeno a la empresa (CHEVROLET, 2019).

Los vehículos son del año 2019, son de las mismas características poniendo énfasis en la diferencia del número de motor, en las tablas a continuación se describe las características de los vehículos.

Tabla 2-2: Características del vehículo Chevrolet Sail evaluado

VEHICULO 1 CHEVROLET			
PLACA HBC-7855			NÚMERO DE MOTOR L2B181023610
MARCA	CHEVROLET	MODELO	SAIL LS AC 1.5 4P 4X2 TM
TORQUE	141 Nm / 4.000 rpm	AÑO DEL MODELO	2019
CILINDRADA	1,5cm ³	POTENCIA	109 Hp /6.000 rpm
COMBUSTIBLE	GASOLINA	TONELAJE	0,75

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

Tabla 3-2: Características del vehículo Chevrolet Sail evaluado

VEHICULO 2 CHEVROLET			
PLACA			NÚMERO DE MOTOR
HBC-7854			L2B180303677
MARCA	CHEVROLET	MODELO	SAIL LS AC 1.5 4P 4X2 TM
TORQUE	141 Nm / 4.000 rpm	AÑO DEL MODELO	2019
CILINDRADA	1,5 cm ³	POTENCIA	109 Hp / 6.000 rpm
COMBUSTIBLE	GASOLINA	TONELAJE	0,75

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

El modelo seleccionado de la marca Kia es el modelo 2 KIA RIO, puesto que se ubica en el primer lugar de modelos vendidos en dicha empresa, el modelo brinda un motor de 1.4cc lo cual lo hace que sea económico, incluye el sistema de aire acondicionado incorporado brindando al cliente mayor confort a la hora de conducir (ASOCIACIÓN DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE), 2019).

Los vehículos poseen las mismas características y condiciones para realizar las pruebas de ruta, las tablas 4-2 y 5-2 muestran las características de los vehículos evaluados de esta marca.

Tabla 4-2: Características del vehículo Kia Rio evaluado

VEHICULO 1 KIA			
PLACA			NÚMERO DE MOTOR
HBC-4689			G4FAG5099575
MARCA	KIA RIO	MODELO	RIO R LX AC 1.4 4P 4X2 TM
TORQUE	133Nm / 4000 rpm	AÑO DEL MODELO	2017
CILINDRADA	1,4 cm ³	POTENCIA	99hp / 6000 rpm
COMBUSTIBLE	GASOLINA	TONELAJE	0,75 Tn

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

Tabla 5-2: Características del vehículo 2 Kia Rio Evaluado

VEHICULO 2 KIA			
PLACA HBD-1280			NÚMERO DE MOTOR G4LCJE722390
MARCA	KIA RIO	MODELO	RIO LX AC 1.4 4P 4X2 TM
TORQUE	133 Nm / 400 rpm	AÑO DEL MODELO	2019
CILINDRADA	1,4	POTENCIA	99 hp / 6000 rpm
COMBUSTIBLE	GASOLINA	TONELAJE	0,75

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

2.5.3 Verificación del estado de funcionamiento de los vehículos

Las verificaciones del estado de funcionamiento garantizan que las pruebas se realicen en igualdad de condiciones, se lo hace con el fin de que no haya más variantes en la toma de datos y los vehículos estén en óptimas condiciones.

Tabla 6-2: Tabla de comprobación del estado de Vehículos

Comprobación de presión en neumáticos	La revisión de la presión de los neumáticos se lo hace para no tener más variables en el estudio, se recomienda que la presión sea la recomendada por el fabricante en este estudio la presión de los neumáticos es de 30 a 32 psi.	Los neumáticos sin la presión adecuada pueden inferir de manera negativa al funcionamiento del vehículo, ya que puede haber mayor fricción y como consecuencia mayor consumo
Revisión del funcionamiento del aire acondicionado	La revisión del sistema de aire acondicionado, el fabricante lo recomienda 1 cada 12 meses, sin embargo, se realiza esta inspección para observar que la presión del sistema esté en el mismo nivel para todos los vehículos de prueba.	Si la presión del sistema de aire acondicionado no es el mismo para los vehículos de prueba, las pruebas no tendrían las mismas condiciones porque habrá sistemas que se demoren más o menos tiempo en tener la temperatura deseada dentro del habitáculo.
Estado de bujías	El estado de las bujías se realiza con el propósito de que el motor no tenga inconvenientes en el encendido y funcione en óptimas condiciones.	Si las bujías están en fallando, pueden causar una falla en el encendido, el motor pierde desempeño y aumenta el consumo de combustible

Compresión del motor	La revisión de la compresión del motor se la debe hacer para los parámetros en las cuales trabaja, esto garantiza que los vehículos al momento de realizar las pruebas están en igualdad de condiciones	Las consecuencias al haber una mala compresión, es que el vehículo va a perder potencia y un ralenti inestable lo que hace que exista un mayor consumo de combustible
----------------------	---	---

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

2.5.4 Instalación del adaptador ELM327 para toma de datos

El adaptador ELM327 es un sistema de transmisión de datos, este adaptador tiene un bajocosto en el mercado nacional y su comparación costo -beneficio lo hace hoy en día una opción muy aceptable ya que adquiere variedad de información con una precisión considerable.

Tabla 7-2: Características Dispositivo ELM 327

Especificaciones técnicas ELM327	Voltaje de Operación:	12 V DC a través del puerto OBD II
	Velocidad de muestreo:	Depende de la ECU del vehículo
	Versión de firmware: 2.1	2.1
	Chip:	ELM327
	Alcance:	5m
	Bluetooth	2.0
	Frecuencia	Banda ISM de 2,4 GHz
	Password por defecto	0000/1234/6789
	No compatible	iPhone (BLE)
	Compatible	Torque Pro, ScanMaster, Piston, MiniOBD II

Fuente. (Gmund Cars, 2017).

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

El adaptador ELM 327 es una herramienta de interfaz inteligente que se utiliza como conexión con su adaptador el cual tiene 16 pines los cuales se conectan para la comunicación entre la ECM del automóvil que soportan OBD II y un dispositivo receptor que puede ser Laptop, Smartphone o iPhone para la transferencia de datos mediante un software que debe ser instalado en el dispositivo encargado de realizar la comunicación entre el ELM327 y la ECM del vehículo (SCANNER AUTOMOTRIZ.info, 2019).

El adaptador ELM 327 es compatible con Marcas y Modelos de vehículos que actualmente siguen en el mercado. En la siguiente tabla se exponen las marcas y modelos que son compatibles.

Tabla 8-2: Marcas y Modelos de vehículos compatibles con el Adaptador ELM 327

Vehículos compatibles con el Adaptador ELM 327			
Compatibles	Modelos Americanos	Chrysler	
		Ford	
		GM	
		Jeep	
	Modelos Europeos	A partir del año 2003	
		SAAB	Alfa Romeo
		Acura	Land Rover
		Opel	BMW
		Audi	Auxhall
		Seat	Citroën
		Peugeot	Volvo
		Bentley	VW
		Skoda	Ford
		Daewoo	Jaguar
		Mercedes Benz	Daihatsu
		Modelos Asiáticos conocidos	A partir del año 2006
	KIA		Hyundai
	Isuzu		Dacia
	Honda		Lexus
	Mitsubishi		Mazda
	Nissan		Subaru
	Suzuki		Toyota
	Modelos nuevos de Vehículos Chinos	A partir del año 2011	
Chery		Geely	
BYD		Great Wall	
Karry			

No Compatibles	A partir del 2009	
	Renault	Dacia Logan
	Clio	

Fuente. (scannerautomotriz.org, 2018).

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

El dispositivo ELM 327 actual como una interfaz, por lo tanto, se necesita de una aplicación para poder observar los datos del vehículo. Depende del sistema operativo del dispositivo de recepción se descargará la aplicación, ya que los sistemas operativos más actuales son Windows, Android, iOS en el caso de iPad o iPhone.

En esta investigación se usará dispositivos Android como receptores. Según (KitoSDev- CMS, 2017), recomienda el uso de aplicaciones como Dashcommand o a su vez la aplicación Torque. Torque presenta dos alternativas IFreativas las cuales son torque lite, la cual es una versión gratuita pero sus características para obtener datos son limitados al igual que el número de datos, la aplicación Torque Pro es una versión más completa, aunque es una aplicación que tiene un costo al momento de descargar, se puede verificar que la relación costo-beneficio es aceptable (Gmund Cars, 2017).

La aplicación Torque Pro es una aplicación para dispositivos Android, que con ayuda de un adaptador se conecta al puerto OBD II se permita conocer la información relevante del estado del vehículo. Se puede configurar una serie de parámetros al apantalla inicial de torque Pro con la información que se requiera tener conocimiento, además que utiliza GPS del dispositivo Android para ver la ruta de desplazamiento con mayor precisión (Clipset, 2016).

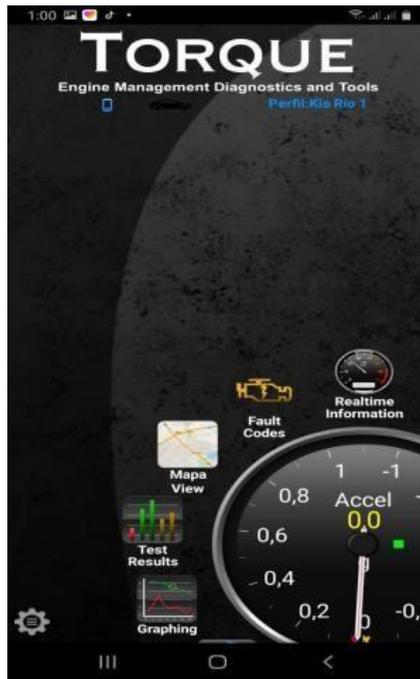


Figura 4-2: Interfaz Torque Pro

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

La investigación se enfoca en los datos obtenidos de la configuración de Torque Pro, FuelUsed es el consumo de combustible del motor segundo a segundo, de igual manera permite obtener el dato de desplazamiento, de esta manera nos da la distancia recorrida y el consumo hasta ese punto.



Figura 5-2: Configuración Fuel Used Torque Pro

Fuente Barbecho R, Rosero B, 2021

Con el dispositivo OBD II y la aplicación de Torque Pro se puede obtener los datos reales del flujo de combustible para lo cual existen tres maneras de obtenerlas (Calva Montoya y Flores Díaz, 2020, p.45) las cuales son:

- Relación Propia de protocolos del automóvil
- Basado por MAF
- Basado por MAP

En el caso de MAF

Se aplica la siguiente formula:

$$MAF \left(\frac{g}{s} \right)$$

$$fuel\ flow\ rate \left(\frac{l}{s} \right) = AFR(:1) * \delta_{fuel} * 100$$

En el caso de
MAP

Se aplica la siguiente formula:

$$fuel\ flow\ rate \left(\frac{l}{s} \right) = \frac{RPM * VE * MAP * ED * Maire}{120 * R * (IAT + 273.12) * AFR (:1) * \delta_{fuel} * 1000}$$

Donde

AFR= Relación aire/ combustible

VE= Eficiencia Volumétrica

R= Constante de gases

ED= Carga del motor

En las tablas 9-2 y 10-2 se muestra datos normalizados para aplicaciones de celulares para el consumo de combustible, la norma SAE J19789 es quien establece las siguientes condiciones.

Tabla 9-2: Consumo de combustible con MAF

Datos	L/100Km	Error %
Laboratorio	8,76	---
MAF sin STFT	8,51	-2,91%
MAF con STFT	8,71	-0,56%

Fuente. (Calva Montoya y Flores Díaz, 2020)

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Tabla 10-2: Consumo de combustible con MAP

Datos	L/100Km	Error %
Laboratorio	6,2	---
MAP.VE=0,8	8,51	-2,91%
MSO.VE=0,75	8,71	-0,56%

Fuente. (Calva Montoya y Flores Díaz, 2020)

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Para comenzar el dispositivo ELM 327 se debe conectar en el puerto OBD II del vehículo, para comprobar la conexión del dispositivo existe un led de color rojo o verde el cual indicara que el dispositivo se encuentra funcionando.

Lo siguiente es encender el bluetooth del dispositivo donde se descargó la aplicación torque Pro, para buscar el dispositivo ELM 327, para que se puedan conectar y sincronizarse ambos dispositivos. En equipo receptor (celular) deberá aparecer OBD II ELM 327 se selecciona y se debe suministrar la clave de sincronía del equipo para poder establecer una fuerte vinculación entre los dispositivos (SCANNER AUTOMOTRIZ.info, 2019).

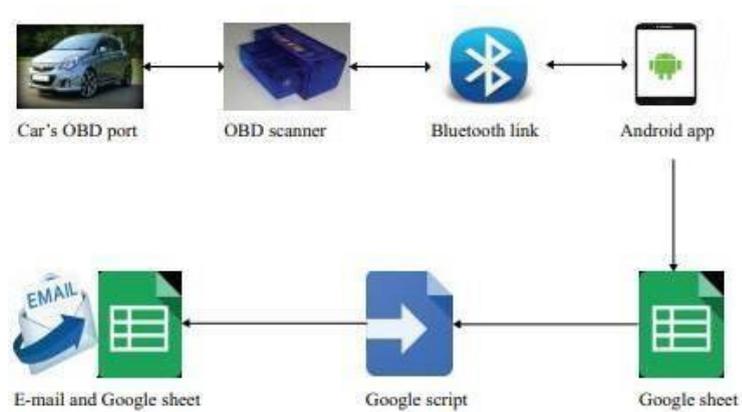


Figura 6-2: Comunicación OBD II

Fuente: (Rajput y Parekh, 2020).

2.5.5 Instalación del tanque cánister *Liqui Moly*

En el estudio se implementa un tanque cánister de la marca *Liqui Moly* el cual sustituye a la bomba de combustible del vehículo, véase en la figura 7-2, la presión se coloca de manera manual puesto que se bombea para que exista la presión dentro del tanque.



Figura 7-2: Tanque Canister *Liqui Moly*

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

Para los vehículos de la marca *Kia* el acceso a la bomba de combustible viene debajo los asientos posteriores, lo cual hace que sea más fácil la instalación del tanque, se retira el asiento trasero

posteriormente se tiene una tapa de protección de la bomba. Una vez retirado la tapa se encuentra con la bomba de combustible y sus conexiones, en el caso de la marca Kia las conexiones vienen detalladas con colores en las conexiones, la conexión de color azul es la alimentación de combustible al motor y la conexión de color verde es el retorno de combustible del motor hacia la bomba.



Figura 8-2: Conexiones bomba de combustible vehículo Kia

Fuente. Barbecho R, Rosero B, 2021

Para la conexión se implementa filtros de combustible con el propósito de evitar que lleguen impurezas a los inyectores, se instala en el conducto del sistema de alimentación del vehículo y también en el conducto de retorno de combustible, sustituyendo el trabajo de la bomba. En la conexión de salida o alimentación del cánister se encuentra una llave la cual permite abrir o cerrar el paso de combustible hacia el sistema de inyección, esto se lo hace al finalizar la ruta, se cierra la llave y se procede a liberar la presión del tanque por medio de la válvula de alivio (color rojo) que está en la parte superior del tanque para luego poder vaciar el combustible sobrante.



Figura 9-2: Instalación de filtros en la bomba de combustible.

Fuente. Barbecho R, Rosero B, 2021

En el caso del vehículo Chevrolet Sail el acceso a las conexiones de la bomba de combustible es más compleja puesto que se encuentra en la parte inferior del vehículo, por lo que se lo debe elevar al vehículo para llegar a las conexiones de la bomba. Es necesario brindar una protección a las mangueras que conectan el cánister con las conexiones de la bomba porque las mangueras van por fuera del vehículo y lógicamente el tanque cánister debe ir en la parte interior del habitáculo, por lo que las mangueras sin protección pueden dañar la pintura del vehículo.



Figura 10-2: Instalación de Tanque Cánister

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

Figura 11-2: Instalación Final Tanque Cánister vehículo Chevrolet Sail

Fuente. Barbecho R, Rosero B, 2021

2.6 Desarrollo de la investigación

En esta investigación se realizan ensayos en ruta, los mismos que requieren de una documentación completa de todos los procedimientos utilizados. Los ensayos que se realizan no son normalizados debido a que no existe una normativa vigente en el Ecuador (Acosta y Tello, 2016).

2.6.1 Procedimiento para la toma de datos

En la figura 12-2 se encuentra un flujograma que muestra el procedimiento realizado para la toma de datos correspondiente a cada ensayo, mismo que se explica más a detalle.

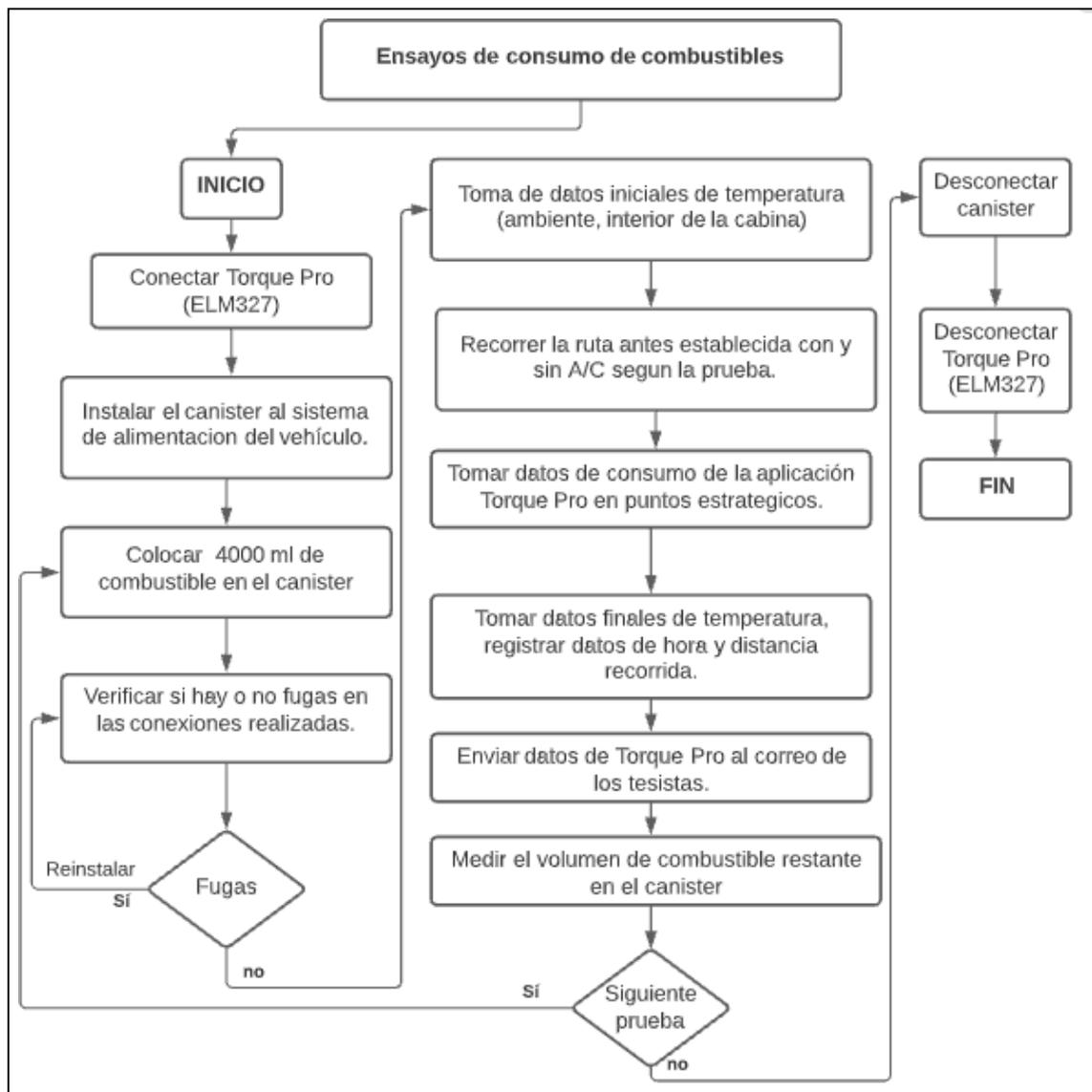


Figura 12-2: Flujograma de ensayos

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

En cada ensayo que se efectúa para tomar los datos del consumo de combustible se tienen en cuenta el siguiente procedimiento:

2.6.2 Antes de la prueba

- Revisar el estado mecánico de los vehículos en los que se va a realizar las pruebas pertinentes ya que de esto depende posibles variaciones de resultados.
- Verificar el funcionamiento del sistema de A/C del vehículo en el que se realizará la prueba.
- Unir el conector ELM327 bluetooth en el puerto OBDII, en el celular se activa la aplicación Torque pro, en ella se configura el perfil del vehículo que se hace la prueba, las unidades y se activa los datos PID del automóvil.
- Instalar el cánister en el sistema de alimentación de cada vehículo.
- Comprobar la existencia o no de posibles fugas en la conexión, para lo cual se procede a colocar combustible en el cánister y se presuriza el sistema de acuerdo con la presión establecida en el manual del fabricante para cada vehículo, luego se enciende el vehículo y se comprueba visualmente.
- Cerrar la manguera de alimentación del cánister para despresurizar el mismo y proceder a vaciarlo por completo para iniciar la prueba.
- Medir en la probeta y un recipiente 4000ml de combustible para colocar en el cánister.
- Presurizar el sistema con la presión establecida por el fabricante del vehículo y abrir la llave de la manguera de alimentación del cánister al sistema.
- Anotar los datos del vehículo y de la ruta en la hoja de datos.
- Tomar los datos de temperatura ambiente y del interior del habitáculo

2.6.3 Durante la prueba

- Dejar las ventanas del vehículo semiabiertas (todas las pruebas, todos los vehículos).
- Registrar en la hoja de datos las condiciones de la prueba, si esta se desarrolla con o sin A/C.
- Registrar la hora de inicio del ensayo.
- Poner en cero los datos de la aplicación Torque Pro y borrar registros anteriores.
- Encender el vehículo e iniciar el recorrido de la ruta.
- Iniciar registro de datos en la aplicación Torque Pro.
- Poner el ventilador del A/C en su nivel máximo durante un tiempo de 2 minutos y repetir esta acción después de 2 minutos durante todo el recorrido.
- Tomar datos de consumo, velocidad media en puntos estratégicos.
- Terminar el recorrido de la ruta el cual es en el cantón Chambo.
- Detener registro de datos de la aplicación Torque Pro.
- Enviar registro de datos de la aplicación Torque Pro al correo de los tesisistas para su respectivo análisis.
- Apagar el motor.

2.6.4 Después de la prueba

- Registrar la hora de finalización de la prueba.
- Tomar los datos de temperatura ambiente y del interior del habitáculo.
- Cerrar la llave de la manguera de alimentación del cánister.
- Liberar la presión del cánister abriendo la válvula de alivio del mismo para poderlo vaciar en un recipiente.
- Medir el volumen del combustible residual con la probeta graduada y registrar el mismo en la hoja de datos.
- Colocar combustible en el cánister, presurizar el sistema, abrir la llave de alimentación de este y dirigirse al punto de inicio para un nuevo ensayo (Parque central Guano).
- Si se han terminado las pruebas con el vehículo desconectar el cánister.
- Borrar posibles códigos con la aplicación Torque Pro de falla que se crean en el vehículo al dejar sin efecto la bomba del sistema de alimentación del vehículo.
- Desconectar del puerto OBDII el conector ELM327.

2.6.5 Hoja de registro de datos

Durante las pruebas de ruta se utiliza una hoja de registro de datos misma que es de vital importancia para anotar información basada en la observación antes, durante y después de cada ensayo y así poder analizar el resultado de estos.

En la figura 31-2 se observa el formato de la hoja de registro de datos misma que contiene los siguientes ítems:

- Datos técnicos del vehículo con las respectivas características del motor.
- Datos generales del ensayo como el número de ensayo, fecha, hora de inicio y finalización, uso o no del A/C y la ruta de la prueba.
- Datos ambientales de temperatura.
- Datos de temperatura en la cabina.
- Datos de consumo de combustible.

HOJA DE REGISTRO DE DATOS

DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA Y MODELO	
PLACA	
ANO	
CILINDRADA	
POTENCIA MAXIMA	
TORQUE MAXIMO	
TIPO DE COMBUSTIBLE	

DATOS DEL ENSAYO

Nº ENSAYO	
FECHA d/m/a	
USO AIRE ACONDICIONADO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Nº VECES ACTIVACION A/C	
HORA DE INICIO	
HORA DE FINALIZACION	
RUTA	
RECORRIDO (km)	

DATOS DE TEMPERATURA AMBIENTAL

Temperatura inicial		°C
Temperatura final		°C

DATOS DE TEMPERATURA DE CABINA

Temperatura inicial		°C
Temperatura final		°C

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Volumen inicial de combustible Vi		ml
Volumen final de combustible Vf		ml
Volumen consumo combustible Vi-Vf		ml

NOTAS:

1. Tratar de mantener el tacómetro a 2500 rpm
2. Apagar accesorios que puedan incidir en la toma de datos (radio, luces, etc.)
3. Colocar los sensores de temperatura en lugares estratégicos seleccionados.

Figura 13-2: Hoja de registro de datos

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

Capítulo III

3 Resultados y Discusión de Resultados

3.1 Resultados

Siguiendo los protocolos establecidos sobre las pruebas especificadas en la metodología se realizan las pruebas sobre el consumo de combustible, las cuales arrojaron datos en tiempo real en relación con la velocidad, aceleración, grado de la pendiente, distancia, consumo de combustible en tiempo real, los cuales permiten realizar una evaluación de consumo de combustible son las variantes propuestas en metodología.

Producto de las pruebas se recopilan datos con un tiempo total aproximado de 18,21 h, los cuales se dividen en dos grupos que son las pruebas en el vehículo Chevrolet Sail con una duración total de prueba de 9,10 h, mismos que también se subdividen en dos grupos y son las pruebas que se las realizaron con aire acondicionado encendido y aire acondicionado apagado, para las pruebas en el vehículo Kia Rio de igual manera se dividen en dos grupos que son las pruebas con el sistema de aire acondicionado encendido y el sistema de aire acondicionado apagado obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

3.1.1 Resultados obtenidos a través de la aplicación Torque pro por medio de conector ELM327 (OBDII)

3.1.1.1 Grado de la Carretera

La elevación medida y el grado de la pendiente utilizadas en nuestro estudio se pueden apreciar en las siguientes graficas que se obtuvieron gracias a los datos recolectados en tiempo real, con ayuda de la configuración GPS se alcanza un perfil más exacto de nuestra ruta, esto se hace para obtener datos más precisos en nuestro estudio.

