



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS LIVIANOS EN RUTA (AMBATO -RIOBAMBA)”

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR:

LIZANDRO OMAR EUGENIO QUINGATUÑA

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE
VEHÍCULOS LIVIANOS EN RUTA (AMBATO -RIOBAMBA)”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: LIZANDRO OMAR EUGENIO QUINGATUÑA

DIRECTOR(A): Ing. JUAN CARLOS ROCHA HOYOS

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Lizandro Omar Eugenio Quingatuña

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

Yo, Lizandro Omar Eugenio Quingatuña, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 08 de diciembre de 2021



Lizandro Omar Eugenio Quingatuña

180436440-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo Trabajo Experimental “**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS LIVIANOS EN RUTA (AMBATO-RIOBAMBA)**”, realizado por el señor: **LIZANDRO OMAR EUGENIO QUINGATUÑA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal 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		2021-12-08
Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2021-12-08
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos MIEMBRO DE TRIBUNAL		2021-12-08

DEDICATORIA

El trabajo de titulación está dedicado de manera especial a mis padres David y Angelita, por su constante sacrificio, pese a inconvenientes y problemas siempre estuvieron firmes, nunca permitieron que me dé por vencido e hicieron posible la culminación de mi formación personal. A mis hermanos por estar siempre brindándome su apoyo de una u otra manera a lo largo de toda mi vida.

Lizandro

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento grande y sincero a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas, a la Facultad de Mecánica, y de manera muy especial a la carrera de Ingeniería Automotriz la cual ha sido como un segundo hogar durante el tiempo que tomo mi formación y maestros por compartir sus conocimientos.

A mi tutor Ing. Juan Carlos Rocha Hoyos por brindarme su colaboración y guiar este proyecto hasta su culminación.

A mis amigos que siempre estuvieron dispuestos a manifestar su apoyo incondicional en momentos difíciles y con los cuales se compartieron grandes e inolvidables momentos gracias por cruzarse en mi camino.

A mi familia de todo corazón gracias, sin ustedes esto no habría sido posible.

Lizandro

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INDICE DE ABREVIACIONES.....	xv
SIMBOLOGÍA.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO.....	4
1.1	Consumo de combustible.....	4
1.2	Combustible.....	4
<i>1.2.1</i>	<i>Gasolina.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Tipos de gasolina distribuidos en ecuador.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.1</i>	<i>Gasolina super.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.2</i>	<i>Gasolina extra (87octanos).....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.3</i>	<i>Gasolina Ecopaís.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.4</i>	<i>Etanol.....</i>	<i>7</i>
1.3	Parámetros Ambientales que Influyen en la Combustión.....	8
<i>1.3.1</i>	<i>Densidad del Aire.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Temperatura.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3</i>	<i>Humedad.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.4</i>	<i>Presión atmosférica.....</i>	<i>8</i>
1.4	Sistema de alimentación por inyección de combustible.....	9
<i>1.4.1</i>	<i>Elementos del Sistema de inyección electrónica.....</i>	<i>9</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Comportamiento del sistema de inyección en pendientes de descenso.....</i>	<i>9</i>
1.5	Aire acondicionado.....	10
<i>1.5.1</i>	<i>Condiciones ambientales que fomentan el uso del aire acondicionado.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Requisitos que debe cumplir un buen sistema de aire acondicionado.....</i>	<i>11</i>

1.5.3	<i>Influencia en el consumo de combustible empleando el aire acondicionado.</i>	11
1.6	Pruebas en ruta	12
1.6.1	<i>Datos GPS.</i>	13
1.7	Vehicle specific power (VSP).	13
1.8	Hipótesis	14
1.8.1	<i>Variable de la hipótesis</i>	14
1.8.1.1	<i>Variable independiente</i>	14
1.8.1.2	<i>Variable dependiente</i>	14

CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1	Tipos de investigación	15
2.1.1	<i>Investigación bibliográfica.</i>	15
2.1.2	<i>Investigación experimental.</i>	15
2.1.3	<i>Investigación exploratoria.</i>	16
2.2	Alcance de la investigación	16
2.3	Selección del vehículo para la investigación.	17
2.3.1	<i>Características principales del vehículo seleccionado.</i>	17
2.3.1.1	<i>Kia Rio sedan 2019</i>	17
2.3.1.2	<i>Sistema de aire acondicionado del Kia Rio.</i>	18
2.4	Parámetros de selección de Ruta.	19
2.4.1	<i>Especificación de los distintos niveles de altura presentes en la ruta.</i>	20
2.5	Selección de Gasolinas disponible para las pruebas.	21
2.6	Materiales y Equipos	22
2.7	Procedimiento para la recolección de datos.	24
2.7.1	<i>Etapa inicial.</i>	26
2.7.2	<i>Etapa de adquisición de datos.</i>	27
2.7.3	<i>Etapa final.</i>	28
2.8	Recolección y procesamiento de datos.	30
2.8.1	<i>Carta de control individuales I-MR (Para datos variables o continuos).</i>	30
2.8.2	<i>Prueba de Duncan.</i>	31
2.8.3	<i>Cálculo de bin VSP</i>	31
2.9	Procedimiento experimental	33

CAPÍTULO III

3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	34
3.1	Preparación del vehículo de pruebas.....	34
3.1.1	<i>Revisión general de niveles de fluidos del vehículo</i>	34
3.1.2	<i>Mantenimiento y puesta a punto de motor.</i>	34
3.1.2.1	<i>Cambio de bujías</i>	35
3.1.2.2	<i>Cambio de filtro de aire.</i>	35
3.1.2.3	<i>Estado de los neumáticos</i>	35
3.1.2.4	<i>Seguridad</i>	36
3.2	Ejecución de pruebas	36
3.2.1	<i>Tabulación de datos del consumo de combustible en la ruta.</i>	36
3.2.1.1	<i>Datos de consumo gasolina Ecopaís.....</i>	39
3.3	Análisis gráfico de consumo de combustible instantáneo en ruta.....	41
3.3.1	<i>Extra tramo 1 Riobamba Ambato.....</i>	41
3.3.1.1	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C OFF</i>	41
3.3.1.2	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C ON</i>	42
3.3.2	<i>Extra tramo 2 Ambato Riobamba.....</i>	43
3.3.2.1	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C OFF</i>	43
3.3.2.2	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C ON</i>	44
3.3.3	<i>Ecopaís tramo 1 Riobamba Ambato</i>	45
3.3.3.1	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C OFF</i>	45
3.3.3.2	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C ON</i>	46
3.3.4	<i>Ecopaís tramo 2 Ambato Riobamba</i>	47
3.3.4.1	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C OFF</i>	47
3.3.4.2	<i>Consumo de combustible instantáneo A/C ON</i>	48
3.4	Comparación gráfica entre VSP, consumo y altura.....	49
3.4.1	<i>Extra tramo 1 Riobamba – Ambato A/C ON.....</i>	49
3.4.1.1	<i>Altura – consumo instantáneo.....</i>	50
3.4.1.2	<i>VSP – Altura.....</i>	50
3.4.2	<i>Extra tramo 2 Ambato - Riobamba A/C ON</i>	51
3.4.2.1	<i>Altura – consumo instantáneo.....</i>	51
3.4.2.2	<i>Vsp – Altura</i>	52
3.4.3	<i>Comparación de gráficas utilizando promedio de datos entre vsp, altura y consumo instantáneo.</i>	53
3.4.3.1	<i>Tramo 1 Riobamba-Ambato.....</i>	53