Dada la zona geográfica en la que nos encontramos el perfil de nuestra ruta es muy irregular, la cual se puede apreciar en el gráfico 1-3, se establece las condiciones de latitud la que se encuentra la ruta donde su altitud varía entre los 2837 (m) como máximo y 2567 (m) como mínimo.



Gráfico 1-3: Perfil de elevación de la ruta

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.2 Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19R) con número de motor l2b181023610

En la tabla 17-3 se observa los registros obtenidos en las pruebas realizadas al vehículo Chevrolet Sail 1.5 cm³ del año 2019, en la misma se observan datos de la distancia recorrida en cada prueba, el tiempo de duración, la velocidad promedio y su respectivo consumo de combustible.

Tabla 1-3: Datos de las pruebas de consumo de combustible en el vehículo Sa19R con A/C Apagado

Nº Prueba	Distancia Km	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Velocidad Promedio Km/h	Consumo (Km/l)
Prueba 1	27,77	3184	53,07	30,73	1,71
Prueba 2	28,03	3115	51,92	31,48	1,93
Prueba 3	28,28	2730	45,50	36,21	2,1

Fuente: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 2-3 se representan los datos de distancia y velocidad a lo largo de toda la ruta, en el eje Y se representa las variaciones de velocidades obtenidas a lo largo de la ruta, En el eje X se representa la distancia en Km de la ruta, la relación de distancia vs velocidad muestra variaciones las cuales afecta al consumo del combustible del vehículo

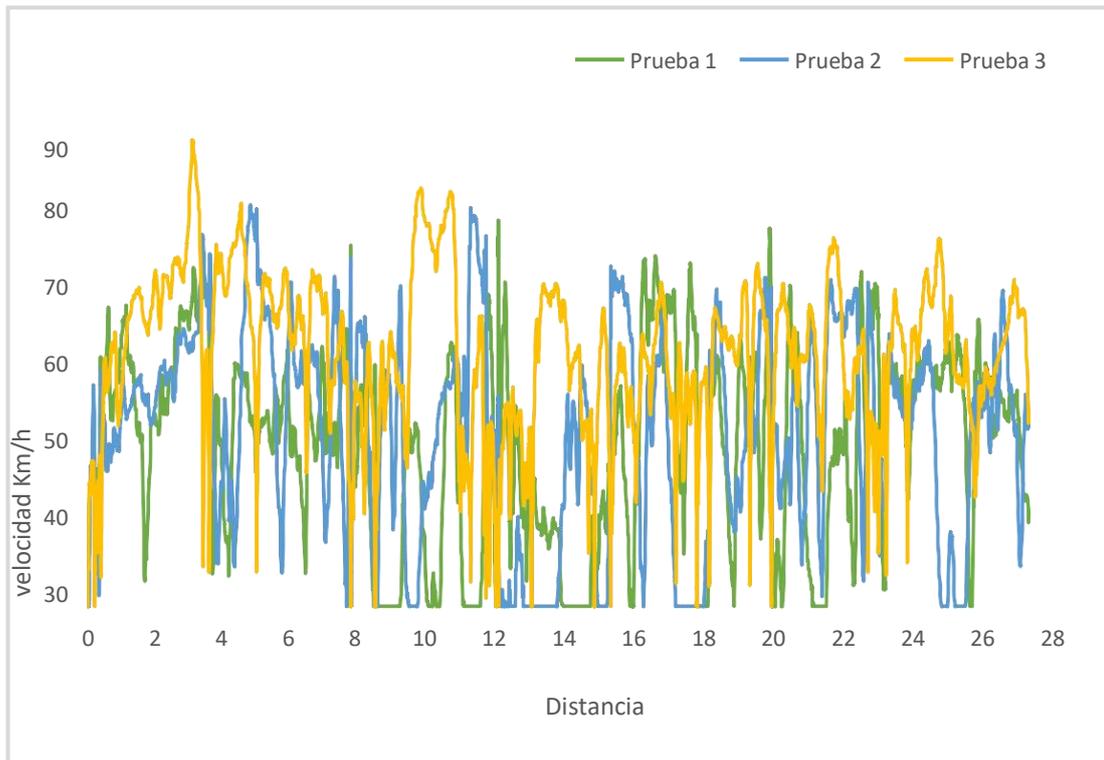


Gráfico 2-3: Distancia VS Velocidad en las pruebas realizadas al vehículo Sa19R

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.3 Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19R) con número de motor 12b181023610 con el sistema de aire acondicionado encendido

En la tabla 2-3 se muestran datos obtenidos a través de la realización de las pruebas de ruta en las que el vehículo fue sometido, la diferencia de estos datos son que son obtenidos en el momento de que el vehículo se encuentra con el sistema de aire acondicionado encendido, por lo cual va a variar el consumo de combustible, esto se debe a la carga adicional del sistema de aire acondicionado al motor.

Tabla 2-3: Datos de consumo de combustible del vehículo Sa19R con A/C

Nº Prueba	Distancia Km	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Velocidad Pro	Consumo (Km/l)
Prueba 1	28.38	2602	43.37	30,63	1.94
Prueba 2	28.19	2596	43.27	33,05	1.86
Prueba 3	28.26	2600	43.33	38,11	2.51

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 3-3 se representan los valores de las tres pruebas realizadas en el vehículo Sa19R en el cual el sistema de aire acondicionado se encuentra encendido, en el eje de las Y se encuentra la velocidad expresada en Km/h, en el eje de las X se encuentra la distancia expresada en km.

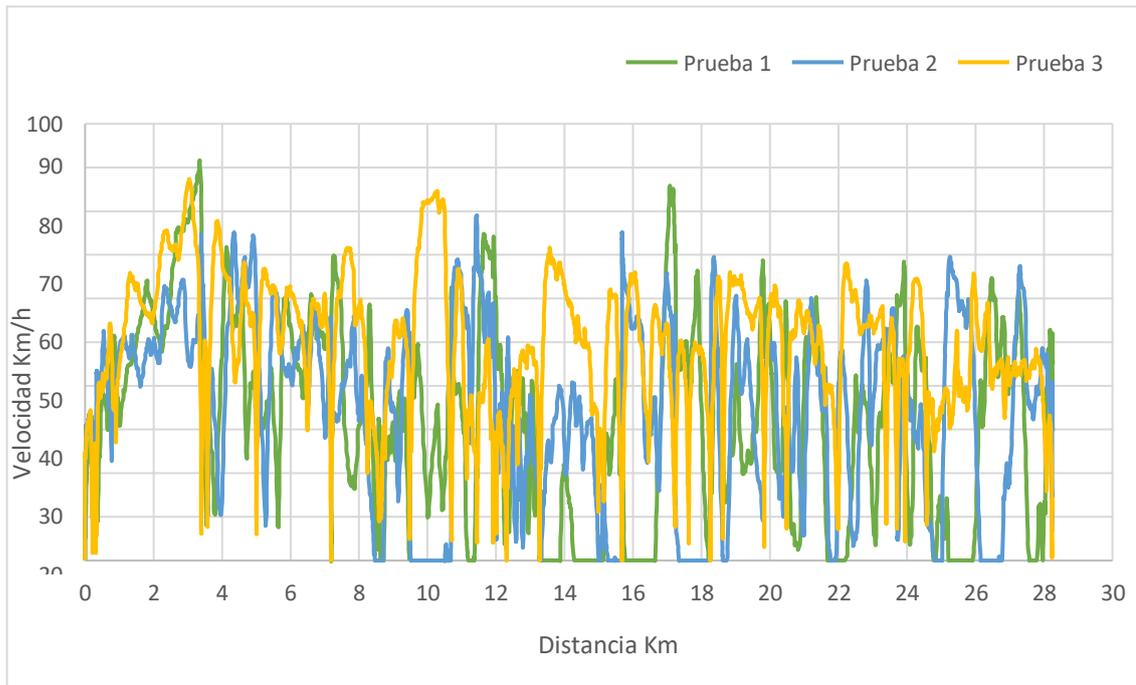


Gráfico 3-3: Distancia VS Velocidad Sa19R A/C Encendido.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.4 Régimen de motor vs Carga de motor en Sa19R A/C apagado

En el gráfico 4-3 se representa la relación que existe entre el régimen del motor y el porcentaje de carga en el motor, en el eje Y se muestra el porcentaje de carga del motor (%), en el eje X se muestra el régimen del motor, el cual está en (rpm).

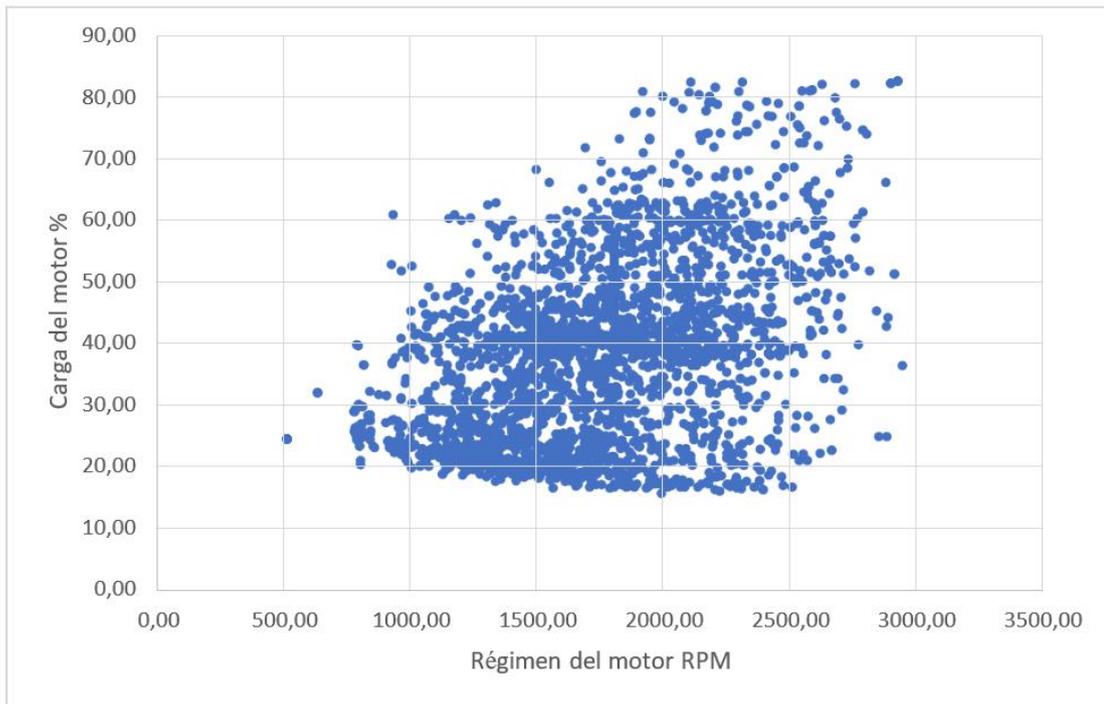


Gráfico 4-3: Carga del Motor (%) vs Régimen del motor (rpm) (A/C Apagado)

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

El gráfico 4-3 de dispersión muestra como los datos obtenidos en las pruebas representan el porcentaje de carga del motor, el motor en revoluciones bajas mantiene cargado al motor, entre 800 y 2500 revoluciones muestra que existe un nivel de carga regular, el cual se encuentra en el 15.5% al 85 % de carga, este factor es determinante a la hora de ver el consumo total de combustible.

3.1.1.5 Régimen del motor vs carga con A/C encendido

En el gráfico 5-3 se representa los valores obtenidos producto de las pruebas, en la cual esta expresado el régimen del motor vs la Carga del motor, en el eje Y se expresa el porcentaje de carga del motor, en el eje de las X se expresa el régimen del motor expresado en rpm. Se entiende que el motor se mantuvo con carga a bajas revoluciones, lo cual hace que sea un factor determinante para el consumo de combustible, los porcentajes de carga del motor oscilan entre el 16 y el 85 %, además que esta carga se mantiene entre las 800 a 2800 rpm el cual es un rango muy aceptable garantizando que el motor no se lo hizo revolucionar o forzar.

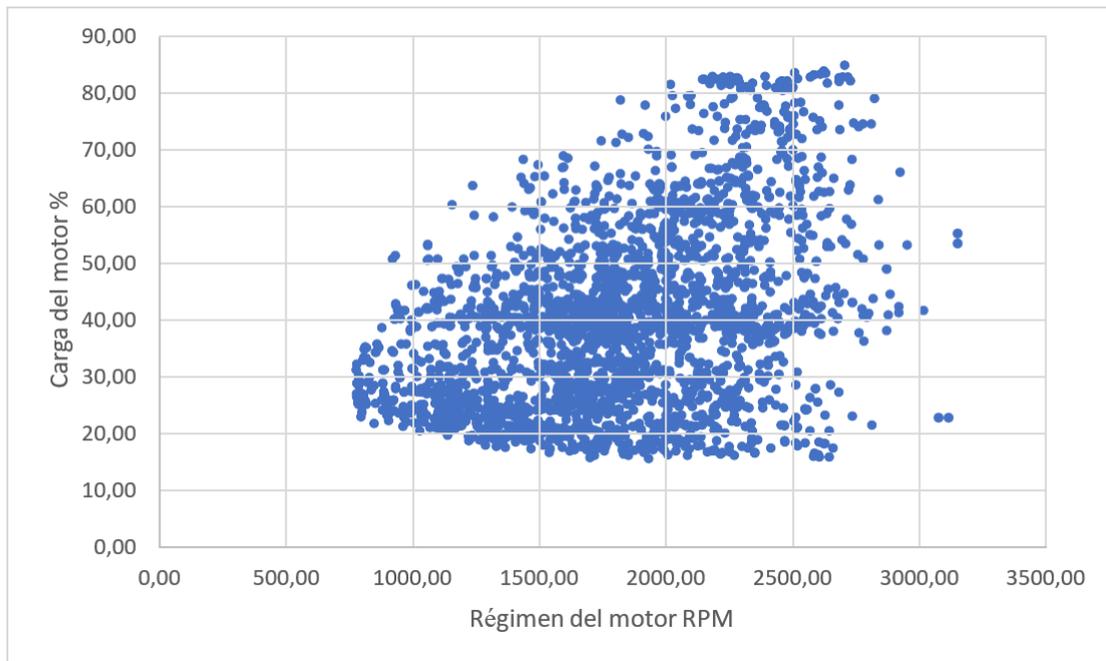


Gráfico 5-3: Carga del motor vs régimen del motor

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.6 Aceleración Vs Distancia con A/C apagado

El gráfico 6-3 muestra la relación entre las aceleración y desaceleración con la distancia de la ruta, en el eje X se muestra la distancia en Km, en el eje Y se aprecia la aceleración y desaceleración del vehículo durante el trayecto de prueba.

Las distintas variaciones de aceleraciones se deben a las diferencias de alturas debido a la geografía de la ruta, puesto que en pendientes más inclinadas el vehículo hace mayor esfuerzo por lo cual se lo revoluciona y producto de esto existe un mayor consumo de combustible.

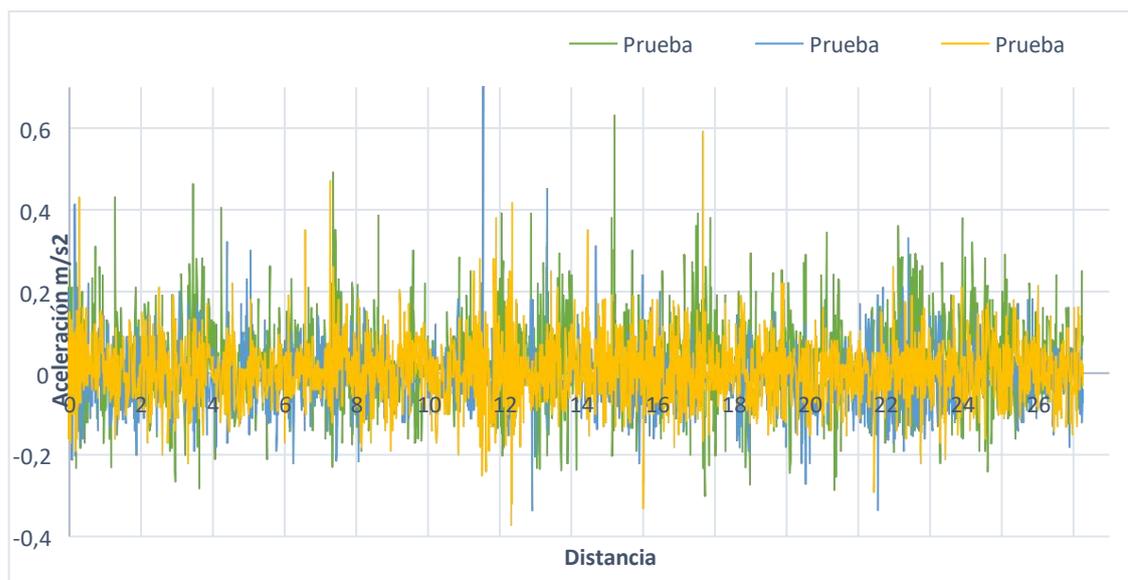


Gráfico 6-3: Acelerado VS Distancia Sa19R con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.7 Aceleración vs Distancia con A/C encendido

En el gráfico 7-3 se aprecia las distintas variaciones de aceleración de las pruebas ejecutadas en el vehículo Sa19R con el sistema de aire acondicionado encendido respecto a la distancia total de la ruta. En el eje Y se expresa la aceleración y desaceleración del vehículo.

Los picos más bajos son desaceleraciones realizadas al momento de acercarse a un semáforo en rojo o también cuando hay un embotellamiento por el tráfico, los picos más altos son las salidas o los arranques que realiza el vehículo, realiza más esfuerzo cuando se encuentra en una pendiente antes que una vía plana

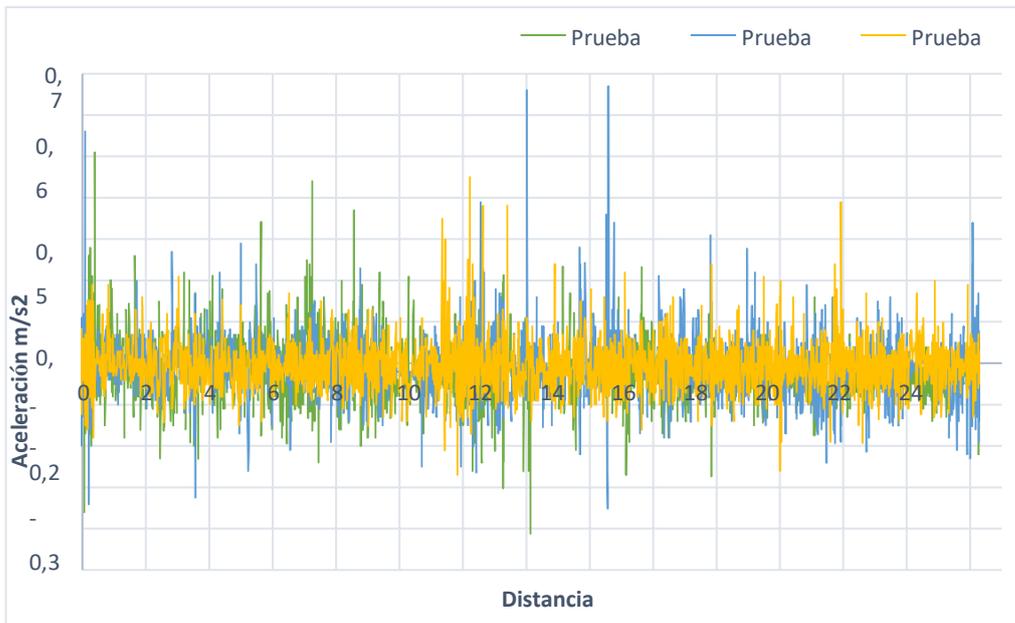


Gráfico 7-3: Aceleración vs Distancia Sa19R con A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.8 Velocidad vs consumo con A/C Apagado

En el gráfico 8-3 se aprecia la variación de consumo respecto a la velocidad del vehículo, en el eje de las Y se representa la velocidad que adquirió el vehículo en el trayecto de la ruta, el eje X se representa el consumo de combustible en (L).

El consumo de combustible aumenta al momento de que el vehículo adquiera velocidades altas o a su vez cuando el vehículo está en marchas fuertes como primera y segunda, esto depende de la geografía de la ruta, del tráfico al momento de realizar la prueba, obteniendo finalmente un consumo de combustible de 1,94 (L).



Gráfico 8-3. Velocidad Vs Consumo Sa19R con A/C Apagado.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.9 Velocidad vs consumo con A/C Encendido

En el gráfico 9-3 se expresan los valores de velocidad vs consumo, en el eje de las Y se puede ver las variaciones de Velocidades en las que el vehículo estuvo funcionando, en el eje de las X se encuentra el consumo producto de las pruebas.

En la prueba aplicada al vehículo Chevrolet Sail con el sistema de aire acondicionado encendido se observa que existen variaciones en el consumo respecto al gráfico el cual se realiza con el sistema de aire acondicionado apagado, esto se debe a la carga adicional que genera el sistema de aire acondicionado al motor lo cual hace que exista un mayor consumo de combustible cuando se encuentra funcionando este sistema. El consumo de combustible promedio de las tres pruebas en el vehículo con el sistema de e airea condicionado encendido es de 2,10 (L).

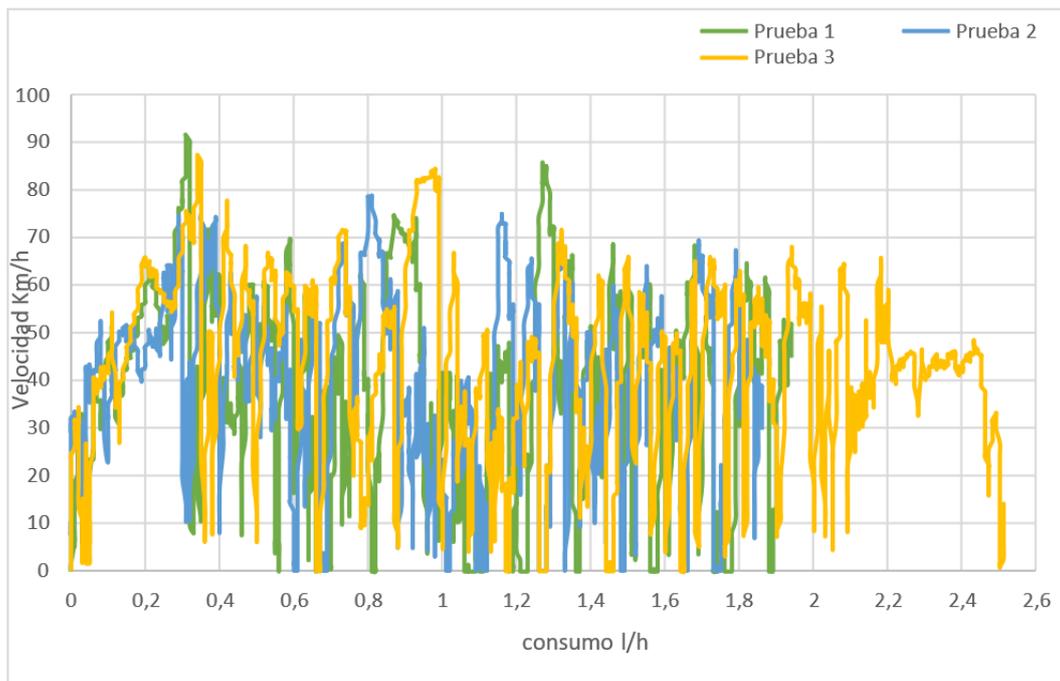


Gráfico 9-3: Velocidad vs Consumo SA19R A/C encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.10 Tiempos de Prueba Tiempo de Prueba con A/C apagado

En el gráfico 14-3 se aprecia los tiempos a los que fue sometido el vehículo, las cuales son el tiempo total que se demoró el vehículo en cumplir la ruta, el tiempo en el cual el vehículo estuvo en movimiento y finalmente el tiempo en el cual el vehículo está detenido completamente.

El gráfico 10-3 muestra el promedio de los tiempos obtenidos en las tres pruebas donde el sistema de aire acondicionado está completamente apagado, los tiempos están en segundos, esto se debe a la configuración del dispositivo OBD y de la aplicación torque pro.

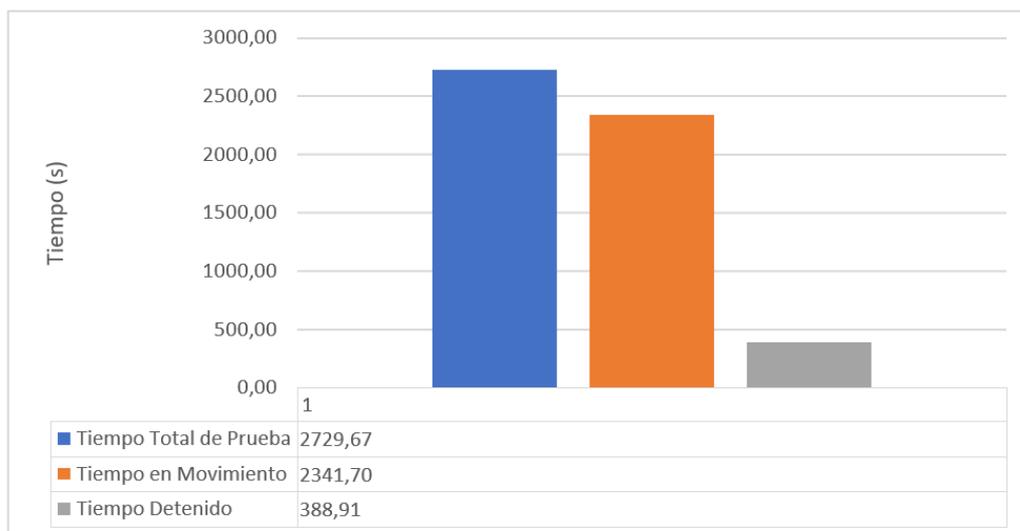


Gráfico 10-3: Tiempos de Prueba Vehículo SA19R

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 3-3 se aprecia el tiempo obtenido de las pruebas en unidades de minutos, esto lo hace más entendible, y así poder tener una mejor perspectiva respecto al tiempo de duración de las pruebas.

Tabla 3-3: Tiempo de pruebas en minutos

Tipo de prueba	Tiempo (min)
Tiempo total de Prueba	45.5
Tiempo en movimiento	39.17
Tiempo detenido	6.48

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.1.11 *Tiempo de Prueba con A/C encendido*

En el gráfico 11-3 se aprecia el tiempo en el cual se demora el vehículo en culminar toda la ruta, las clasificaciones de las columnas son el tiempo total de ruta, el tiempo en el cual el vehículo estuvo en movimiento y en tiempo en el cual el vehículo estuvo detenido.

Las variaciones de tiempo dependen de la hora en la que se realizó la prueba, el tráfico que se encuentra, el día, todos estos son factores para tomar en cuenta ya que todos aportan o difieren al momento de medir consumo de combustible.

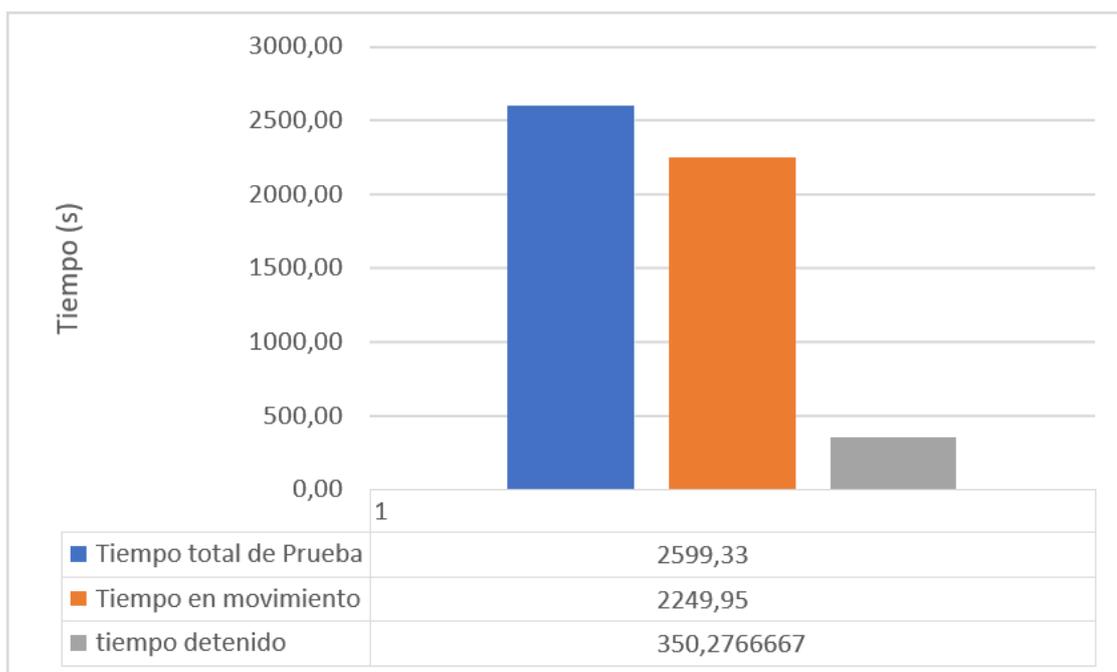


Gráfico 11-3: Tiempos d Prueba

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Para una mejor interpretación de resultados en la siguiente tabla se exponen los distintos tiempos transformados en minutos, de esta manera se logra que sea más clara la interpretación de datos.

Tabla 4-3: Tiempos de duración de la prueba en minutos

Tipo de dato	Tiempo (min)
Tiempo total de prueba	43.3
Tiempo en movimiento	37.45
Tiempo detenido	5.50

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

La tabla 4-3 muestra una comparación de resultados obtenidos en el vehículo Sa19R con el sistema de A/C apagado y encendido respectivamente en el cual se visualiza una variación en el consumo de combustible ya que el promedio de consumo cuando el sistema de aire acondicionado está apagado es de 1,94 L mientras que las pruebas realizadas con el sistema de aire acondicionado encendido dan como resultado un consumo de 2.1 L con lo cual efectivamente existe un consumo adicional de combustible.

Tabla 5-3: Datos a comparar Chevrolet Sail 201 1.5 L (Sa19R).

Número de Prueba	Distancia Km	Tiempo (min)	Velocidad Promedio Km/h	Consumo de combustible (L)
Prueba 1	27.77	53.07	30.73	1.71
Prueba 2	28.03	51.52	31.48	1.93
Prueba 3	28.28	45.50	36.21	2.1
AIRE ACONDICIONADO ENCENDIDO				
Prueba 1	28.38	43.37	30.63	1.94
Prueba 2	28.19	43.27	33.05	1.86
Prueba 3	28.26	43.33	38.11	2.51

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.1.2 Resultados obtenidos en el modelo Chevrolet Sail 2019 (Sa19B) con número de motor-12b180303677

Los resultados que se presenta corresponden al vehículo Sa19B el cual tiene las mismas características en cilindraje, torque y potencia, la diferencia que se tiene a consideraciones el número de motor y el kilometraje de recorrido, es por ello por lo que al finalizar el análisis se realizara una comparación entre el vehículo de prueba Sa19R y Sa19B.

3.1.2.1 Resultados con el sistema de A/C desactivado

Los datos que se representan en la tabla 6-3 es el resultado obtenido en las pruebas de ruta en el vehículo Sa19B, el cual para la realización de la prueba se tiene el sistema de aire acondicionado apagado.

Los datos obtenidos y presentados en la tabla 6-3 son los promedios y resultados finales obtenidos a través del dispositivo OBD II que nos proporciona datos en tiempo real del motor.

Tabla 6-3: Datos obtenidos de las pruebas en el vehículo Sa19B con A/C apagado

Nº Prueba	Distancia Km	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Velocidad Pro	Consumo (Km/l)
Prueba 1	27.77	2206	30.17	30.73	1.5
Prueba 2	27.83	2256	37.60	37.94	1.74
Prueba 3	28.12	2600	43.33	44.33	2.22

Realizado por: A Barbecho R, Rosero B, 2021

3.2 Distancia vs velocidad de las pruebas en el vehículo Sa19B sin A/C

En el gráfico 12-3 se muestran los resultados completos de las pruebas realizadas en el vehículo Sa19B, en el eje Y se muestra la velocidad a la que el vehículo viaja durante toda la trayectoria de la ruta, los datos están expresados en Kilómetros por hora, en el eje X se visualiza la distancia total de la ruta, la información es proporcionada por la aplicación torque pro, la cual informa los datos en tiempo real durante la realización de las pruebas.

En el gráfico 12-3 se muestra la relación entre la velocidad y la distancia, teniendo en cuenta las diferentes variaciones de velocidades del vehículo durante todo el periodo de prueba. El promedio de la velocidad es de 38 km/h lo cual está en el régimen permitido de velocidades permitidas dentro de la ruta de prueba.

El pico más alto de la velocidad alcanzada por el vehículo es de 73 Km/h esta velocidad se alcanza debido a la ruta periférica en donde existen zonas que permiten que el vehículo viaje hasta los 90 Km/h

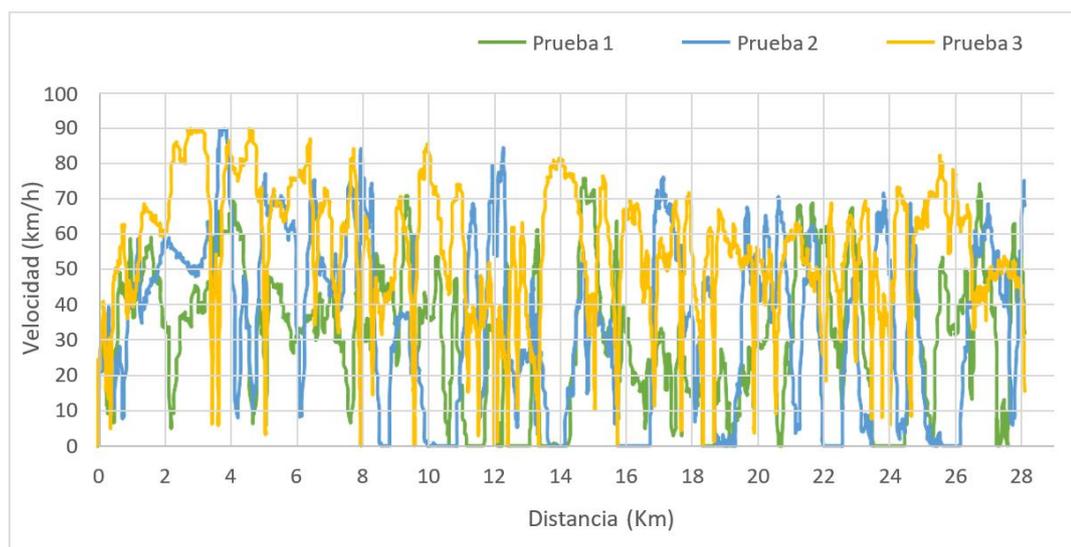


Gráfico 12-3: Velocidad vs Distancia Vehículo SA19B con A/C Apagado

Realizado por: Autores, 2021.

3.3 Régimen del motor vs carga del motor con A/C Apagado

En el gráfico 13-3 se muestra la relación entre el estado de carga del motor comparado con el régimen del motor expresado en rpm, en el eje Y se muestra el estado de carga del motor, mientras que en el eje X se expresa el régimen del motor.

El estado de carga más alto que alcanzó el vehículo es del 84%, este estado se alcanza a 2451 rpm, el régimen está dentro del marco de aceptación ya que no se lo hace forzar al motor o no se lo sobre revoluciona. El estado de carga más bajo es del 16% este se obtiene a 1930 rpm. El motor

tiene un estado de carga en un margen del 16 al 84% a unas 700 a 2813 rpm, es decir que durante todo el trayecto el auto alcanzo un estado de carga completo.

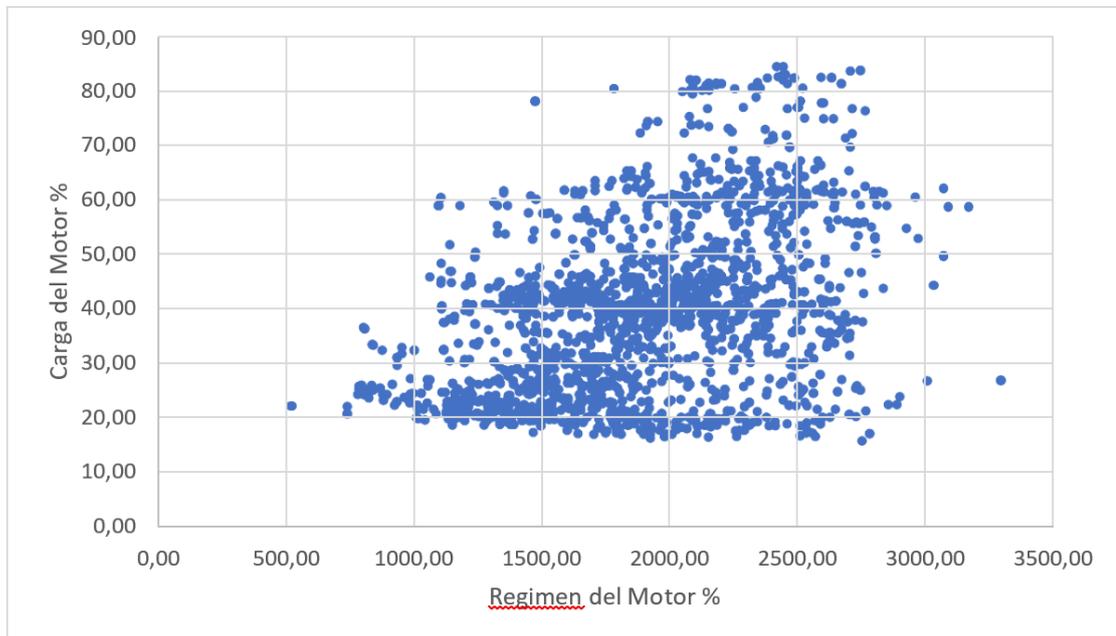


Gráfico 13-3: Carga del motor vs Régimen del motor con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.4 Aceleración vs Distancia A/C Apagado

En el gráfico 14-3 se muestra las variaciones de las diferentes pruebas durante todo el trayecto de la ruta. En el eje de las X se muestra la distancia total de ruta expresado en km, mientras que en el eje Y se muestra la aceleración expresada en m/s².

La aceleración más alta es de 0,34 m/s² esta aceleración se da debido a la geografía de lade la vía, además las desaceleraciones se dan por el tráfico existente en la ciudad, los semáforos lo que hace que el vehículo pierda velocidad hasta quedarse completamente detenido, la desaceleración máxima que existe de -0,20 m/s² con referencia en elkilómetro 20,85 km debido a la ubicación de los semáforos en dicha zona.

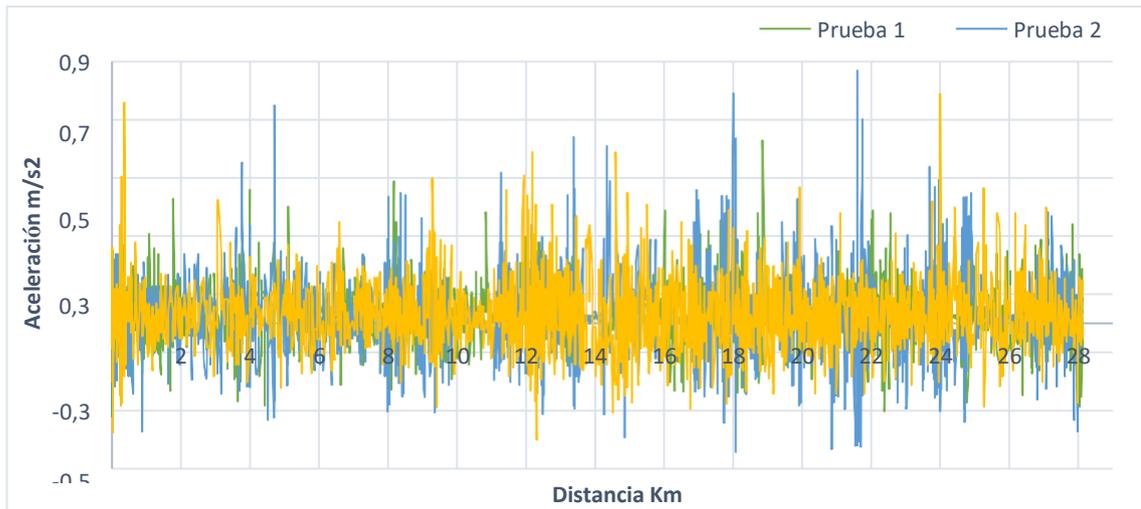


Gráfico 14-3: Aceleración vs Distancia vehículo Sa19B A/C Apagado

Realizado por: Autores, 2021.

3.5 Velocidad vs Consumo con A/C Apagado

En el gráfico 15-3 se expresan los valores de velocidad en Km/h y el consumo de combustible expresado en L, en el eje Y se tiene la velocidad sus unidades están expresadas en Km/h, en el eje X se tiene el consumo de combustible expresado en L.

Los datos obtenidos de velocidad y consumo se los obtienen a través de la aplicación torque pro la cual registra información de las condiciones del motor segundo a segundo. La velocidad máxima que alcanza el vehículo es de 73 km/h, el consumo de combustible obtenido por medio del promedio de las tres pruebas realizadas es de 1,82 L, existiendo un mayor consumo a velocidades altas.

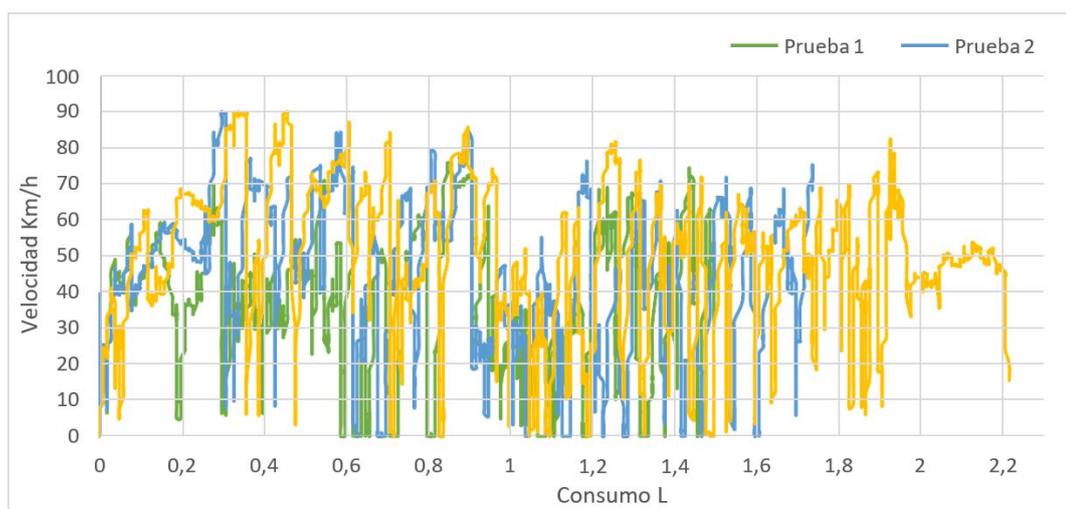


Gráfico 15-3: Velocidad vs Consumo vehículo SA19B A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.6 Tiempo de pruebas con A/C Apagado

En el gráfico 16-3 se muestra los distintos tiempos realizados en las pruebas, las características que se consideran son, el tiempo total de prueba, el tiempo en el que el vehículo se encuentra en movimiento y el tiempo en el que el vehículo se encuentra completamente detenido.

La columna de color azul nos muestra el tiempo total en la que el vehículo tardó en culminar todo el trayecto de la ruta, obteniendo 2206 (s), un tiempo de movimiento de 1882.07(s) y un tiempo en el que el vehículo se encuentra detenido de 325(s).

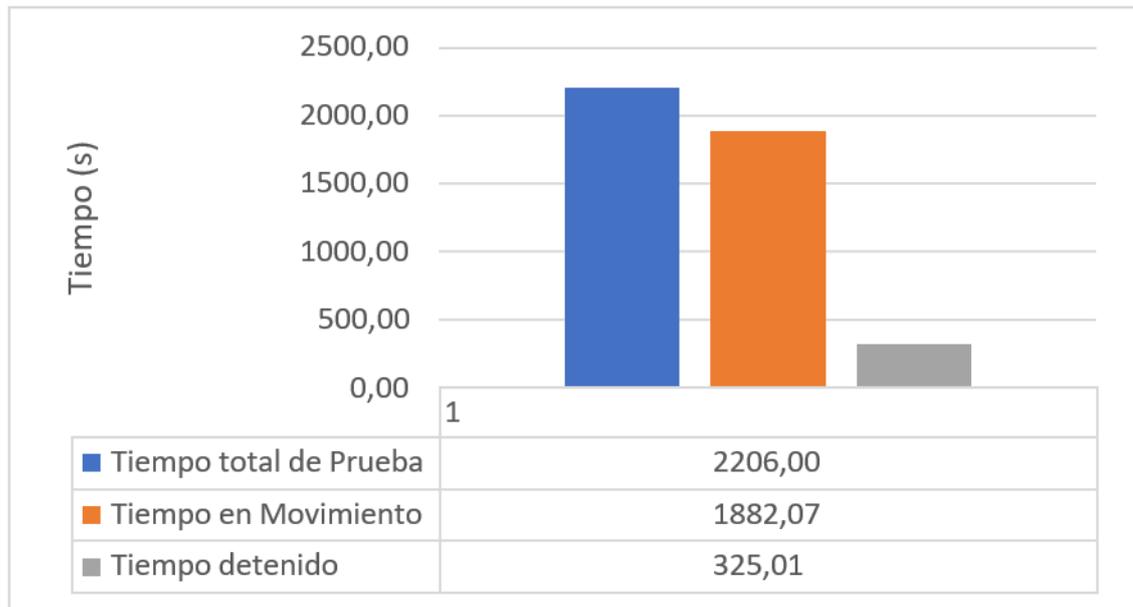


Gráfico 16-3: Tiempo de Pruebas A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 7-3 se muestra el tiempo de la figura antes vista convertido en minutos para mayor comprensión de los resultados de las pruebas.

Tabla 7- 3: Tiempos de vehículos Sa19B en minutos

Tipo de Prueba	Tiempo (min)
Tiempo total de Prueba	36.46
Tiempo en Movimiento	31.37
Tiempo detenido	5.42

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.6.1 Resultados con el sistema de A/C activado

Los resultados que se muestran a continuación son del vehículo Sa19B con la principal característica de encender el sistema de aire acondicionado cada dos minutos por un tiempo de dos minutos, con el propósito de que la temperatura al interior del habitáculo este en el margen de los 22 ° C.

En la tabla 8-3 se muestran los datos obtenidos en las pruebas en el vehículo Sa19B con el sistema A/C activado, mismos que se obtienen de la aplicación torque pro los cuales son en tiempo real segundo a segundo.

Tabla 8-3: Datos obtenidos del vehículo de prueba Sa19B con A/C encendido

N° Prueba	Distancia Km	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Velocidad Pro	Consumo (Km/l)
Prueba 1	27.77	2501	41.58	30.34	1.91
Prueba 2	27.63	2496	42.0	36.51	1.97
Prueba 3	27.72	2501	41.08	38.37	2.2

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.7 Velocidad vs distancia con el sistema A/C encendido

En el gráfico 17-3 se visualiza los datos obtenidos en las pruebas con el sistema A/C activado, en el eje Y se expone la velocidad en Km/h, en el eje X la distancia total de la ruta expresada en kilómetros.

En la gráfica velocidad vs distancia se expresan todos los datos obtenidos de la aplicación torque pro con el propósito de observar las diferentes variaciones de velocidades en el transcurso de la ruta, la velocidad más alta que alcanzo el vehículo es de 68 k/h lo cual hace referencia a que se ha respetado los límites de velocidad dentro de la ruta, el pico más bajo respecto a la velocidad es de cero esto se debe a que el vehículo estuvo complemente detenido ya sea por semáforos en rojo o por el tráfico de la ciudad.

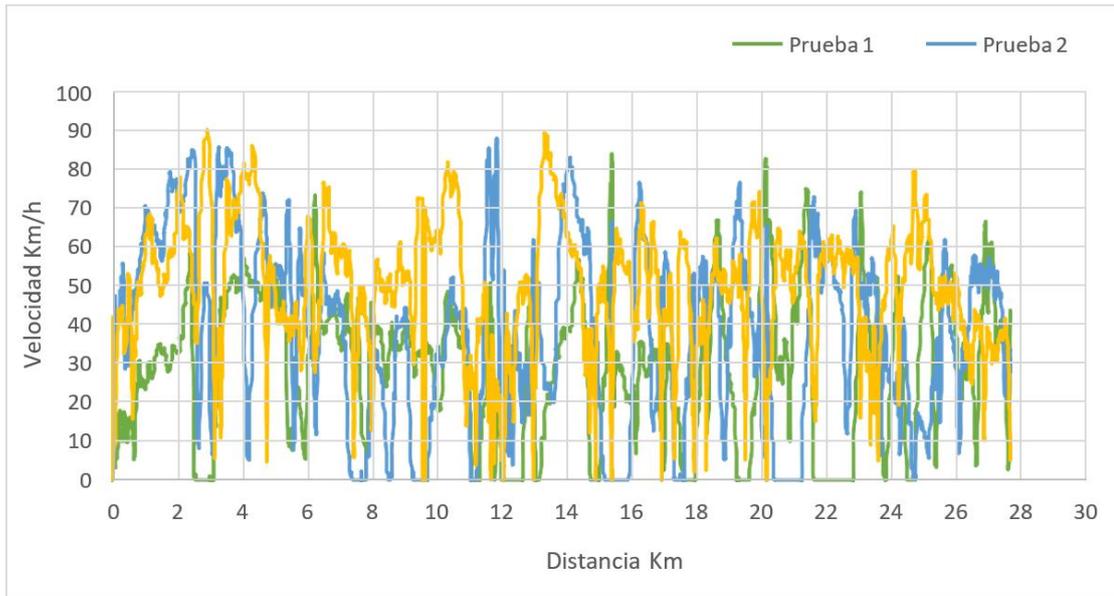


Gráfico 17-3: Velocidad vs Distancia vehículo Sa19B con A/C encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.8 Carga del motor vs carga del motor A/c Encendido

En el gráfico 18-3 se representa los datos de carga de motor y régimen del motor, en el eje Y se representa el porcentaje de carga del motor, en el eje X se representa el régimen del motor.

Los datos se representan mediante un diagrama de dispersión con el fin de observar las zonas de mayor carga del motor relacionado con el régimen del motor que son las revoluciones por minuto, el estado de carga se encuentra entre el 17 y el 88 % es decir que el estado de carga es óptimo durante todo el trayecto de la prueba, de la misma manera el régimen del motor de esta entre 460 rpm y 2860 rpm lo cual nos garantiza que las pruebas se realizaron dentro del margen aceptable de funcionamiento del vehículo.

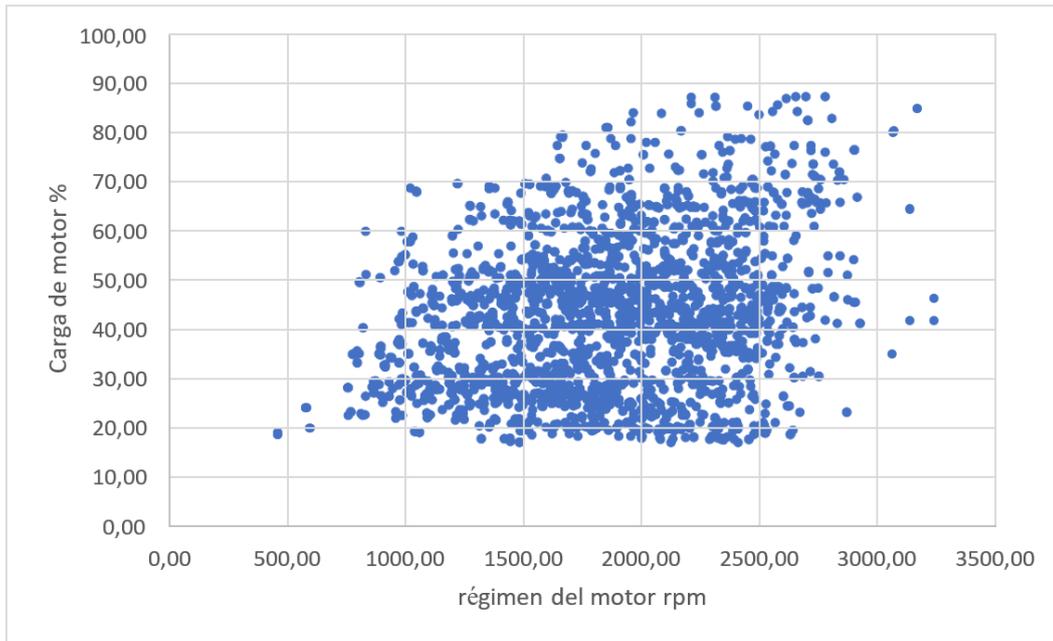


Gráfico 18-3: Carga del motor vs régimen del motor A/C encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.9 Aceleración vs distancia con el sistema de A/C Encendido

En el gráfico 19-3 se presenta la aceleración y la distancia del vehículo de prueba Sa19Bel cual tiene el sistema de aire acondicionado encendido, en el eje Y se presenta la aceleración y sus unidades se expresan en m/s^2 , en el eje X se representa la distancia total de la ruta. En el gráfico 19-3 se representan todas las variaciones de aceleración con respecto a la distancia total de ruta, donde se puede apreciar las variaciones de velocidades, esto se debe por la geografía en la que se encuentra la provincia de Chimborazo, la cual tiene desniveles en la calzada, el tráfico también hace parte de la gráfica ya que en zonas de mayor presencia vehicular se debe disminuir la velocidad, estos parámetros son fundamentales al momento de interpretar el consumo de combustible durante la prueba.

La aceleración promedio más alta es de $0.30 m/s^2$ esto se debe a que el vehículo puede desarrollar mayor velocidad ya que no hay una afluencia de vehículos, la desaceleración más baja es de $-0.15 m/s^2$ debido a que el vehículo se aproxima a un semáforo o a una zona de tráfico.

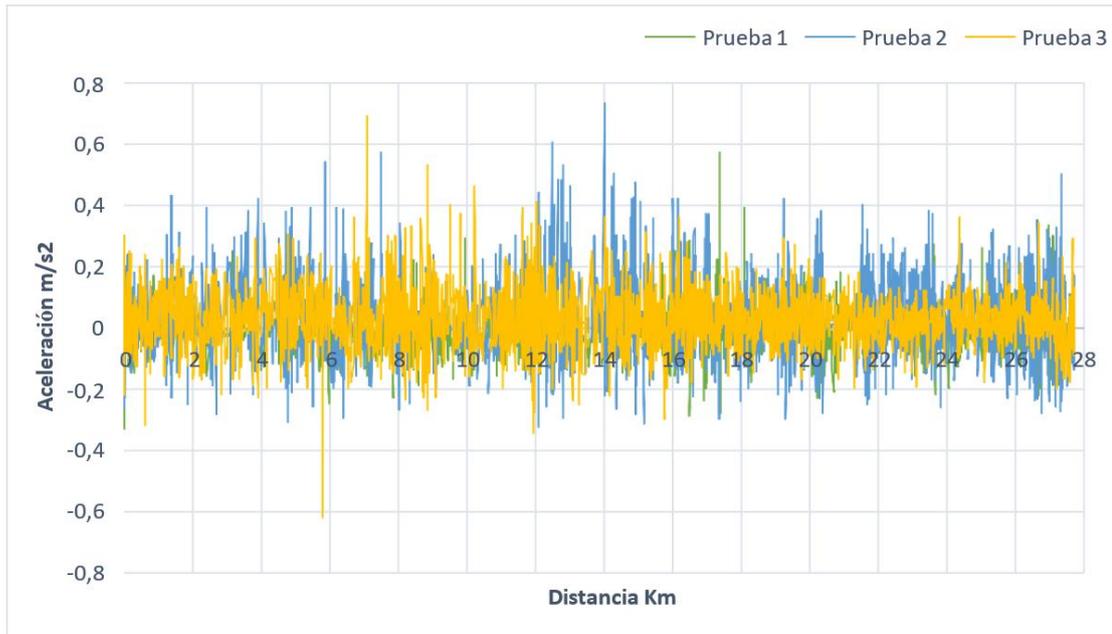


Gráfico 19-3: Aceleración vs Distancia vehículo Sa19B A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.10 Velocidad vs Consumo A/C Encendido

El gráfico 20-3 muestra la relación entre la velocidad del vehículo y el consumo de combustible durante todo el trayecto de la prueba, en el eje Y se describe la velocidad expresada en Km/h, mientras que en el eje X se describe la distancia expresada en Km.

En el gráfico 20-3 se representan los datos obtenidos durante las tres pruebas que se realiza en el vehículo Sa19B en el cual el sistema de aire acondicionado está encendido, la velocidad máxima promedio en la que el vehículo circula por toda la ruta es de 60 km/h la cual está dentro de los parámetros establecidos por la ley de tránsito dentro de la ruta propuesta, la velocidad más baja que se obtuvo es de 0 Km/h la cual es por los semáforos en rojo, que están colocados a lo largo de la ruta en la cual se realizó las tres pruebas.

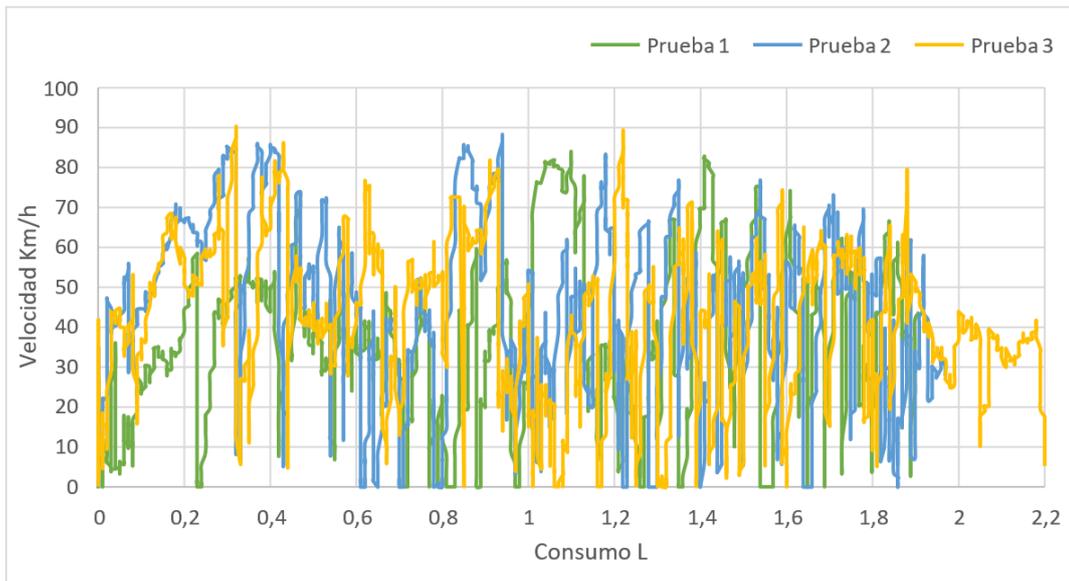


Gráfico 20-3: Velocidad vs consumo del vehículo Sa19B con sistema A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.11 Tiempo de prueba

En el gráfico 21-3 se expone los diferentes tiempos obtenidos en la prueba, en este gráfico se expone el tiempo total de prueba en el cual el vehículo recorre toda la ruta señalada, el tiempo de movimiento en el cual el vehículo recorre la ruta es decir no estuvo en ningún momento detenido y por último el tiempo detenido, esto se debe a que el vehículo se detiene completamente ya sea por el tráfico o por semáforos en rojo.

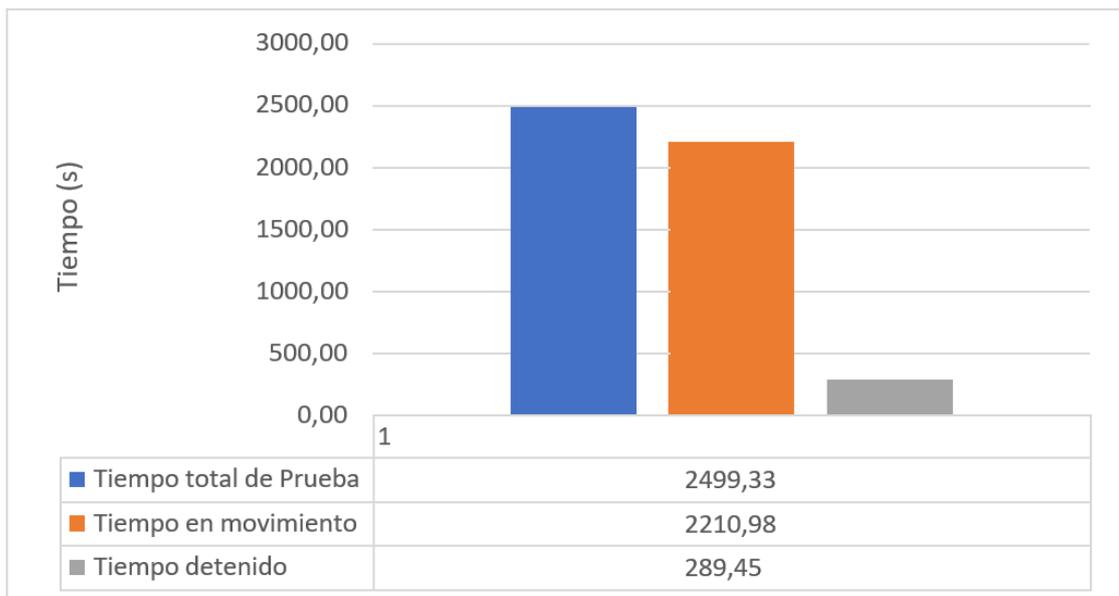


Gráfico 21-3: Tiempo de prueba Vehículo Sa19B A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

La siguiente tabla 9-3 muestra los datos del tiempo transcurrido en las pruebas de consumo del vehículo Sa19B mismo que se muestra en unidades de minutos para sumeja comprensión y entendimiento.

Tabla 9-3: Datos en minutos de tiempo de prueba con sistema A/C encendido

Tiempo de Prueba	Tiempo en minutos
Tiempo total de prueba	41.40
Tiempo en movimiento	36.51
Tiempo detenido	4.49

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

A continuación, en la tabla 10-3 se muestra una comparativa de resultados obtenidos en las pruebas del vehículo Sa19B con el sistema de aire acondicionado desactivado y con el sistema de A/C activado.

Tabla 10-3: Datos Chevrolet Sail 1.5 número de motor L2B180303677 (Sa19B).

Numero de Prueba	Distancia Km	Tiempo (min)	Velocidad Promedio Km/h	Consumo de combustible (L)
Prueba 1	27.77	37.17	30.73	1.5
Prueba 2	28.83	37.00	37.94	1.74
Prueba 3	28.12	43.33	43.33	2.2
AIRE ACONDICIONADO ENCENDIDO				
Prueba 1	27.77	41.58	30.34	1.91
Prueba 2	27.63	42.00	36.51	1.97
Prueba 3	27.72	42.08	38.37	2.2

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Del total de pruebas realizadas al vehículo Sa19B se determina un promedio de consumo de combustible las tres pruebas con el sistema de aire acondicionado apagado el cual es 1.82 L, mientras que en las tres pruebas realizadas al mismo vehículo con la condición del sistema de aire acondicionado encendido el promedio de consumo es de 2.03 L, lo que hace referencia a lo propuesto en esta investigación que la activación del sistema de aire acondicionado genera mayor consumo de combustible.

En la tabla 11-3 se representa un cuadro comparativo con la información obtenida a través de la aplicación torque pro, en el cual se puede observar una variación de consumo al momento de que el usuario pone en funcionamiento el sistema de aire acondicionado, el cual hace que el motor tenga un esfuerzo adicional y producto del uso de estos sistemas hace que el vehículo consuma una cantidad mayor de combustible.

Tabla 11-3: Comparación de datos del vehículo Sa19R y vehículo Sa19B

Marca del Vehículo	Chevrolet Sail (Sa19R)	Chevrolet Sail (Sa19B)
Tipo de dato	Rojo	Blanco
Número de motor	L2B181023610	L2B180303677
Aire acondicionado apagado		
Distancia Km	28.03	27,9
Tiempo en minutos	50.16	39.23
Velocidad Promedio Km/h	32.81	37.66
Consumo de combustible (L)	1.91	1.82
Aire acondicionado Encendido		
Distancia Km	28.28	27.71
Tiempo en minutos	43.32	41.55
Velocidad Promedio Km/h	33.93	35.08
Consumo de combustible (L)	2.10	2.03

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el caso del Chevrolet Sail Sa19R tiene un consumo de combustible de 1.91 L cuando el sistema de aire acondicionado está apagado, mientras que las pruebas realizadas en el vehículo cuando el sistema de aire acondicionado está encendido arroja un consumo de 2.11 L, lo que significa que el uso del aire acondicionado aumenta un 0.2 L al consumo normal de combustible. Por otro lado, las pruebas realizadas al Chevrolet Sail Sa19B dan como resultado un consumo de 1.82 L cuando el sistema de aire acondicionado se encuentra apagado, las pruebas realizadas al vehículo con el aire acondicionado encendido dan un consumo de 2.03 L, lo que significa que se tiene un

consumo de 0.21L adicionales por el uso del aire acondicionado. Con esta comparación de resultados se tiene que el vehículo Sa19R presenta un mayor consumo de combustible.

3.11.1 Resultados obtenidos en el vehículo de prueba modelo Kia Rio 2017 1.4(RIO17B)

3.11.1.1 Resultados en el vehículo RIO17B con el sistema de A/C apagado.

En la tabla 12-3 se exponen los datos obtenidos de distancia, tiempo, velocidad promedio y el consumo de combustibles del vehículo RIO17B en el cual el sistema de aire acondicionado está apagado, tomando en cuenta esta característica se realizó las tres pruebas en la ruta señalada.

Tabla 12-3: Datos de pruebas del vehículo RIO17B con el sistema A/C Apagado

N.º de Prueba	Distancia (Km)	Tiempo (s)	Velocidad Promedio	Consumo (L)
Prueba 1	27.13	2668	30.94	1.63
Prueba 2	27.63	2660	36.40	2.15
Prueba 3	27.59	2665	37.83	2.0

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 13-3 se exponen los datos obtenidos de distancia, velocidad, tiempo y consumo de combustible del vehículo RIO17B en el cual el sistema de aire acondicionado se encuentra encendido, el sistema de aire acondicionado se lo enciende por un periodo de cada 2 minutos por un tiempo de 2 minutos, esto se lo realiza con el fin de mantener una temperatura de 22 °C la cual es óptima para los ocupantes del vehículo.

Tabla 13-3: Datos de vehículo de prueba RIO17B con sistema de A/C encendido

N.º de Prueba	Distancia (Km)	Tiempo (s)	Velocidad Km/h	Consumo (L)
Prueba 1	28.03	2675	31.48	2.28
Prueba 2	27.78	2674	32.20	2.14
Prueba 3	27.63	2668	36.51	2.25

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.12 Velocidad vs Distancia vehículo RIO17B A/C Apagado

En el gráfico 22-3 se muestra la información resultante de las pruebas realizadas al vehículo de prueba RIO17B, en el eje Y se describe la velocidad en Km/h a la que el vehículo transita durante

todo el trayecto. En el eje X se describe la distancia total de la ruta y se representa en unidades de kilómetros (Km).

La velocidad más alta que alcanza el vehículo durante todo el trayecto es de 88 km/h, esto se lo puede realizar en zonas permitidas como en vías periféricas donde el límite de velocidad es de 90 km, los picos más bajos son valores de 0 km/h, esto es por el tráfico de la ciudad o debido a una zona de semáforos donde es necesario estar completamente detenidos.

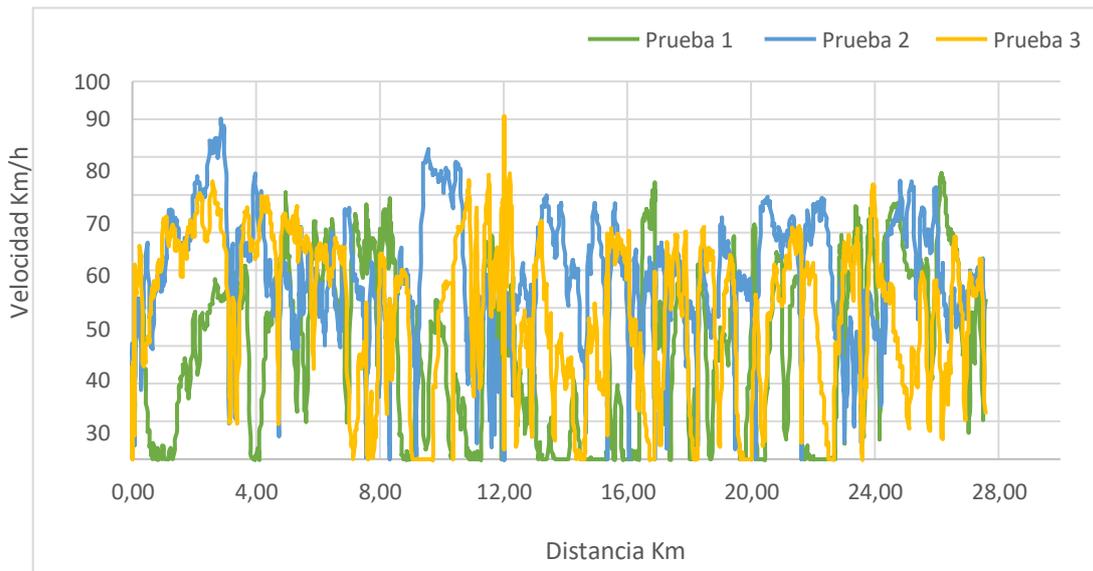


Gráfico 22-3: Velocidad vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.13 Velocidad vs distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C encendido

En el gráfico 23-3 se expresan los datos obtenidos del vehículo de prueba RIO17B el cual tiene el sistema de aire acondicionado encendido, en el eje Y se encuentran la velocidad expresada en km/h, por otro lado, en el eje X se encuentra la distancia total de la ruta expresada en km.

Los picos más altos son las velocidades más altas que el vehículo de prueba alcanza durante el trayecto de la ruta, la velocidad más elevada que alcanza el vehículo es de 88 km/h esto debido a que la ruta seleccionada tiene zonas periféricas, además de zonas suburbanas donde los vehículos pueden alcanzar el límite de 90 km/h, los picos más bajos se deben al tráfico que tiene la ciudad o a su vez a los semáforos que están ubicados a lo largo de la ruta, también la variación de la velocidad se debe a la geografía que se encuentra la provincia de Chimborazo ya que existen zonas de pendientes irregulares haciendo que el vehículo experimente diferentes velocidades.

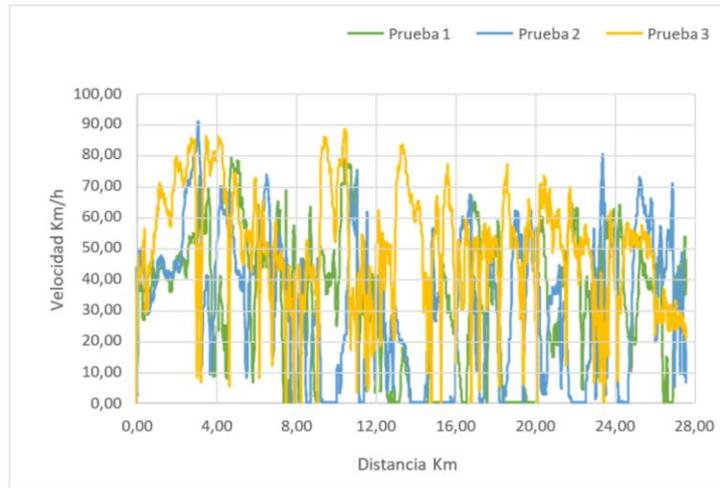


Gráfico 23-3: Velocidad vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.14 Carga del Motor vs Régimen del motor del vehículo de prueba RIO17B con sistema de A/C Apagado

En el gráfico 24-3 se expone los datos obtenidos a través de las pruebas realizadas al vehículo de prueba RIO17B, en el eje Y se expone la carga del motor, mientras que en el eje X se expresa el régimen del motor que está en unidades de rpm.

En este gráfico 28-3 se muestra el estado de carga del motor comparado con el régimen del motor, el rango en el que está el estado de carga del motor esta entre el 16 y 91% en el transcurso de la prueba, el régimen en el cual trabaja el motor durante las pruebas es 798 a 2990 rpm lo que significa que las pruebas se las realizaron en condiciones óptimas.

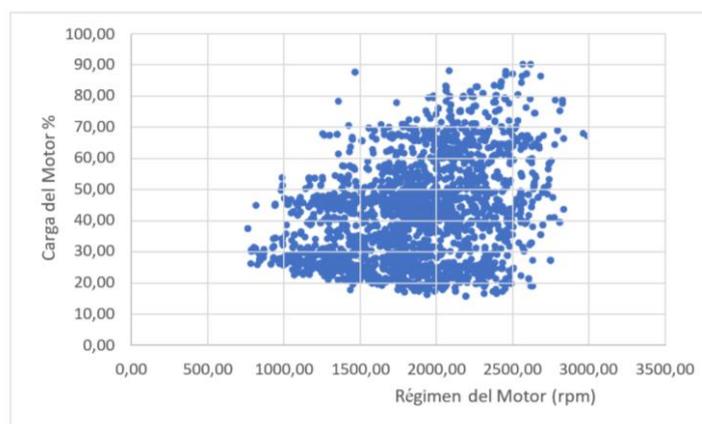


Gráfico 24-3: Carga del Motor vs Régimen del motor RPM

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.15 Carga del motor vs Régimen del motor del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido

En el gráfico 25-3 se aprecia los datos sobre la carga del motor y el régimen del motor, en el eje de las Y se encuentra el porcentaje de carga del motor, mientras que en el eje X se encuentra el régimen del motor durante toda la trayectoria de prueba.

Como se puede observar en el gráfico 29-3 donde se encuentra la relación de la carga del motor respecto al régimen del motor, esto garantiza que el vehículo esté en condiciones óptimas para realizar las pruebas, la carga del motor está comprendida entre el 17 y el 87

% lo que hace entender un régimen óptimo del motor, la carga del motor comprende entre el rango de 730 y 2800 rpm, en donde existe mayor carga del motor al igual que el régimen del motor.

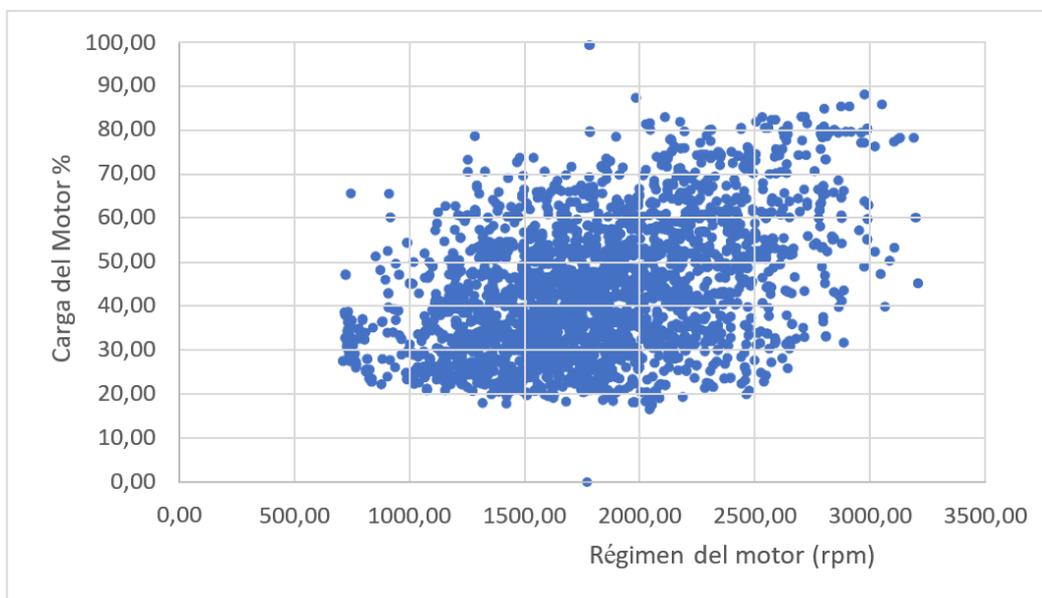


Gráfico 25-3: Carga del Motor vs Régimen del motor del vehículo RIO17B con A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.16 Aceleración vs Distancia del vehículo RIO2017B con sistema A/C apagado

En el gráfico 26-3 se muestra la variación de aceleración respecto a la distancia total de la ruta, en el eje Y se aprecia la aceleración y sus unidades se expresan en m/s^2 , por otro lado, en el eje X se representa la distancia total en unidades de Km.

En el gráfico 26-3 se muestra las diferentes variaciones de la aceleración que tiene el vehículo a lo largo de toda la ruta señalada, los picos más altos son aceleración adquiridas en zonas donde el límite de velocidad es de 90 km/h correspondiente a vías perimetrales, también depende del tráfico que exista en la zona, ya que si no hay mayor flujo de vehículos, el vehículo puede adquirir una aceleraciones elevadas, por lo contrario en zonas urbanas el vehículo se mueve con menor

aceleración, y en casos de tráfico o semáforos el vehículo procede a desacelerar hasta quedarse completamente detenido

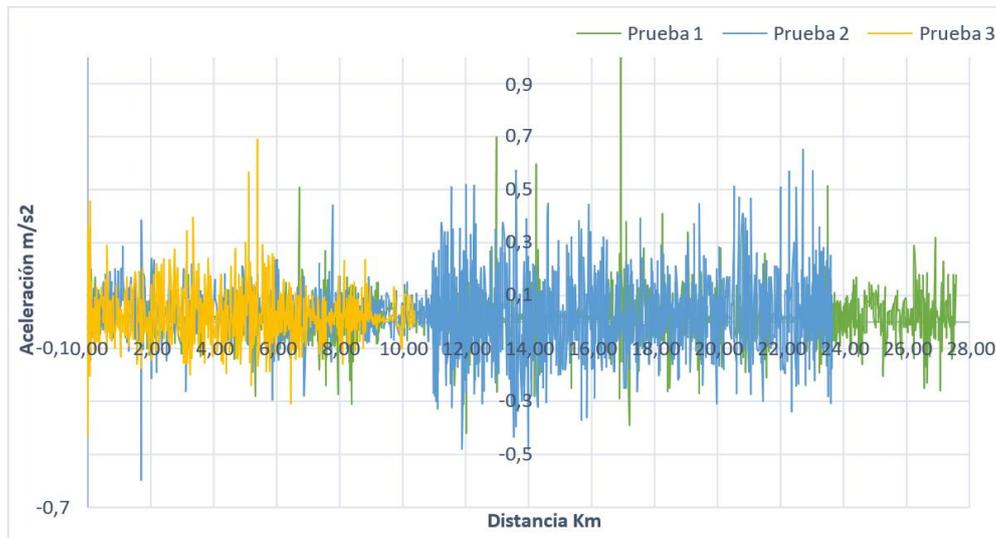


Gráfico 26-3: Aceleración vs Distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C apagado.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.17 Aceleración vs distancia del vehículo de prueba RIO17B con sistema A/C Encendido

En el gráfico 27-3 se muestra las variaciones de aceleraciones que tiene el vehículo de prueba RIO17B respecto a la distancia total de la ruta, en el eje Y se muestra la aceleración del vehículo de prueba expresado en unidades de m/s^2 , en el eje X se muestra la distancia total de la ruta expresado en km.

En dicho gráfico se aprecia las distintas variaciones de aceleraciones respecto a la distancia total de la ruta, estas aceleraciones se deben gracias a la geografía donde se encuentra la provincia de Chimborazo, la cual posee pendientes e inclinaciones a lo largo de su extensión, esto hace que el vehículo en ciertos trayectos deba tener una mayor aceleración, y en otras zonas deba desacelerar para brindar mayor seguridad a los ocupantes del vehículo, estas zonas donde necesariamente hace que el vehículo se acelere para no perder velocidad que es en pendientes, hace que el motor consuma mayor cantidad de combustible.

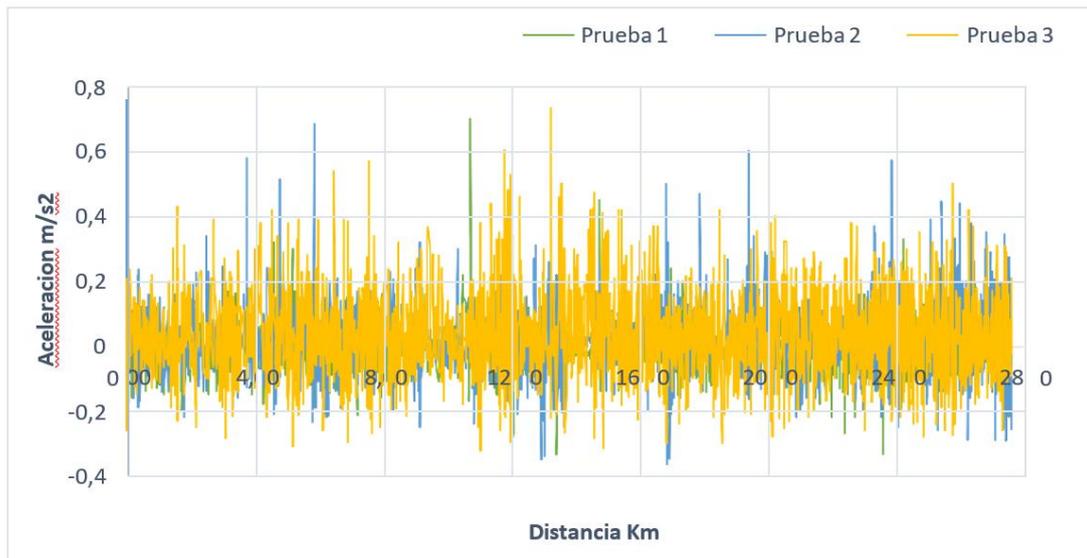


Gráfico 27-3: Aceleración vs Distancia del vehículo RIO17B con A/C Encendido.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.18 Velocidad vs consumo del vehículo de prueba RIO17B con A/C Apagado.

En el gráfico 28-3 se expresa los datos obtenidos a través de la aplicación torque pro de velocidad del vehículo y el consumo de combustible, en el eje Y se expresa las variaciones de velocidades en m/s², mientras que en el eje X se expresa el consumo de combustible expresado en litros (l). El vehículo realiza las pruebas con una velocidad promedio de 35 km/h esto debido a las zonas urbanas de la ruta, el consumo promedio de combustible es de 1.98l.

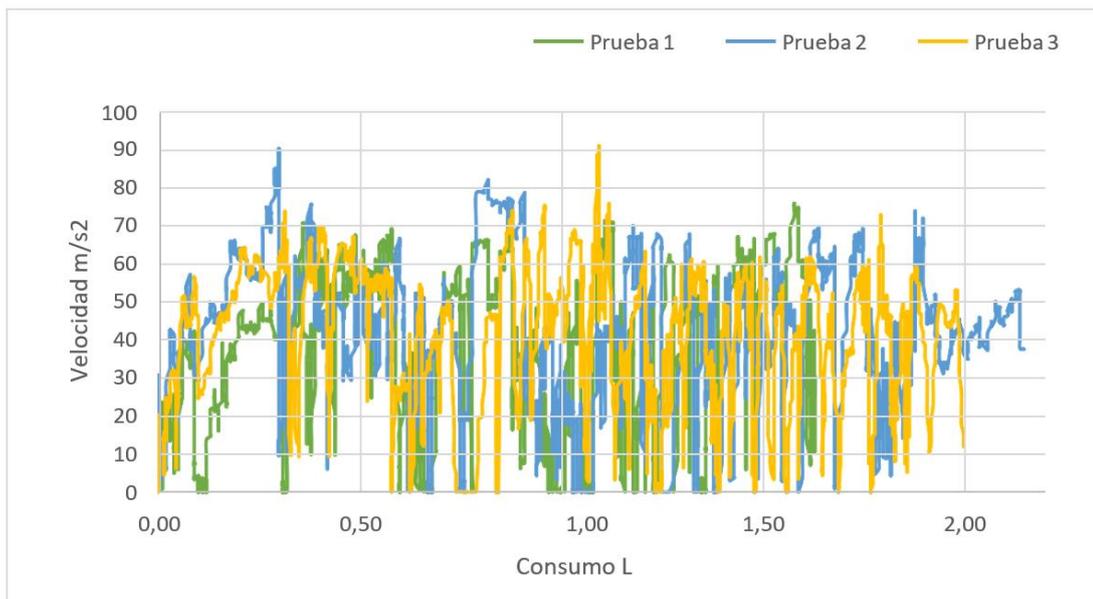


Gráfico 28-3: Velocidad vs Consumo vehículo RIO17B A/C apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.19 Velocidad vs consumo del vehículo RIO17B con A/C Encendido

En el gráfico 29-3 se aprecia la relación entre la velocidad del vehículo y el consumo del motor del vehículo, en el eje Y se encuentra la velocidad expresada en m/s², en el eje X se encuentra el consumo del motor expresado en l.

En el gráfico 29-3 representan las diferentes variaciones de velocidades de las tres pruebas aplicadas al vehículo, durante el trayecto se mantiene una temperatura de 22 °C por medio la activación del sistema de aire acondicionado. La velocidad promedio más alta es de 70 km/h esto se lo realiza mientras el vehículo transita en zonas suburbanas, mientras que los picos más bajos son causados por el tráfico de la ciudad y semáforos colocados a lo largo del trayecto.

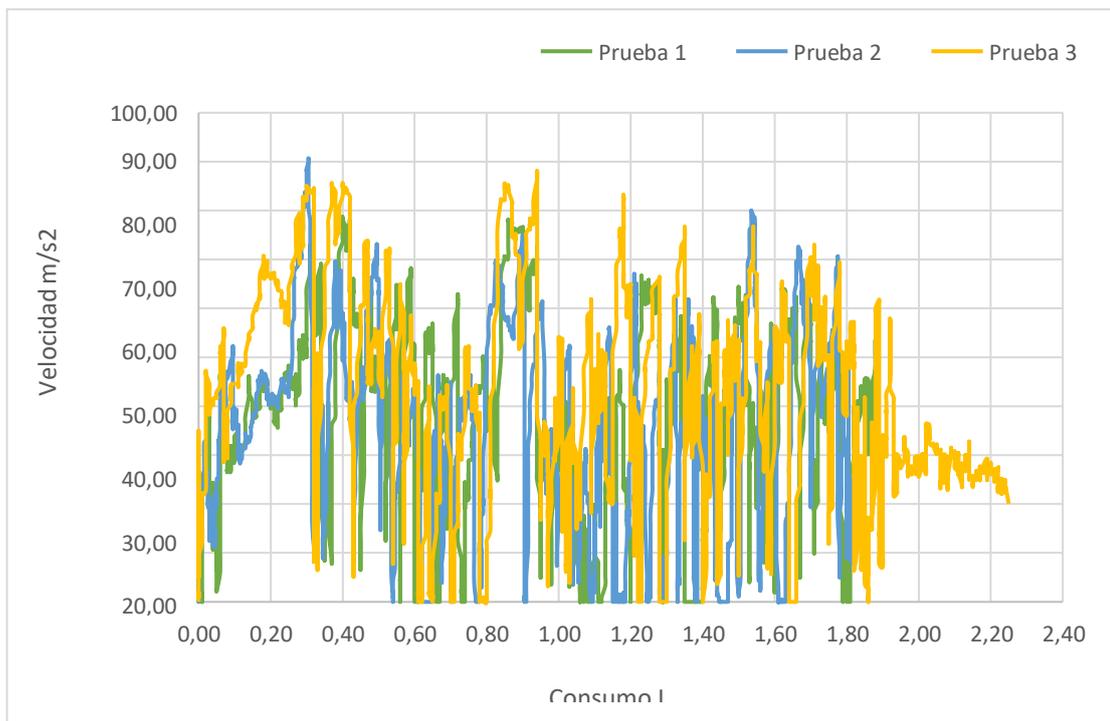


Gráfico 29-3: Velocidad vs Consumo vehículo de Prueba RIO17B con A/C encendido.

Realizado por: Autores, 2021.

3.20 Tiempos de prueba del vehículo RIO17B con A/C apagado

El gráfico 30-3 muestra los promedios de tiempo total de prueba, tiempo en movimiento y tiempo detenido, las unidades en la que se expresa son en segundos, estos tiempos se los obtiene a través de la aplicación torque pro.

El tiempo total de prueba es el tiempo en el que el vehículo se demora en recorrer toda la ruta escogida, con un tiempo de 2667 (s) el tiempo en movimiento es el tiempo en el que el vehículo estuvo en movimiento y el tiempo detenido es el tiempo en el que el vehículo se encuentra totalmente detenido ya sea por el tráfico o por los semáforos.

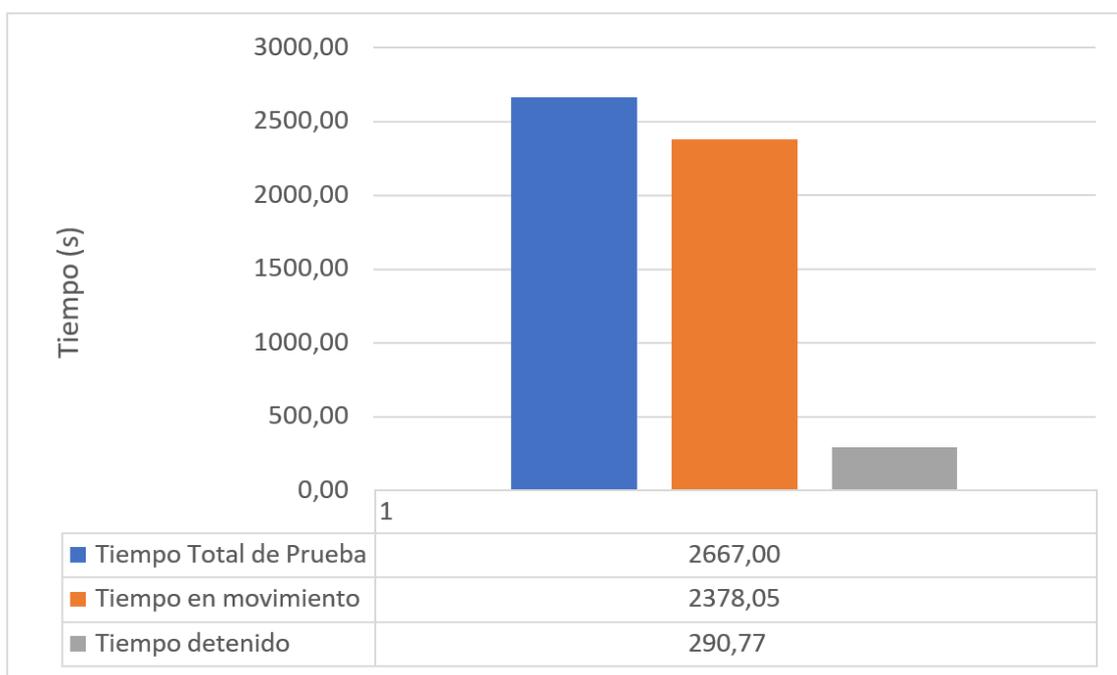


Gráfico 30-3: Tiempo de del vehículo de Prueba RIO17B A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 14-3 exponen los resultados de los tiempos expresados en unidades de minutos para el mejor entendimiento.

Tabla 14-3: Tiempo del vehículo RIO17B A/C Apagado

Tiempo de Prueba	Tiempo en minutos
Tiempo total de Prueba	44.45
Tiempo en movimiento	40.03
Tiempo detenido	5.24

Realizado por: Autores, 2021.

3.21 Tiempos de prueba del vehículo RIO17B con A/C Encendido

El gráfico 31-3 expresa los distintos tiempos en unidades de segundos (s) que se obtienen a través de la aplicación torque pro por medio del conector OBD, el tiempo total de ruta indica cuanto se demora el vehículo en recorrer la ruta desde su inicio hasta su fin, el tiempo en movimiento hace referencia propiamente cuando el vehículo se encuentra en estado de movimiento y el tiempo detenido indica cuando el vehículo se encuentra parado ya sea por el tránsito o por la acción de semáforos.

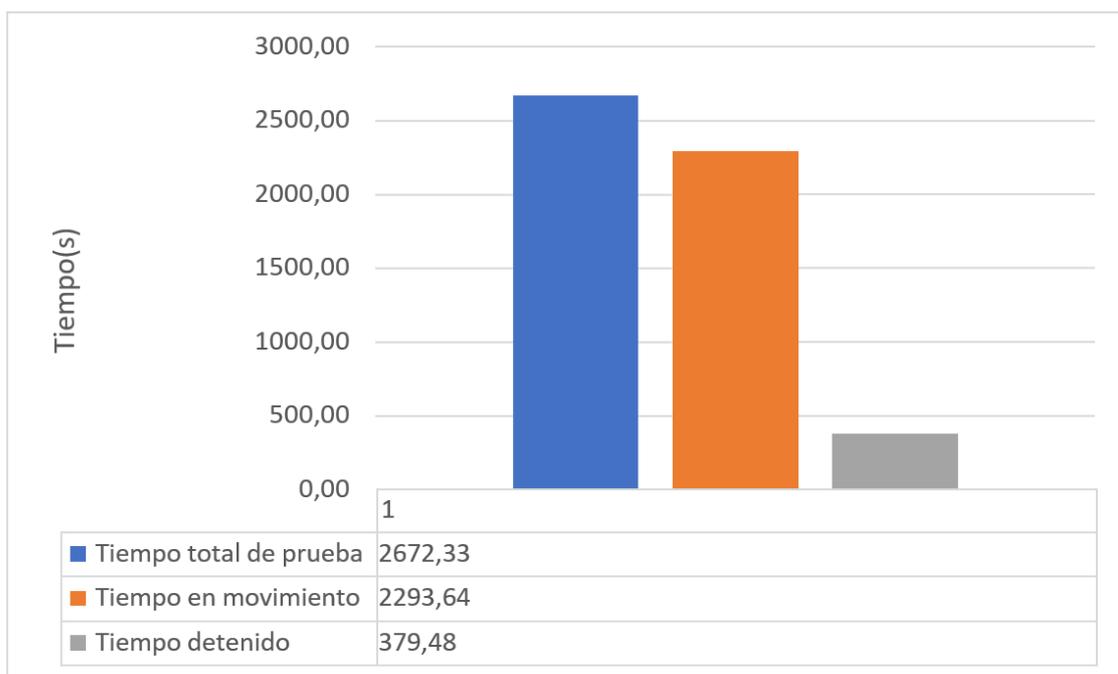


Gráfico 31-3: Tiempos de Prueba Vehículo N.º 1 A/C encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 15-3 se expresan los tiempos del gráfico anterior en unidades de minutos para su mejor comprensión.

Tabla 15-3: Tiempo en minutos del vehículo de prueba RIO17B con A/C Encendido

Tipo de prueba	Tiempo en minutos
Tiempo total de prueba	44.53
Tiempo en movimiento	38.22
Tiempo detenido	6.32

Realizado por: Autores, 2021.

En la tabla 16-3 se compara los datos obtenidos luego de realizar las pruebas en el vehículo RIO17B en los cuales las primeras tres pruebas se las realizo con el sistema de aire acondicionado apagado, las siguientes tres pruebas se realizan con la activación del sistema de aire acondicionado, se pone énfasis en el consumo de combustible en el cual se evidencia el aumento de este cuando el sistema de aire acondicionado está en uso.

Tabla 16-3: Comparación de datos obtenidos del vehículo RIO17B con A/C Apagado y A/C encendido.

Número de Prueba	Distancia (km)	Tiempos (mín)	Velocidad Promedio (m/s ²)	Consumo de combustible (L)
Prueba 1	27.13	44.46	30.94	1.63
Prueba 2	27.63	44.33	36.40	2.15
Prueba 3	27.59	44.41	37.83	2.0
Activación del sistema de aire acondicionado				
Prueba 1	28.08	44,58	31.48	1.89
Prueba 2	27.78	44.56	32.20	1.82
Prueba 3	27.63	44.46	36.51	2.25

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.21.1 Resultados obtenidos en el vehículo de prueba modelo Kia Rio 1.4 2019(RIO19B)

En la tabla 17-3 se presentan los datos producto de las pruebas en el vehículo RIO19B los cuales se obtienen a través de la aplicación torque pro por medio del conector OBDII Elm327 mismos que brinda la información en tiempo real.

Tabla 17-3: Datos del vehículo RIO19B con A/C apagado

Número de Prueba	Distancia (Km)	Tiempo (s)	Tiempo (mín)	Velocidad Prom.	Consumo (L)
Prueba 1	27.58	2957	49.28	36.24	1.65
Prueba 2	27.32	2830	47.17	34.39	1.78
Prueba 3	27.1	2730	45.50	35.89	2.19

Realizado por: Autores, 2021.

En la tabla 18-3 se representa los datos que se obtienen a través de la aplicación torque pro por medio del conector OBDII Elm327 el cual proporciona información en tiempo real, las tres pruebas se realizan con el sistema de aire acondicionado encendido por un periodo de 2 minutos, de esta manera se comprueba si existe un consumo adicional de combustible en el vehículo.

Tabla 18-3: Datos del vehículo RIO19B con el sistema A/C encendido.

Número de Prueba	Distancia (Km)	Tiempo (s)	Tiempo (mín)	Velocidad Prom.	Consumo (L)
Prueba 1	27.31	2804	46.44	30.34	2.14
Prueba 2	27.06	2805	46.43	32.20	2.08
Prueba 3	27.16	2809	46.49	34.93	2.31

Realizado por: Autores, 2021.

3.22 Velocidad vs Distancia A/C Apagado

En el gráfico 32-3 se muestran las variaciones de velocidad a lo largo de la totalidad de la ruta, la cual en el eje Y se encuentra la velocidad expresada en (Km/h), por otro lado, en el eje X se expresa la distancia de la ruta expresada en (km). En el gráfico se muestran las tres pruebas realizadas en las cuales el sistema de aire acondicionado se encuentra apagado, el pico más elevado representa la velocidad máxima que el vehículo adquiere en un periodo de tiempo, porque existen zonas de la ruta donde el tráfico no es tan pesado y el vehículo puede desarrollar una velocidad más elevada, los picos bajos es el momento en el que el vehículo no se mueve, es decir queda completamente detenido.



Gráfico 32-3: Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.23 Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B A/C Encendido

En el gráfico 33-3 se observa las distintas variaciones en cada una de las tres pruebas realizadas al vehículo RIO19B. En el eje Y se aprecia la velocidad expresada en Km/h, en el eje X se expresa la distancia expresada en Kilómetros. Dichas variaciones son el resultado de realizar las tres pruebas aplicadas al vehículo RIO19B con el sistema de aire acondicionado encendido, los puntos más altos del gráfico se dan en zonas donde existe poca influencia de vehículos, es decir que

existe poco tráfico y el vehículo puede desarrollar la velocidad con mayor facilidad en las zonas urbanas esta velocidad disminuye e incluso tiende a cero debido al tráfico propio de la zona y la existencia de semáforos.

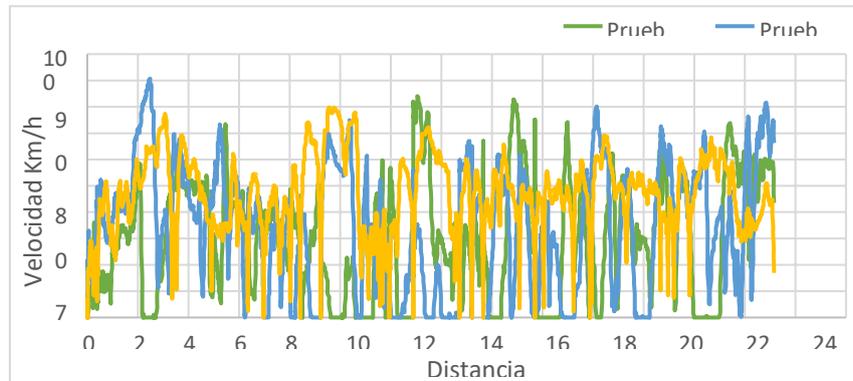


Gráfico 33-3: Velocidad vs Distancia vehículo de prueba RIO19B A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.24 Régimen del motor vs Estado de carga del motor del vehículo RIO19B sin A/C

En el gráfico 34-3 se muestra el estado de carga durante la realización de pruebas, en el eje Y se expresa el porcentaje de carga del motor, en el eje X se expresa el régimen en el cual el motor del vehículo se encuentra. En dicho gráfico el estado de carga del motor oscila en un rango entre el 20 y 97 %, es decir que el vehículo se encuentra en condiciones óptimas, durante todo el trayecto de prueba la carga del motor se encuentra cargado, el mayor estado de carga es cuando el motor se encuentra en un régimen de entre 585 a 2850 rpm sin exceder el régimen recomendado por el fabricante.

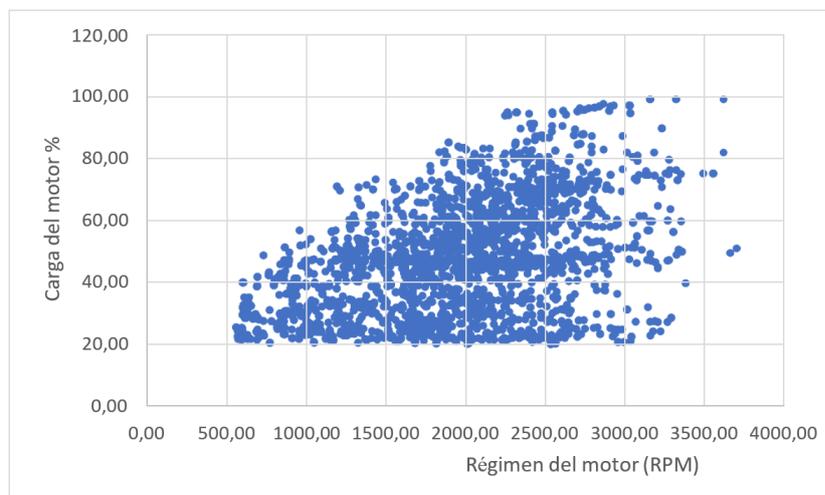


Gráfico 34-3: Carga del motor vs Régimen del motor en vehículo RIO19B con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.25 Régimen del motor vs Estado de carga del motor del vehículo RIO19B con A/C

En el gráfico 35-3 se observa el estado de carga que tiene el vehículo con el sistema de aire acondicionado encendido, en el eje Y se encuentra el porcentaje de estado de carga del motor, mientras que en el eje X se encuentra el régimen del motor en el cual está trabajando durante las pruebas de conducción. Se visualiza que existe una mayor concentración de carga respecto a la prueba realizada con el sistema de aire acondicionado apagado, es decir que el sistema de aire acondicionado hace que exista un mayor estado de carga del motor y este se encuentra en un régimen entre 600 a 2760 rpm.

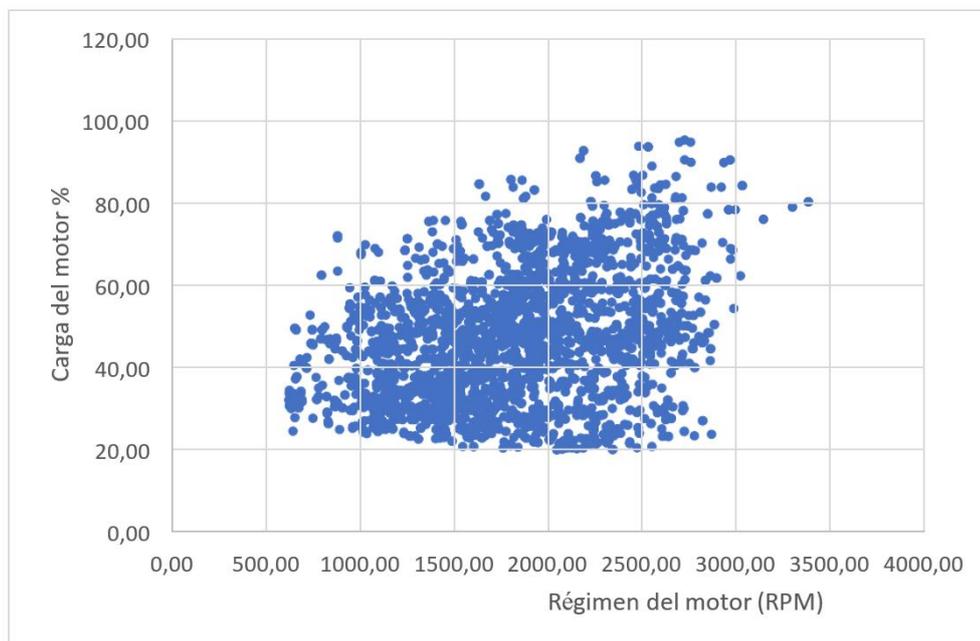


Gráfico 35-3. Carga de motor vs Régimen del motor vehículo de prueba RIO19B con A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.26 Aceleración vs Distancia del vehículo RIO19B con A/C apagado.

En el gráfico 36-3 se observa las diferentes variaciones de aceleraciones que adquiere el vehículo a lo largo de la ruta, en el eje Y se muestra el rango de aceleraciones expresada en (m/s^2), por otro lado, en el eje X se expresa la distancia expresada en (km). Este gráfico muestra las distintas variaciones de aceleración de las tres pruebas aplicadas al vehículo de prueba RIO19B en el cual se visualiza unas aceleraciones elevadas debido a las pendientes o desniveles de la calzada, en la mayoría de la trayectoria se muestra una aceleración promedio de $0.27m/s^2$ mientras que el valor más bajo es de $-0.14m/s^2$ esto se debe a la aproximación de un semáforo o a un área de tráfico donde el vehículo debe disminuir su velocidad

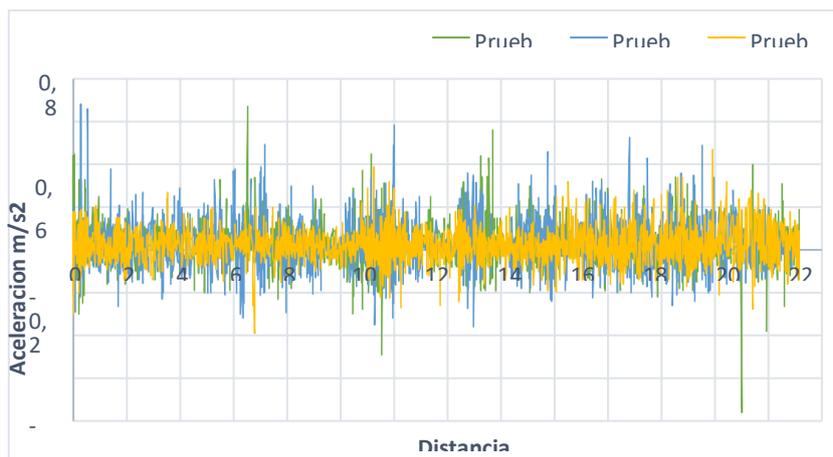


Gráfico 36-3. Aceleración vs Distancia de vehículo de prueba RIO19B con A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.27 Aceleración vs Distancia del vehículo RIO19B con sistema A/C Encendido

En el gráfico 37-3 se aprecia las variaciones de la aceleración del vehículo RIO19B con respecto a la distancia total de la ruta, en el eje Y se expresa la aceleración la cual está en m/s², en el eje X se expresa la distancia total de la ruta en Km. Las variaciones de aceleración respecto a la distancia total de la ruta se dan por la zona geográfica donde se encuentra situada la provincia de Chimborazo, la cual por estar en la cordillera de los Andes hace que exista desniveles en las vías, es por este motivo que durante la relación de las pruebas existe variaciones de aceleración, debido a que en pendientes se debe acelerar más el vehículo que en los descensos.

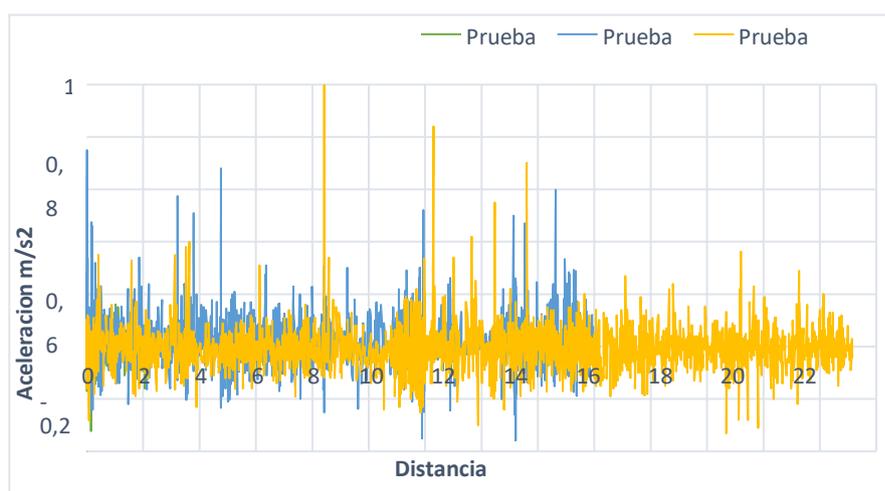


Gráfico 37-3: Aceleración vs Distancia en vehículo de prueba RIO19B con A/C Encendido.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.28 Velocidad vs Consumo del vehículo de prueba RIO19B con sistema A/C Apagado.

En el gráfico 38-3 se muestra la relación entre la velocidad del vehículo de prueba RIO19B con la distancia total de la ruta, en el eje Y se muestra velocidad expresada en (km/h) mientras que en el eje X se expresa la distancia en unidades de Km. En dicho gráfico se expresan los datos obtenidos a través del dispositivo OBD, las diferentes variaciones de velocidades a lo largo de la ruta se dan por la geografía de la zona donde se encuentra la ruta para la realización de las pruebas de consumo obteniendo del mismo un promedio de 1.87 L de combustible.

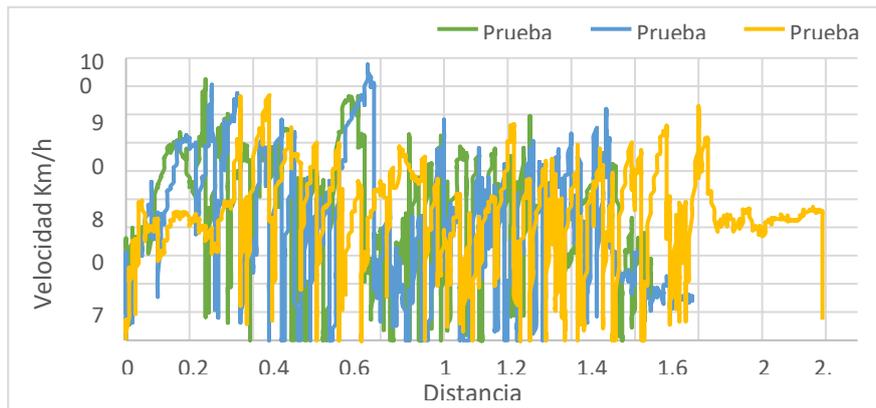


Gráfico 38-3: Velocidad vs Consumo Vehículo de prueba RIO19BA/C pagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.29 Velocidad Vs Consumo de vehículo RIO19B con sistema A/C encendido.

En el gráfico 39-3 se observan los resultados de velocidad y consumo los cuales se realizan al vehículo RIO18B con el sistema de aire acondicionado encendido. En el eje Y se muestra la velocidad expresada en km/h, en el eje X se expresa la Distancia expresada en km. En este gráfico se muestran las distintas variaciones que se obtienen durante las tres pruebas que se aplicaron al vehículo, unas de las condiciones para aplicar las pruebas que se debe respetar los límites de velocidad dentro de la ruta establecida.

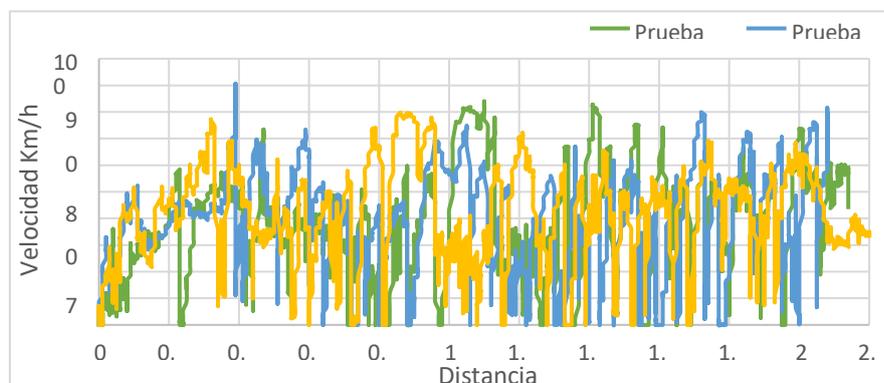


Gráfico 39-3: Velocidad vs Consumo del vehículo RIO19B con A/C Encendido

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.30 Tiempos de prueba del vehículo RIO19B con A/C Apagado

En el gráfico 40-3 se muestran los tiempos promedios de las tres pruebas realizadas al vehículo RIO19B, mismos que consisten en el tiempo total que tarda el vehículo en recorrer toda la ruta, el tiempo en el que el vehículo se encuentra en movimiento y el tiempo en el que el vehículo se encuentra totalmente parado, las unidades en las que están los datos son en segundos.

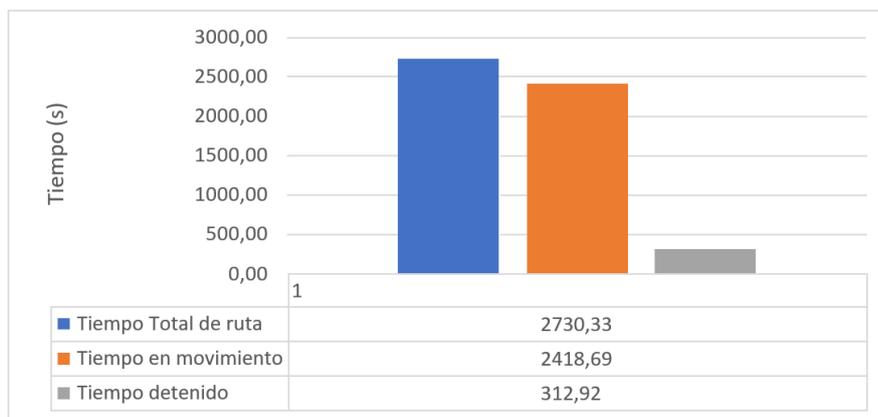


Gráfico 40-3: Tiempos de prueba vehículo RIO19B A/C Apagado

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 19-3 se muestra la información obtenida del tiempo del gráfico anterior en minutos para su mejor apreciación.

Tabla 19-3: Tiempos de Prueba del vehículo RIO19B en minutos.

Tiempos de prueba	Tiempo (minutos)
Tiempo total de ruta	45.51
Tiempo en movimiento	40.32
Tiempo detenido	5.21

Realizado por: Autores, 2021.

3.31 Tiempos de prueba del vehículo RIO19B con el sistema de A/C apagado.

En el gráfico 41-3 se observa la información del tiempo transcurrido en la realización de las pruebas de consumo del vehículo RIO19B, misma que consta del tiempo total que duró la prueba, el tiempo en el que el vehículo se mantiene en movimiento y finalmente el tiempo en el que el vehículo permanece sin estar en movimiento ya sea por el tráfico o por un semáforo en rojo, todos estos tiempos están en unidades de segundos.

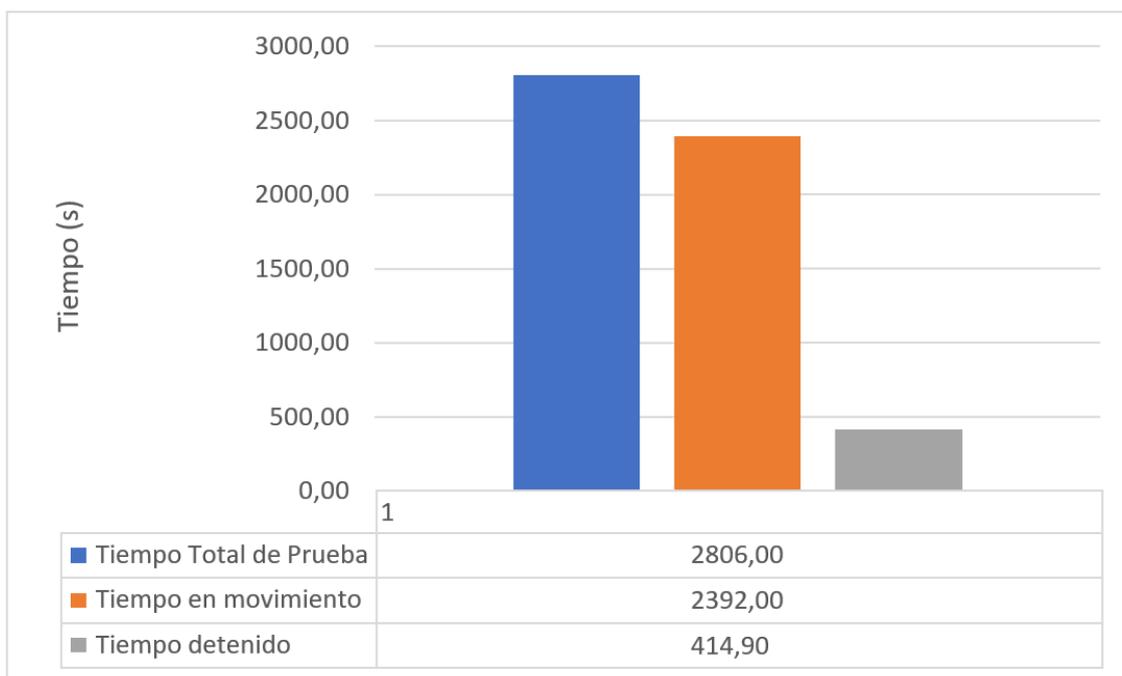


Gráfico 41-3: Tiempo de pruebas en vehículo RIO19B con A/C encendido.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

La siguiente tabla 20-3 muestra los datos del tiempo del gráfico anterior en unidades de minutos para una mejor interpretación de resultados.

Tabla 20-3: Tiempos de prueba de vehículo RIO19B con A/C encendido en minutos.

Tiempos de prueba	Tiempo (minutos)
Tiempo total de ruta	47.16
Tiempo en movimiento	40.26
Tiempo detenido	7.31

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 21-3 se expresan los datos obtenidos en las pruebas del vehículo RIO19B tanto con el sistema de aire acondicionado encendido como apagado, de estos resultados se hace énfasis en los de consumo de combustible los cuales varían con el uso del sistema de A/C.

Tabla 21-3: Tabla comparativa vehículo RIO19B

Número de Prueba	Distancia (km)	Tiempos minutos	Velocidad Promedio (m/s)	Consumo de combustible (L)
Prueba 1	27.58	49.28	36.24	1.65
Prueba 2	27.32	47.17	34.39	1.78

Prueba 3	27.1	45.5	35.89	2.19
Activación del sistema de aire acondicionado				
Prueba 1	27.31	46.44	30.34	2.14
Prueba 2	27.06	46.43	32.2	2.08
Prueba 3	27.16	46.49	35.33	2.31

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 22-3 se aprecia los datos obtenidos productos de realizar las pruebas de consumo de combustible a los vehículos RIO17B y RIO19B, en la tabla mencionada se observa principalmente una variación de consumo de combustible cuando el sistema de combustible esta activado lo cual es el objeto de esta investigación, además con esta información se sabe que el vehículo RIO17B consume más combustible.

Tabla 22-3: Comparación de resultados entre el vehículo RIO17B y RIO19B.

Marca del vehículo	RIO17B	RIO19B
Tipo de dato	Blanco	Blanco
Modelo	2017	2019
Aire acondicionado apagado		
Distancia Km	27.45	27.33
Tiempo en minutos	44.41	47.31
Velocidad Promedio Km/h	35.05	35.5
Consumo de combustible L	1.92	1.87
Aire acondicionado Encendido		
Distancia Km	27.81	27.17
Tiempo en minutos	44.53	46.45
Velocidad Promedio Km/h	33.39	32.5
Consumo de combustible L	2.22	2.18

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.31.1 Resultados obtenidos a través del cánister

En la tabla 23-3 se muestra los datos obtenidos con la utilización de un tanque externo cánister en las pruebas realizadas a los vehículos antes mencionados. En el automóvil denominado RIO17B sin la activación del aire acondicionado se tiene un consumo promedio de 1956,6667 ml y con A/C 2135 ml, para el vehículo SA19R el consumo sin A/C es de 1955ml y con uso del A/C 2125 ml, de igual manera para el caso del autom vilSA19B su consumo promedio de las tres pruebas sin A/C es 2025ml y con A/C es 2136.667 ml, de igual forma se aprecia los datos obtenidos para el vehículo denominado RIO19B un consumo promedio sin la utilización del sistema de A/C de 1951.667 ml y con el uso de A/C un promedio de consumo de 2071.667ml.

Tabla 23-3: Datos obtenidos de las pruebas a los vehículos por tanque externo cánister.

VEHÍCULO RIO17B			
No. Prueba	1ra	2da	3ra
Sin AC			
Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	1960	2190	1980
Combustible consumido (ml)	2040	1810	2020
Con AC			
Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	1840	1910	1755
Combustible consumido (ml)	2160	2090	2155
VEHÍCULO SA19R			
Sin AC			
Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	1935	2050	2150
Combustible consumido (ml)	2065	1950	1850
Con AC			
Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	1850	1865	1875
Combustible consumido (ml)	2150	2135	2125
VEHÍCULO RIO19B			
Sin AC			

Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	2090	1950	2105
Combustible consumido (ml)	1910	2050	1895
Con AC			
Combustible inicial (ml)	4000	4000	4000
Combustible final (ml)	2075	1860	1850
Combustible consumido (ml)	1925	2140	2150

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.32 Discusión de resultados.

3.32.1 Rendimiento de combustible instantáneo en los vehículos de prueba

3.32.1.1 Rendimiento de combustible instantáneo por OBD II en los vehículos de prueba

El combustible utilizado será calculado a partir de la necesidad que tiene el automóvil para poder funcionar de una forma correcta, a partir de aspectos importantes como son la carga del motor, las condiciones atmosféricas de altitud, además de la influencia de la utilización del aire acondicionado esta prueba será desarrollada en una ruta periférica de la Provincia de Chimborazo. La variación en la utilización del factor de variación como es el aire acondicionado se puede ver en la Tabla 24-3 en donde se desarrolló una comparación entre los 4 vehículos de prueba tomando en cuenta el método de medición OBD II a partir del dispositivo ELM327, se puede constatar la existencia de una variación significativa entre la utilización del aire acondicionado en el mismo vehículo, mientras que entre vehículos no es significativa puesto que la cilindrada de los vehículos de prueba no tiene mucha diferencia.

Tabla 24-3: Rendimiento del combustible instantáneo por OBD II

Rendimiento Instantáneo (Km/L)		
Vehículos	OBD II	
	Sin Aire (-1)	Con Aire (1)
RIO17B (1)	13.5312	12.4578
	12.8512	12.4018
	13.3285	12.1184
SA19R (2)	13.1762	11.3068
	12.2939	12.5289

	13.2150	11.4878
SA19B (3)	12.5090	12.6227
	13.2248	12.2800
	13.1402	10.7860
RIO19B (4)	12.5936	11.8225
	14.2292	10.9113
	15.7953	10.5681

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

La utilización del aire acondicionado en los vehículos es el principal factor de variación por el cual el rendimiento del combustible variará, dicho esto se utilizará el siguiente método para la determinación de diferencia significativa, se plantean hipótesis en donde si el valor P es mayor que α , no se rechazará la hipótesis nula esto quiere decir que los promedios de los rendimientos entre utilizar o no utilizar aire acondicionado será igual. Si el valor P es menor que α , se rechazara la hipótesis nula, esto quiere decir que los promedios del rendimiento entre Aire acondicionado y No Aire Acondicionado serán diferentes.

Hipótesis nula Medidas iguales
Hipótesis alterna Mínimo una media diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Con la ayuda de la aplicación del análisis ANOVA (), para determinar si existe diferencia significativa entre los grupos experimentales en cuanto al rendimiento de combustible. La tabla ANOVA utiliza los resultados obtenidos a partir de la varianza del rendimiento en [Km/L] y de esta manera los divide en dos partes: la primera parte se denomina entre grupos, mientras que la segunda parte se denomina dentro de grupos.

El cociente entre las dos partes mencionadas anteriormente es 4.625 a esto se denomina razón-F. Para determinar la existencia de una diferencia significativa se debe saber que el valor-P de la prueba-F debe ser menos que 0.05.

Tabla 25-3: ANOVA para Rendimiento Instantáneo (Km/L) por Vehiculo_Aire Acondicionado

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20.0386	7	2.86265	4.62	0.0053
Intra grupos	9.90324	16	0.618953		
Total (Corr.)	29.9418	23			

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Es importante establecer si las medias son significativas para este análisis se utilizará el método denominado LSD de Fisher aplicando un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

En lo expuesto en la tabla 26-3 para los vehículos de prueba en el caso del rendimiento instantáneo de combustible por OBD II en función a la presencia de Aire acondicionado, existirá diferencia entre la medición de rendimiento entre mediciones de un mismo vehículo es decir que al momento de utilizar Aire acondicionado mayor va a ser el consumo, mientras que al no utilizar Aire acondicionado menor va a ser el consumo.

Tabla 26-3. Método 95.0 porcentaje LSD por OBD II

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
RIO19B_CA	3	11.1006	X
SA19R_CA	3	11.7745	XX
SA19B_CA	3	11.8962	XXX
RIO17B_CA	3	12.326	XXX
SA19R_SA	3	12.895	XXX
SA19B_SA	3	12.958	XXX
RIO17B_SA	3	13.237	XX
RIO19B_SA	3	14.206	X

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 42-3, de cajas y bigotes se muestra la comparación de medias de los rendimientos instantáneos de combustible con OBD II en los vehículos aplicado a la misma diferencia mínima significativa.

En el automóvil denominado RIO17B con la utilización de aire acondicionado se recorre 12.32 Km/L y sin aire acondicionado va a recorrer 13.24 Km/L existiendo una diferencia del 6.95%, por otra parte en el automóvil SA19R con aire acondicionado se recorre 11.77 Km/L y sin aire acondicionado un valor 12.90 Km/L existiendo una diferencia 8.76%, en el automóvil SA19B con aire acondicionado se recorre 11.89 Km/L y sin aire acondicionado valor de 12.96 Km/L existiendo una diferencia del 8.96%, en el automóvil RIO19B al utilizar aire acondicionado se recorre 11.09 Km/L y sin aire se recorre 14.21 Km/L existiendo una diferencia 21.96%, de este

modo se puede decir que va existir una mejor eficiencia en los vehículos de prueba en esta ruta de conducción sin utilizar el aire acondicionado. Además de esto podemos establecer que el vehículo que nos brindará una mayor eficiencia en el automóvil RIO19B sin aire acondicionado y el vehículo con menor eficiencia será el RIO19B con utilización del aire acondicionado, en comparación con el estudio de Zarpan y Eduardo, (2017) el cual se realizó en vehículos de 1300 cc en donde se procedió a realizar las pruebas entre las 800 y 3200 rpm donde el sistema de aire acondicionado es la principal variante, se obtuvo un incremento de consumo de combustible de entre el 12 al 15% de consumo de combustible corroborando de esta manera que la utilización del aire acondicionado genera mayor consumo de combustible.

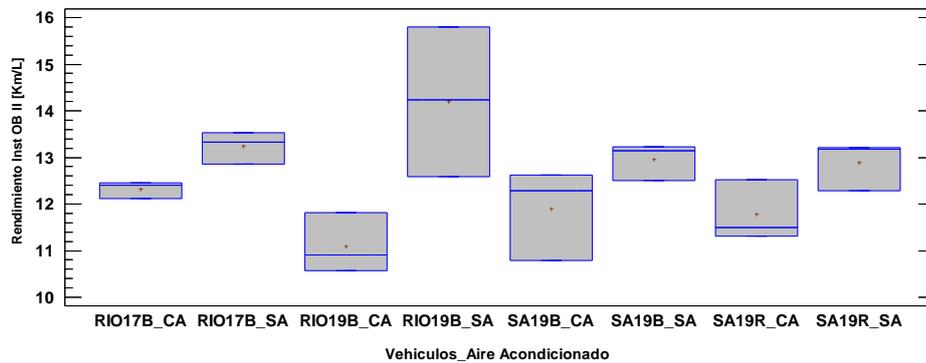


Gráfico 42-3: Caja y bigotes de rendimiento instantáneo por OBD II

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

A partir del análisis del gráfico denominado diagrama de Pareto se puede describir como va a influenciar las variables aplicadas en el estudio sobre el rendimiento del consumo de combustible con OBD II, el aire acondicionado es el principal factor que aporta de una manera negativa y el factor vehículos afecta de una manera mínima, de esta forma se les considera significativos en la combinación de estas variables.

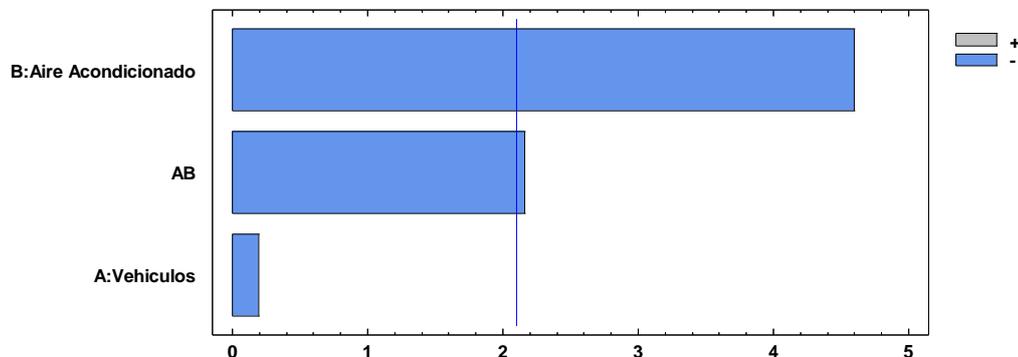


Gráfico 43-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento instantáneo por OBD II

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 43-3 denominado superficie de respuesta se busca obtener una relación entre la utilización del aire acondicionado y el rendimiento instantáneo de combustible y de esta manera puedan ser aplicados en los automóviles estudiados, esta grafica nos proporciona la ecuación de regresión que se va a ir ajustando a los datos obtenidos en la ruta de conducción.

El comportamiento del combustible nos va a indicar la siguiente ecuación de rendimiento ajustándose a los valores en la tabla de datos.

$$\text{Rendimiento Instantáneo OBD II} = 12.6222 - 0.02921 * \text{Vehículos} + 0.0407333 * \text{Aire Acondicionado} - 0.326227 * \text{Vehículos} * \text{Aire Acondicionado}$$

En el gráfico de superficie se presentan los siguientes resultados, con mayor rendimiento sin aire acondicionado podemos destacar al vehículo RIO19B (4) sin SA (-1) se obtuvo un intervalo de rendimiento de 15.4 a 16.0 Km/L, ahora para el caso del vehículo RIO17B (1) sin SA (-1) con un intervalo de 12.4 a 13.0 Km/L, el vehículo SA19R (2) sin SA (-1) con un intervalo de eficiencia entre 13 a 13.6 Km/L y finalmente el SA19B (3) sin SA (-1) un intervalo de 13 a 13.6 Km/L.

Por otra parte, al utilizar aire acondicionado con mayor rendimiento podemos destacar los vehículos RIO17B (1), SA19R y SA19B con CA (1) un intervalo entre 11.8 a 12.4 Km/L y el menor rendimiento para el vehículo RIO19B con CA (1) un intervalo de 11.2 a 11.8 Km/L. Como consecuencia al utilizar los vehículos sin aire acondicionado brinda un mejor rendimiento en los automóviles estudiados, la cilindrada entre estos vehículos no varía de gran manera por lo que no va a afectar de una forma considerable al consumo de combustible.

Tabla 27-3: Valor óptimo para rendimiento instantáneo por OBD II

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Vehículos	1.0	4.0	4.0
Aire Acondicionado	-1.0	1.0	-1.0

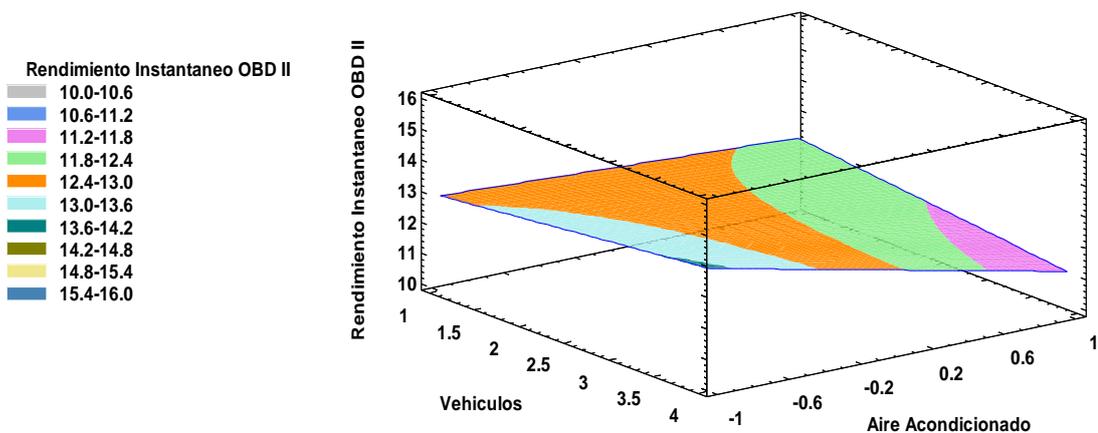


Gráfico 44-3: Superficie de respuesta para el rendimiento instantáneo por OBD II

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

3.32.2 Rendimiento de combustible instantáneo por Tanque en los vehículos de prueba

En la tabla 28-3 se encuentra los valores de rendimiento instantáneos que se obtuvo al realizar las pruebas en la ruta establecida, se destaca la presencia del tanque externo o cánister en donde se varia volúmenes de combustible para obtener datos aplicando la variación del aire acondicionado.

Tabla 28-3:Rendimiento del combustible instantáneo por Tanque

Rendimiento Instantáneo		
	Tanque	
Vehículos	Sin Aire (-1)	Con Aire (1)
RIO17B (1)	13.2990	12.9769
	15.2652	13.2919
	13.6584	12.8213
SA19R (2)	13.3995	12.4747
	14.4564	12.7120
	14.9189	13.6193
SA19B (3)	13.6261	12.9163
	14.5606	12.9415
	13.6704	13.0447
RIO19B (4)	14.4398	14.1870
	13.3268	12.6449
	14.2533	12.6326

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Con la ayuda de la aplicación del análisis ANOVA (), para determinar si existe diferencia significativa entre los grupos experimentales en cuanto al rendimiento de combustible. La tabla ANOVA utiliza los resultados obtenidos a partir de la varianza del rendimiento en [Km/L] y de esta manera los divide en dos partes: la primera parte se denomina entre grupos, mientras que la segunda parte se denomina dentro de grupos.

El cociente entre las dos partes mencionadas anteriormente es 2.20455 a esto se denomina razón-F. Para determinar la existencia de una diferencia significativa se debe saber que el valor-P de la prueba-F debe ser menos que 0.05.

Tabla 29-3: ANOVA para Rendimiento Instantáneo por Tanque (Km/L) por Vehículo_Aire Acondicionado

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.87129	7	0.981613	2.20	0.0903
Intra grupos	7.12426	16	0.445266		
Total (Corr.)	13.9955	23			

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En lo expuesto en la tabla 30-3 para los vehículos de prueba en el caso del rendimiento instantáneo de combustible por Tanque en función a la presencia de Aire acondicionado, existirá diferencia entre la medición de rendimiento entre mediciones de un mismo vehículo es decir que al momento de utilizar Aire acondicionado mayor va a ser el consumo, mientras que al no utilizar Aire acondicionado menor va a ser el consumo.

Tabla 30-3: Método 95.0 porcentaje LSD por Tanque

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SA19R_CA	3	12.9353	X
SA19B_CA	3	12.9675	X
RIO17B_CA	3	13.03	X
RIO19B_CA	3	13.1548	XX
SA19B_SA	3	13.9524	XX
RIO19B_SA	3	14.0066	XX
RIO17B_SA	3	14.0742	XX
SA19R_SA	3	14.2583	X

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 44-3, de cajas y bigotes se muestra la comparación de medias de los rendimientos instantáneos de combustible con Tanque en los vehículos aplicado a la misma diferencia mínima significativa.

En el automóvil denominado SA19R con la utilización de aire acondicionado se recorre 12.935 Km/L y sin aire acondicionado va a recorrer 14.258 Km/L existiendo una diferencia del 9.28%, por otra parte en el automóvil SA19B con aire acondicionado se recorre 12.97 Km/L y sin aire acondicionado un valor 13.95 Km/L existiendo una diferencia 7.03%, en el automóvil RIO19B con aire acondicionado se recorre 13.15 Km/L y sin aire acondicionado valor de 14.01 Km/L existiendo una diferencia del 6.14%, en el automóvil RIO17B al utilizar aire acondicionado se recorre 13.03 Km/L y sin aire se recorre 14.07 Km/L existiendo una diferencia 7.39%, de este modo se puede decir que va existir una mejor eficiencia en los vehículos de prueba en esta ruta

de conducción sin utilizar el aire acondicionado. Además de esto podemos establecer que el vehículo que nos brindará una mayor eficiencia en el automóvil SA19R sin aire acondicionado y el vehículo con menor eficiencia será el SA19R con utilización del aire acondicionado. En base al estudio presentado por Acosta Corral y Tello Flores ,(2016) con el sistema de aire acondicionado apagado y encendido se tiene el rendimiento de combustible de 8.31 km/L y 7.74km/L respectivamente, lo cual confirma que la utilización del sistema de A/C presentado en nuestro estudio menora el rendimiento del combustible.

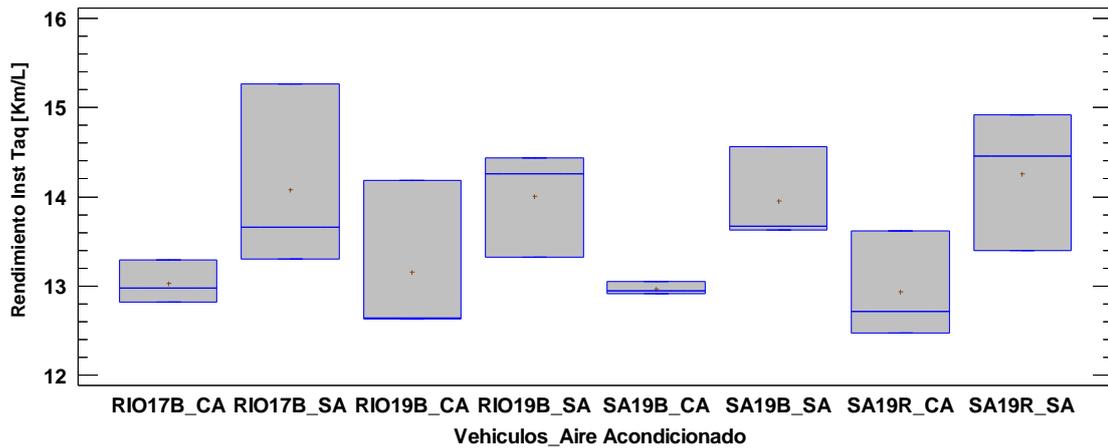


Gráfico 44-3: Diagrama de caja y bigotes de rendimiento instantáneo por Tanque.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

A partir del análisis de la gráfica denominada diagrama de Pareto se puede describir cómo va a influenciar las variables aplicadas en el estudio sobre el rendimiento del consumo de combustible con Tanque, el factor vehículos y la combinación de entre variables van a aportar de manera positiva, mientras que el factor aire acondicionado afecta de manera negativa.

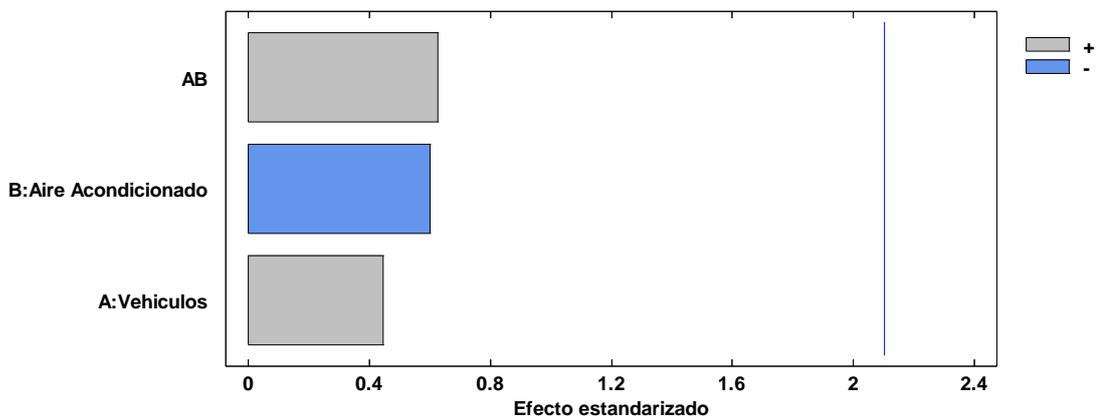


Gráfico 45-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento instantáneo por Tanque

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la gráfica denominada como superficie de respuesta se busca obtener una relación entre la utilización del aire acondicionado y el rendimiento instantáneo de combustible y de esta manera puedan ser aplicados en los automóviles estudiados, esta grafica nos proporciona la ecuación de regresión que se va a ir ajustando a los datos obtenidos en la ruta de conducción.

El comportamiento del combustible nos va a indicar la siguiente ecuación de rendimiento ajustándose a los valores en la tabla de datos.

$$\text{Rendimiento Instantáneo Tanque} = 13.5602 + 0.128232 \cdot \text{Vehículos} - 0.639867 \cdot \text{Aire Acondicionado} + 0.179092 \cdot \text{Vehículos} \cdot \text{Aire Acondicionado}$$

En la gráfica de superficie se presentan los siguientes resultados, con mayor rendimiento sin aire acondicionado podemos destacar a los vehículos RIO17B(1), SA19R(2), SA19B(3) y RIO19B(4) sin SA (-1) se obtuvo un intervalo de rendimiento de 13.6 a 14.4 Km/L, ahora para el caso del vehículo RIO17B (1) sin SA (-1) con un intervalo de 12.4 a 13.0 Km/L.

Por otra parte, al utilizar aire acondicionado con mayor rendimiento podemos destacar los vehículos SA19B (3) y RIO 19B (4) con CA (1) un intervalo entre 13.6 a 14.4 Km/L y el menor rendimiento para los vehículos RIO17B (1) y SA19R (2) con CA (1) un intervalo de 12.8 a 13.6 Km/L. Como consecuencia al utilizar los vehículos sin aire acondicionado brinda un mejor rendimiento en los automóviles estudiados, la cilindrada entre estos vehículos no varía de gran manera por lo que no va a afectar de una forma considerable al consumo de combustible.

Tabla 31-3: Valor óptimo para rendimiento instantáneo por Tanque

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Vehículos	1.0	4.0	4.0
Aire Acondicionado	-1.0	1.0	1.0

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

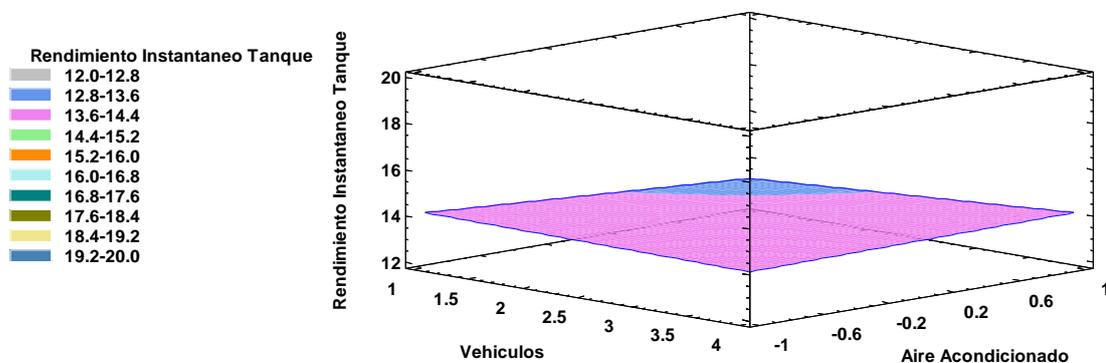


Gráfico 46-3. Superficie de respuesta para el rendimiento instantáneo por Tanque.

Realizado por: A Barbecho R, Rosero B, 2021

3.32.3 Comparación entre métodos de medición OBD II y Tanque

Tabla 32-3: Comparación de métodos de medición OBD II y Tanque

Vehículos	Rendimiento Instantáneo (Km/L)			
	Sin aire		Con aire	
	OBD II 1	Tanque 2	OBD II 3	Tanque 4
RIO17B (1)	13.5312	13.2990	12.4578	12.9769
	12.8512	15.2652	12.4018	13.2919
	13.3285	13.6584	12.1184	12.8213
Promedio	13.2370	14.0742	12.3260	13.0300
SA19R (2)	13.1762	13.3995	11.3068	12.4747
	12.2939	12.7120	14.4564	12.7120
	13.2150	14.9189	11.4878	13.6193
Promedio	12.8950	13.6768	12.4170	12.9353
SA19B (3)	12.5090	13.6261	12.6227	12.9163
	13.2248	14.5606	12.2800	12.9415
	13.1402	13.6704	10.7860	13.0447
Promedio	12.9580	13.9524	11.8962	12.9675
RIO19B (4)	12.5936	14.4398	11.8225	14.1870
	14.2292	13.3268	10.9113	12.6449
	15.7953	14.2533	10.5681	12.6326
Promedio	14.2060	14.0066	11.1006	13.1548

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la tabla 32-3, se puede observar la variación que va a existir para los métodos de medición SA, para el vehículo RIO17B en la medición con Tanque se recorre 14.0742 Km/L mientras que por OBD 13.2370 Km/L existiendo una diferencia de 5.95%, para el SA19R en la medición con Tanque 13.6768 Km/L mientras que por OBD II 12.895 Km/L existiendo una diferencia entre métodos de 5.72%, SA19B con tanque 13.9524 Km/L mientras que por OBD II 12.958 Km/L existiendo una diferencia entre métodos de 7.13% y para el RIO19B con tanque recorre 14.066 Km/L mientras que por OBD II 14 Km/L existiendo una diferencia entre métodos de 1.41%.

De la misma forma para las pruebas CA el RIO17B en la medición con Tanque recorre 13.03 Km/L mientras que por OBD II 12.3260 Km/L existiendo una diferencia de 5.40%, SA19R en la medición con Tanque recorre 12.9353 Km/L mientras para OBD II recorre 12.417 Km/L existiendo una diferencia entre método de 4.16%, SA19B con tanque recorre 12.9675 mientras OBD II recorre 11.8962 Km/L dando una diferencia de 8.26% y para el RIO19B por tanque

recorre 13.1548 Km/L mientras que por OBD II 11.1006 Km/L en donde se puede apreciar una diferencia de 15.62%.

Se puede apreciar en promedio una variación en los métodos de medición para las pruebas sin aire acondicionado de 5.05%, mientras que para las pruebas utilizando aire acondicionado un promedio de 8.36%, por lo que se denota una diferencia pequeña entre ambos métodos de medición.

3.32.4 Rendimiento de combustible a largo plazo en los vehículos de prueba

En la tabla 33-3 se encuentran los promedios del rendimiento a largo plazo en la ruta establecida por los investigadores, esta tabla se obtiene a partir de promedios obtenidos por los métodos de medición como son el Tanque externo y el dispositivo OBD II. Se puede observar que va a existir diferencia al momento de comparar entre la utilización de aire acondicionado.

Tabla 33-3: Rendimiento de combustible con y si A/C a largo plazo

Vehículos	Rendimiento a Largo Plazo (L/100Km)	
	Sin aire	Con aire
RIO17B (1)	7.45	7.87
	7.17	7.79
	7.41	8.02
Promedio	7.34	7.89
SA19R (2)	7.53	8.43
	8.00	7.45
	7.14	8.02
Promedio	7.55	7.97
SA19B (3)	7.67	7.83
	7.22	7.94
	7.47	8.47
Promedio	7.45	8.08
RIO19B (4)	7.44	7.76
	7.27	8.54
	6.68	8.69
Promedio	7.13	8.33

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Con la ayuda de la aplicación del análisis ANOVA (), para determinar si existe diferencia significativa entre los grupos experimentales en cuanto al rendimiento de combustible. La tabla ANOVA utiliza los resultados obtenidos a partir de la varianza del rendimiento a largo plazo en [L/100Km] y de esta manera los divide en dos partes: la primera parte se denomina entre grupos, mientras que la segunda parte se denomina dentro de grupos.

El cociente entre las dos partes mencionadas anteriormente es 6.71 a esto se denomina razón-F. Para determinar la existencia de una diferencia significativa se debe saber que el valor-P de la prueba-F debe ser menos que 0.05.

Tabla 34-3: ANOVA por rendimiento a largo plazo en [L/100Km]

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4.19372	7	0.599102	6.71	0.0008
Intra grupos	1.42847	16	0.0892792		
Total (Corr.)	5.62218	23			

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En lo expuesto en la tabla 35-3 de diferencia significativa para los vehículos de prueba en el caso del rendimiento a largo plazo de combustible por métodos de medición en función a la presencia de Aire acondicionado, existirá diferencia entre la medición de rendimiento de un mismo vehículo es decir que al momento de utilizar Aire acondicionado mayor va a ser el consumo, mientras que al no utilizar Aire acondicionado menor va a ser el consumo

Tabla 35-3: Método 95.0 porcentaje LSD por Tanque a largo plazo.

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
RIO19B_SA	3	7.13	X
RIO17B_SA	3	7.34333	X
SA19R_SA	3	7.37333	X
SA19B_SA	3	7.45333	XX
RIO17B_CA	3	7.89333	XX
SA19B_CA	3	8.08	X
SA19R_CA	3	8.15	X
RIO19B_CA	3	8.33	X

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En el gráfico 47-3 de medias y 95% de Fisher LSD se comparan las medias del rendimiento a largo plazo de combustible a los vehículos de prueba aplicando la misma diferencia mínima significativa.

Para el vehículo RIO17B utilizando CA de 7.89 L/100Km, mientras que SA 7.34 L/100Km existiendo una diferencia del 6.97% en eficiencia, para el vehículo SA19R aplicando CA tiene un rendimiento de 7.97 L/100Km mientras que SA 7.55 L/100Km existiendo una diferencia de 5.27% en eficiencia, para el vehículo SA19B utilizando CA de 8.08 L/100 Km mientras que SA 7.45 L/100Km existiendo una diferencia de 7.80% en su eficiencia finalmente para el RIO19B aplicando CA un rendimiento de 8.33 L/100Km mientras que SA 7.13 L/100Km existiendo una diferencia del 14.41%.

De esta forma podemos establecer que el vehículo que nos brinda un mejor rendimiento a largo plazo es el RIO19B aplicando el SA, mientras que el menor rendimiento es para el vehículo RIOB19B aplicando CA. Según Mogro y Ignacio Huertas (2020), en el estudio realizado bajo condiciones de conducción real, el impacto del sistema de aire acondicionado al consumo del vehículo es del 15%, el cual es un valor semejante al obtenido en la diferencia de rendimientos del vehículo RIO19B de nuestro estudio.

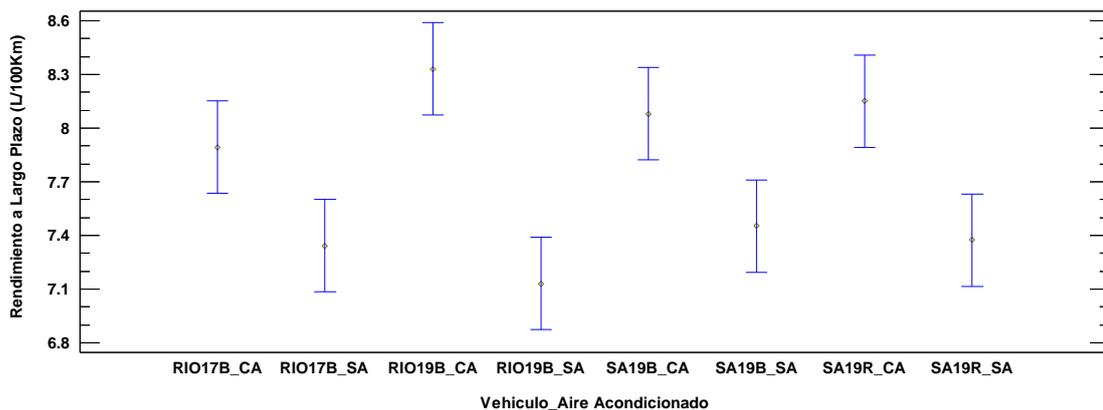


Gráfico 47-3: Gráfica de caja y bigotes de rendimiento a largo plazo por Tanque.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

Con el diagrama de Pareto se puede identificar como las variables van a influir sobre el rendimiento de combustible, en donde el aire acondicionado va a ser la variable principal que va a afectar al rendimiento a largo plazo del combustible, además de los vehículos y la combinación entre ambos van a afectar de manera positiva.

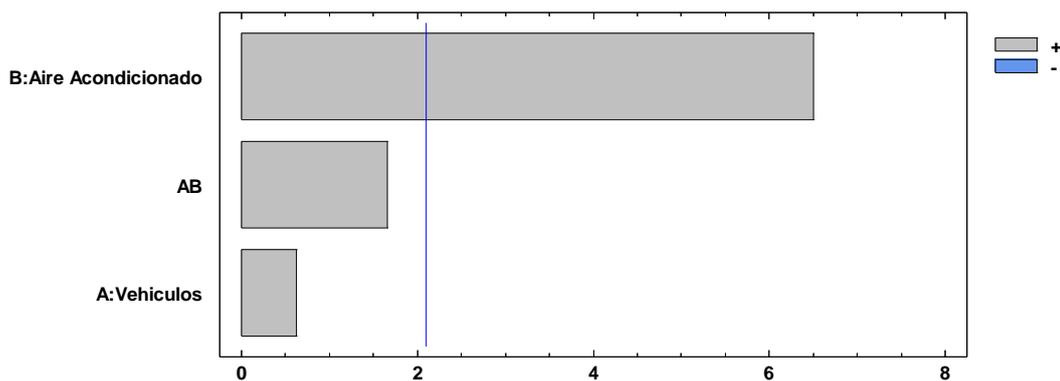


Gráfico 48-3: Diagrama de Pareto de factores de rendimiento a largo plazo por Tanque

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

En la gráfica denominada como superficie de respuesta se busca obtener una relación entre la utilización del aire acondicionado y el rendimiento a largo plazo de combustible y de esta manera puedan ser aplicados en los automóviles estudiados, esta grafica nos proporciona la ecuación de regresión que se va a ir ajustando a los datos obtenidos en la ruta de conducción.

El comportamiento del combustible nos va a indicar la siguiente ecuación de rendimiento ajustándose a los valores en la tabla de datos.

$$\text{Rendimiento a Largo Plazo} = 7.63417 + 0.034 \cdot \text{vehículos} + 0.169167 \cdot \text{Aire Acondicionado} + 0.09 \cdot \text{vehículos} \cdot \text{Aire Acondicionado}$$

En la gráfica de superficie se presentan los siguientes resultados, con mayor rendimiento a largo plazo sin aire acondicionado podemos destacar a los vehículos SA19B(3) y RIO19B(4) sin SA (-1) se obtuvo un intervalo de rendimiento de 7.08 a 7.32 L/100 Km, ahora para el caso de los vehículos RIO17B (1) y SA19R (2) sin SA (-1) con un intervalo de 7.32 a 7.56 L/100 Km.

Por otra parte, al utilizar aire acondicionado con mayor rendimiento podemos destacar los vehículos RIO17B (1) y SA19R (2) con CA (1) un intervalo entre 7.08 a 8.04 L/100 Km y el menor rendimiento para los vehículos SA19B (3) y RIO19B (4) con CA (1) un intervalo de 8.04 a 8.28 L/100Km. Como consecuencia al utilizar los vehículos sin aire acondicionado brinda un mejor rendimiento a largo plazo en los automóviles estudiados, la cilindrada entre estos vehículos no varía de gran manera por lo que no va afectar de una forma considerable al consumo de combustible.

Tabla 36-3: Superficie de respuesta para el rendimiento a largo plazo por tanque

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Vehículos	1.0	4.0	4.0
Aire Acondicionado	-1.0	1.0	1.0

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

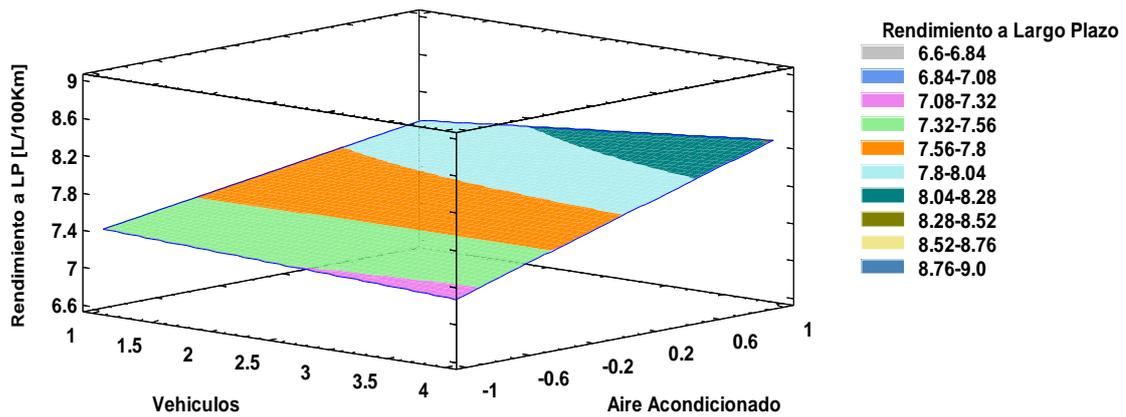


Gráfico 49-3: Superficie de respuesta para el rendimiento a largo plazo por Tanque.

Realizado por: Barbecho R, Rosero B, 2021

De este análisis de resultados se tiene como comparación final que en el rendimiento del combustible instantáneo por OBD II el vehículo que nos brindará una mayor eficiencia es el automóvil RIO19B sin aire acondicionado y el vehículo con menor eficiencia será el RIO19B de la misma manera en el rendimiento instantáneo por tanque el vehículo que nos brindará una mayor eficiencia en el automóvil SA19R sin aire acondicionado y el vehículo con menor eficiencia será el SA19R con utilización del aire acondicionado, mientras que a largo plazo el vehículo que nos brinda un mejor rendimiento es el RIO19B aplicado sin A/C, mientras que el menor rendimiento es para el vehículo RIOB19B aplicado con A/C. Se tiene también una comparación entre métodos de medición los cuales presentan variación para las pruebas sin aire acondicionado de 5.05%, mientras que para las pruebas utilizando aire acondicionado un promedio de 8.36%, en los dos métodos se experimenta un consumo de combustible mayor con la utilización de A/C.

CONCLUSIONES

- Se estableció la ruta de las pruebas de conducción para este estudio misma que comprende entre los cantones Guano, Riobamba y Chambo en la cual se encuentra pendientes positivas y negativas características de la zona.
- Los datos obtenidos de las pruebas realizadas con o sin A/C en la ruta establecida dependen de múltiples factores existentes como el flujo de tráfico vehicular, la semaforización, estado de la vía etc. Para compensar estos factores las pruebas se las realizan en las mismas condiciones de conducción respetando límites de velocidad, número de pruebas, mismas personas y vehículo con las ventanas semiabiertas.
- La activación y desactivación del sistema de A/C está a cargo de los investigadores, mismos que proceden con la acción durante un tiempo determinado de 2 minutos en las posiciones de ON y OFF respectivamente logrando con esto mantener la sensación térmica de confort ambiental dentro del habitáculo durante el trayecto.
- Con la activación y desactivación del sistema de aire acondicionado se experimenta una similitud al fenómeno de cambios de aceleración durante la conducción, puesto que al activar el A/C en las pendientes positivas el conductor siente una pérdida de potencia del vehículo mismo que se ve obligado acelerar más, esto incide directamente en el consumo de combustible del vehículo.
- El uso del A/C en los vehículos de prueba tiene efectos positivos en el confort del habitáculo, pero también efectos negativos como es el consumo de combustible, el mismo que se evidencia en los vehículos de prueba SA19R que aumenta su consumo en 8.76%, SA19B un 8.96%, RIO17B un 6.95% y el vehículo RIO19B aumenta su consumo en un 21.96%. Dicho esto, se comprueba que efectivamente el sistema de A/C causó un incremento en el consumo de combustible.
- De los datos obtenidos por OBDII y por el cánister se aprecia en promedio una variación entre los métodos de medición para las pruebas sin aire acondicionado de 5.05%, mientras que para las pruebas utilizando aire acondicionado un promedio de 8.36%, por lo que se denota una diferencia pequeña entre ambos métodos de medición siendo la medición por cánister la de mayor precisión debido a que muestra directamente de forma física el consumo real en cada prueba.

RECOMENDACIONES

- Usar vehículos de los últimos años que sean compatibles con el dispositivo OBD II ELM327 para evitar inconvenientes al momento de tomar los datos.
- Tener en cuenta el sistema Android del teléfono en donde se va a instalar la aplicación “Torque Pro” con ello se logra evitar inconvenientes al momento de realizar la conexión entre el dispositivo OBD II y la aplicación
- Configurar correctamente la aplicación “torque Pro” para evitar tomar datos que no son necesarios para la investigación.
- Se recomienda realizar un recorrido previo de la ruta establecida con el fin de evitar contratiempos existentes en la misma que puedan variar los resultados.
- Se recomienda que los encargados de realizar las pruebas de ruta sean las mismas personas y realizar las pruebas con las mismas condiciones (ventanas semiabiertas, tiempos de activación de A/C, tipo de conducción, horarios, etc.) en todos los vehículos con el fin de evitar datos fuera de las condiciones establecidas.
- Procurar tener tiempos similares durante la realización de las pruebas de ruta, esto beneficia al momento de comparar los datos obtenidos.
- Se recomienda realizar la instalación del tanque cánister por un profesional del área, para evitar fugas de combustible abriendo la posibilidad de obtener datos erróneos.
- Se recomienda realizar la toma de las muestras de combustible del tanque cánister de la manera más precisa posible para no regar y así evitar posibles variaciones de resultados.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, M. & TELLO, W. Estudio De Aire Acondicionado En El Consumo De Combustible, Potencia Del Motor Y Confort Térmico. [en línea], 2016, pp. 179. [Consulta 31 de mayo 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2587/1/CD-3271.pdf>.

AEADE. ASOCIACION DE EMPRESAS AUTOMOTRICES DEL ECUADOR (AEADE), Anuario. 2019, pp. 102-107. Obtenido de: http://www.aeade.net/wpcontent/uploads/2020/07/AEADE-ANUARIO-2019-OK_1.pdf

AEADE. “Sector Automotriz en cifras”. Asociación De Empresas Automotrices Del Ecuador. [en línea], 2020, (Ecuador) 1(48), pp. 7-13. Obtenido de: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2020/10/Boletin-Sector-encifras-48-resumen-en-espanol.pdf>

ALAHMER, A. EFFECT OF RELATIVE HUMIDITY AND TEMPERATURE CONTROL ON IN-CABIN THERMAL COMFORT STATE [en línea], 2011. S.l.: Clemson University. Disponible en: https://tigerprints.clemson.edu/all_dissertations/834.

BHARATHAN, Desikan; et al. An overview of vehicle test and analysis results from NREL’s A/C fuel use reduction research. 2007, VTMS 8 - Vehicle Thermal Management Systems Conference and Exhibition, no. June, pp. 567-580. Disponible en: <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41155.pdf>

CALVA MONTOYA, & FLORES DÍAZ. “Obtención del ciclo de conducción urbano para la ciudad de Riobamba en horas pico y no pico mediante la recolección de datos de los factores de operación y consumo energético obtenido por un dispositivo OBD II”. [en línea]. [Trabajo de titulación]. (Pregrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Ecuador. 2020, pp. 1-48. Obtenido de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/13823/1/65T00342.pdf>

CHEVROLET. SAIL, características. Disponible en: https://www.chevrolet.com.ec/autos/sail-sedan?ppc=GOOGLE_700000002067215_71700000069088117_58700006129062001_p63681170579&gclid=Cj0KCQiA95aRBhCsARIsAC2xvfzXVnYsLSToUkwkdCjLVK5eaduuJC6UHdlOpmMy1ubPtbFamz6QwMaAoIrEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

CLIPSET. Torque Pro, tu coche monitorizado desde Android. 2014. Disponible en: <https://clipset.com/torque-pro-tu-coche-monitorizado-desde-android/>

COUTELIERIS, F. & KANAVOURAS, A. Erratum to: Experimentation Methodology for Engineers, 2018. S.l.: s.n. ISBN 9783319721903. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-72191-0>

DOOST, A & YAZDI, A. Green Nature and Reducing of Air Pollution with Vehicle Drag Coefficient Correction [online], 2013, [Consulta 03 de mayo 2021]. Obtenido de: https://www.academia.edu/27932879/Green_Nature_and_Reducing_of_Air_Pollution_with_Vehicle_Drag_Coefficient_Correction

FARRINGTON, R. & RUGH, J. Impact of Vehicle Air-Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range. Earth Technologies Forum [en línea], 2000, September, pp. <http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28960.pdf>. Disponible en: <http://www.smesfair.com/pdf/airconditioning/28960.pdf>.

FAYAZBAKHS, M. & BAHRAMI, M. Comprehensive Modeling of Vehicle Air Conditioning Loads Using Heat Balance Method. SAE Technical Papers [en línea], 2013. vol. 2. [Consulta: 4 de mayo 2021]. ISSN 0148-7191. DOI 10.4271/2013-01-1507. Disponible en: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2013-01-1507/>.

FERRER, J. Metodología De La Investigación: METODOS DE LA INVENTIGACION. [en línea], 2010. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <http://metodologia02.blogspot.com/p/metodos-de-la-investigacion.html>.

FONTARAS, Georgios; et al. Fuel consumption and CO2 emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions. Progress in Energy and Combustion Science [en línea], 2017, vol. 60, pp. 97-131. ISSN 03601285. DOI 10.1016/j.pecs.2016.12.004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.004>.

GONZÁLEZ, Roberto; et al. Consumo de combustible de los motores de combustión interna. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [en línea], 2010, vol. 19pp. 1-6. [Consulta: 29 junio 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262518105_Consumo_de_combustible_de_los_motores_de_combustion_interna.

GMUND CARS. Torque Lite vs Torque Pro. Gmund Cars, 2017. [Consulta: 10 de junio 2021]. Disponible en: <https://gmundcars.com/torque-lite-vs-torque-pro-vs-dashcommand/>

GUTIÉRREZ, L., & VALAREZO, T. Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPAFTP 75 Y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis. Casos de estudio: vehículos Kia Picanto Ion R 1.0L 2016 y Mazda 3 2.0L 2009 , 2016. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7371/1/13299.pdf>

HARIANINGSIH, Harianingsih; et al. “Perancangan Sistem Detektor Suhu Fermentasi Acetobacter Xylinum menggunakan Sensor DS18B20”. Jurnal JTİK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), 2018, vol. 2no. 1pp. 41. DOI 10.35870/jtik.v2i1.44. Disponible en: <http://journal.lembagakita.org/index.php/jtik/article/view/44>

Hendricks, T. "Optimization of Vehicle Air Conditioning Systems Using Transient Air Conditioning Performance Analysis," 2001, SAE Technical Paper 2001-01-1734, Disponible en: <https://doi.org/10.4271/2001-01-1734>.

JAIRO, John; et al. CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE POR CARRETERA-MODELOS PREDICTIVOS. [en línea], 2013. vol. 12, no.

23, pp. 35-46. [Consulta: 28 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v12n23/v12n23a04.pdf>.

JIANGCHUAN HU; & FREY, CHRISTOPHER, H. "Comparison of Real World Light-Duty Gasoline Vehicle Emissions for High Altitude Mountainous Versus Low Altitude Piedmont Study Areas". Proceedings of the Air and Waste Management Association's Annual Conference and Exhibition, AWMA, 2017. no. September 2018. ISSN 10526102. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327449194_Comparison_of_Real_World_Light-Duty_Gasoline_Vehicle_Emissions_for_High_Altitude_Mountainous_Versus_Low_Altitude_Piedmont_Study_Areas

HUFF, S., WEST, B. y THOMAS, J. Effects of air conditioner use on real-world fuel economy. SAE Technical Papers, 2013. vol. 2. ISSN 26883627. DOI 10.4271/2013-01-0551.

KHAN, T. & FREY, H. Effect of Air-Conditioning on Light Duty Gasoline Vehicles Fuel Economy. Transportation Research Record, 2019.vol. 2673, no. 5, pp. 131-141. ISSN 21694052. DOI 10.1177/0361198119838507. Disponible en: <https://trid.trb.org/View/1589682>

Khayyam, Hamid; et al. Coordinated energy management of vehicle air conditioning system. Applied Thermal Engineering [en línea], 2011, [Consulta: 3 de mayo 2021] ISSN 1359-4311. DOI 10.1016/j.applthermaleng.2010.10.022. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-8de91d0c-e42c-356b-8f77-9b28e08f8527>

KHOURY, G. El y CLODIC, D. Method of test and measurements of fuel consumption due to air conditioning operation on the new prius II hybrid vehicle. , 2005, SAE Technical Papers, no. 724. ISSN 26883627. DOI 10.4271/2005-01-2049. Disponible en: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2005-01-2049/?src=2002-01-3557>

LAMBERT, M. y JONES, B. Automotive adsorption air conditioner powered by exhaust heat. Part 1: Conceptual and embodiment design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, , 2006, vol. 220, no. 7, pp. 959-972. ISSN 09544070. DOI 10.1243/09544070JAUTO221.

LEE, Jungwoo; et al. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers , Part D : Journal of Automobile Engineering. , 2013. DOI 10.1177/0954407012455973. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0954407012455973>

LEGUÍSAMO, Julio; et al. Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito. Enfoque UTE , 2020, vol. 11, no. 1, pp. 68-83. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoque.v11n1.500. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338955856_Impact_of_Ecodriving_on_fuel_emissions_and_consumption_on_road_of_Quito

LLANES, Antonio; et al. Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. Enfoque UTE, 2018., vol. 9, no. 2, pp.

149-158. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n2.201. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200149

LOHSE-BUSCH, Henning; et al. Ambient temperature (20°F, 72°F and 95°F) impact on fuel and energy consumption for several conventional vehicles, hybrid and plug-in hybrid electric vehicles and battery electric vehicle. SAE Technical Papers, 2013, vol. 2, no. 1. ISSN 26883627. DOI 10.4271/2013-01-1462.

LUIS, J. El Método de la Investigación Research Method. Daena: International Journal of Good Conscience [en línea], 2014. S.l.: [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf).

LUO, Yuequi; et al. "Evaluation on the Fuel Economy of Automated Vehicles with Data-Driven Simulation Method". Energy and AI [en línea], 2021, vol. 3, pp. 100051. ISSN 26665468. DOI 10.1016/j.egyai.2021.100051. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2021.100051>.

MASTRULLO, R; et al. Refrigerant Alternatives for High Speed Train A/C Systems: Energy Savings and Environmental Emissions Evaluation under Variable Ambient Conditions. Energy Procedia [en línea], 2016. vol. 101, no. September, pp. 280-287. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2016.11.036. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.036>.

MOGRO, A. & IGNACIO HUERTAS, J. Impact of the vehicle air conditioning on fuel consumption under real-world conditions. 2020, IEEE ANDESCON, ANDESCON 2020. S.l.: s.n., DOI 10.1109/ANDESCON50619.2020.9272041. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/347291973_Impact_of_the_Vehicle_Air_Conditioning_on_Fuel_Consumption_under_Real-world_Conditions

MORQUECHO ANDRADE, F. Análisis de Rendimiento y Costo de los Combustibles Ecopaís y Super. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador. (2018). [Consulta: 25 de mayo 2021]. Obtenido de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3785/12/An%C3%A1lisis%20de%20Rendimiento%20y%20Costo%20de%20los%20Combustibles%20Ecopa%C3%ADs%20y%20Super.pdf>

NAM, E. "Understanding and modeling NOx emissions from air conditioned automobiles". SAE Technical Papers, 2000 no. 724. ISSN 26883627. DOI 10.4271/2000-01-0858. Disponible en: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2000-01-0858/?PC=DL2BUY>

OBD II-ELM 327. Protocolo de conexión OBD II, 2017. Disponible en: Protocolos de conexión OBD2 (obd2-elm327.es)

OROZCO, M. Ecopaís es la gasolina con más demanda. EL COMERCIO. (6 de agosto de 2018). [Consulta: 4 de mayo 2021]. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecopaisgasolina-demanda-subsidios-combustibles.html>

Pacheco, M. El consumo de gasolinas bajó por primera vez, en una década. EL COMERCIO. (29 de enero de 2020). [Consulta: 4 de mayo 2021]. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/actualidad/consumo-gasolina-reduccionpetroecuador-demanda.htm>

PAGLIARO, F. Metodología de la Investigación. [en línea] ,2020, no. April. DOI 10.13140/RG.2.2.34361.31843. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/340540450_Metodologia_de_la_Investigacion.

PAVÓN NARVÁEZ, G. ACálculo del rendimiento de baterías en sistemas fotovoltaicos usando criterios de eficiencia energética [en línea], 2018. S.l.: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16329/1/UPS-ST003814.pdf>.

PATEL, A. y DHAKAR, P. CFD Analysis of Air Conditioning in Room Using Ansys Fluent. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, 2018.vol. 5, no. 11, pp. 436-441.

DOI 10.13140/RG.2.2.13462.50249. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/336459195_CFD_Analysis_of_Air_Conditioning_in_Room_Using_Ansys_Fluent

Pineda, R. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ Presentado por [en línea] , 2018. S.l.: Universidad de los Andes. Bogotá DC. Disponible en:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/39487/u821566.pdf?sequence=1>.

RAFAEL-MORALES; et al. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE APLICANDO LA CONDUCCIÓN TÉCNICA: CASO DE ESTUDIO [en línea]. S.l.: s.n. 2009.

[Consulta: 3 mayo 2021]. ISBN 9786079530914. Disponible en: http://somim.org.mx/memorias/memorias2009/pdfs/A5/A5_84.pdf.

RAJPUT, P. & PAREKH, R. “On-Board Diagnostics based remote emission test for Light Motor Vehicles”. Proceedings of CONECCT 2020 - 6th IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies, 2020. DOI 10.1109/CONECCT50063.2020.9198374.

RATH, Vishal;et al. Numerical heat transfer analysis and development of a heat removal system for an unshaded parked car in sunny day: computational fluid dynamics study. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry [en línea], 2020, no. 0123456789. ISSN 15882926. DOI 10.1007/s10973-020-10226-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10226-8>.

RIEVAJ, Vladimir; et al. The impact of air resistance on the fuel consumption in real conditions within the transport operation. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 2016, vol. 18, no. 2, pp. 57-61. ISSN 25857878. Disponible en: <https://komunikacie.uniza.sk/pdfs/csl/2016/02/11.pdf>

ROCHA-HOYOS, Juan; et al. “Study of a gasoline engine in altitude conditions with mixtures containing organic additive in the fuel”. Informacion Tecnologica [en línea], 2018, vol. 29, no. 5,

pp. 325-334. [Consulta: 3 de mayo 2021]. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642018000500325. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/328247758_Estudio_de_un_Motor_a_Gasolina_en_Condiciones_de_Altura_con_Mezclas_de_Aditivo_Organico_en_el_Combustible. Khan, T., & Frey, H. C. Effect of Air-Conditioning on Light Duty Gasoline Vehicles Fuel Economy. Transportation Research Record, (2019). 2673(5), 131-141.

SHETE, K. Influence of Automotive Air Conditioning load on Fuel Economy of IC Engine Vehicles. 2015, vol. 6, no. 8, pp. 1367-1372. Disponible en: <https://www.ijser.org/researchpaper/Influence-of-Automotive-Air-Conditioning-load-on-Fuel-Economy-of-IC-Engine-Vehicles.pdf>

SCANNER AUTOMOTRIZ:INFO. Análisis del ELM327. SCANNER AUTOMOTRIZ.info,2019.SCANNERAUTOMOTRIZ.ORG. Scanner Automotriz ELM 327. scannerautomotriz, 2018.

SUDIN, M; et al. Revisión de la investigación sobre métodos de reducción de la resistencia aerodinámica de los vehículos. Revista internacional de ingeniería mecánica y mecatrónica [online]. 2014 [Consulta: 5 de mayo 2021]. obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/286228642_Review_of_research_on_vehicles_aerodynamic_drag_reduction_methods

SKRUCANY, Tomas; et al. "Design of a daily-user methodology to detect fuel consumption in cars with spark ignition engine. Applied Engineering Letters", 2020, vol. 5no. 3pp. 80-86. ISSN 24664847. DOI 10.18485/aeletters.2020.5.3.2. Disponible en: https://www.academia.edu/44442209/DESIGN_OF_A_DAILY_USER_METHODODOLOGY_TO_DETECT_FUEL_CONSUMPTION_IN_CARS_WITH_SPARK_IGNITION_ENGINE

WALTRICH, M; et al. Simulation-based design and optimization of refrigeration cassettes. Applied Energy [en línea], 2011, vol. 88, no. 12, pp. 4756-4765. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2011.06.020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.020>.

ZARPAN, C. & EDUARDO, J. "EVALUACIÓN DEL AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS DE 1300CC UTILIZANDO R-134a Y R-12 PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE. CHICLAYO, 2017". Universidad Cesar Vallejo [en línea], 2017. S.l.: Universidad Cesar Vallejo. [Consulta: 1 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32405>.

ZHANG, Shaojun; et al. Real-world fuel consumption and CO₂ (carbon dioxide) emissions by driving conditions for light-duty passenger vehicles in China. Energy, 2014, vol. 69, pp. 247-257. ISSN 03605442. DOI 10.1016/j.energy.2014.02.103. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214002503>

ANEXOS

Anexo A: Instalación del tanque cánister en vehículo RIO17B



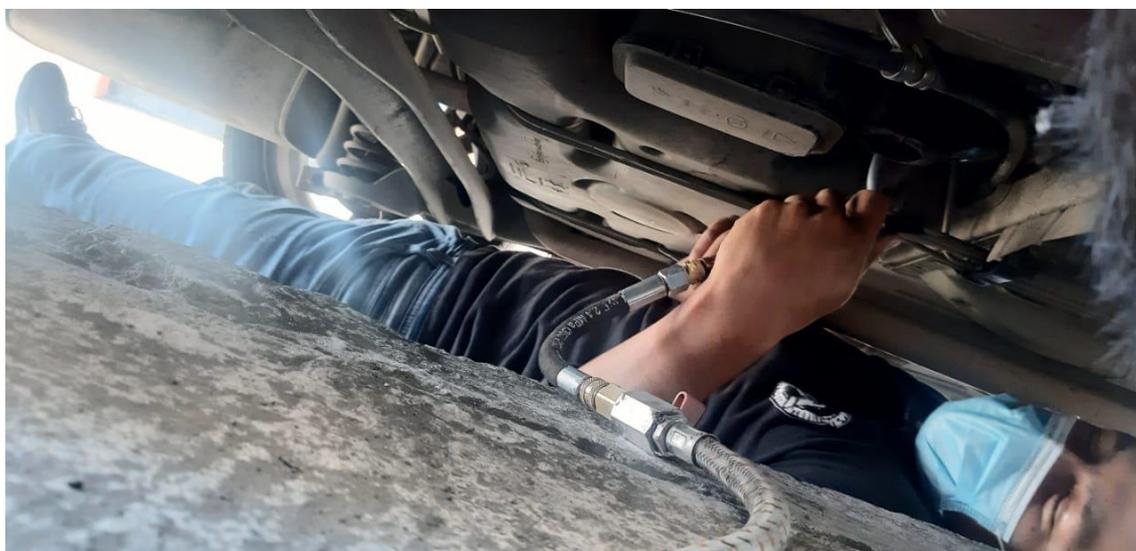
Anexo B: Instalación de filtros de combustible KIA19B



Anexo C: Instalación del tanque cánister en vehículo KIA19B



Anexo D: Instalación del tanque cánister SA17R



Anexo E: Llenado del taque cánister con combustible



Anexo F: Medición de combustible antes de depositarlo al tanque cánister



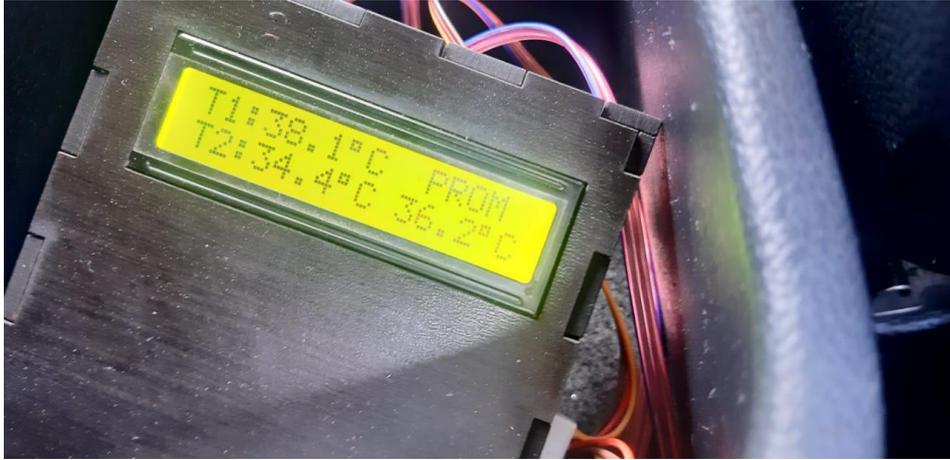
Anexo G: Medición de combustible luego de haber terminado la prueba de ruta



Anexo H: Desconexión entre el tanque cánister y el vehículo SA17R



Anexo I: Comprobación de temperatura dentro del habitáculo



Anexo J: Comprobación de la temperatura de confort dentro del habitáculo



Anexo K: Comprobación de compresión en los cilindros en vehículos de prueba



Anexo L: Comprobación de presión de los neumáticos en vehículos de prueba



Anexo M: Presión del tanque cánister



Anexo N: Toma de datos mediante dispositivo OBD II con la aplicación torque Pro