3.4.3.2	<i>Tramo 2 Ambato – Riobamba</i>	55
3.5	Análisis estadístico	58
3.5.1	Comprobación de datos	58
3.5.1.1	<i>Cartas de control I-MR para combustible extra</i>	58
3.5.1.2	<i>Cartas de control I-MR para combustible Ecopaís.</i>	60
3.5.2	Análisis de la varianza.	61
3.5.2.1	<i>Análisis de consumo de combustible en el tramo 1 (Riobamba-Ambato)</i>	61
3.5.2.2	<i>Análisis de consumo de combustible en el tramo 2 (Ambato-Riobamba)</i>	64
3.5.2.3	<i>Análisis de temperatura de refrigerante.</i>	66
3.5.2.4	<i>Análisis de temperatura ambiente</i>	68
3.5.2.5	<i>Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C OFF</i>	70
3.5.2.6	<i>Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C OFF</i>	71
3.5.2.7	<i>Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C ON</i>	72
3.5.2.8	<i>Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C ON</i>	74
3.5.2.9	<i>Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C OFF</i>	75
3.5.2.10	<i>Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 2 (Ambato /Riobamba) A/C OFF</i>	76
3.5.2.11	<i>Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C ON</i>	78
3.5.2.12	<i>Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C ON</i>	79
3.5.2.13	<i>Análisis de datos de tiempo de viaje tramo Riobamba-Ambato</i>	80
3.5.2.14	<i>Análisis de datos de tiempo de viaje tramo Ambato- Riobamba</i>	82
3.6	Prueba de hipótesis	84
3.6.1	Modelo matemático	84
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Estructura del sector transporte (%)	5
Tabla 1-2:	Marcas más comercializadas en el país.	17
Tabla 2-2:	Kia Rio ficha técnica: detalles y especificaciones.....	18
Tabla 3-2:	Niveles de altura por secciones de ruta.	20
Tabla 4-2:	Producción Nacional de Derivados (cifras en galones) año 2019.	22
Tabla 5-2:	Materiales y Equipos	22
Tabla 6-2:	Tabla para la recolección de datos.....	29
Tabla 1-3:	Características de los neumáticos	35
Tabla 2-3:	Límites de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares.	36
Tabla 3-3:	Datos de consumo de combustible extra reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus.....	37
Tabla 4-3:	Datos de consumo de combustible extra obtenidos con el equipo OBD II	37
Tabla 5-3:	Datos de consumo de combustible extra reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus.....	38
Tabla 6-3:	Datos de consumo de combustible extra obtenidos con el equipo OBD II	38
Tabla 7-3:	Datos de consumo de combustible Ecopaís reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus.....	39
Tabla 8-3:	Datos de consumo de combustible Ecopaís teóricos obtenidos con el equipo OBD II.....	40
Tabla 9-3:	Datos de consumo de combustible Ecopaís reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus.....	40
Tabla 10-3:	Datos de consumo de combustible Ecopaís teóricos obtenidos con el equipo OBD II.....	41
Tabla 11-3:	Muestras del tramo 1	61
Tabla 12-3:	Análisis de la Varianza (SC tipo III)	62
Tabla 13-3:	Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0352 gl: 8.....	62
Tabla 14-3:	Muestras del tramo 2	64
Tabla 15-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	64
Tabla 16-3:	Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0323 gl: 8.....	65
Tabla 17-3:	Análisis de la varianza.....	67
Tabla 18-3:	Test: Duncan Alfa=0,05; Error; 0,0514 gl: 19.....	67
Tabla 19-3:	Análisis de la varianza.....	68
Tabla 20-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	68

Tabla 21-3:	Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 2,4604 gl: 20.....	69
Tabla 22-3:	Análisis de la varianza.....	70
Tabla 23-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	70
Tabla 24-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0218 gl: 4.....	70
Tabla 25-3:	Análisis de la varianza.....	71
Tabla 26-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	71
Tabla 27-3:	Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0122 gl: 4.....	72
Tabla 28-3:	Análisis de la varianza.....	72
Tabla 29-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	73
Tabla 30-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0079 gl: 4.....	73
Tabla 31-3:	Análisis de la varianza.....	74
Tabla 32-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	74
Tabla 33-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0007 gl: 4.....	74
Tabla 34-3:	Análisis de la varianza.....	75
Tabla 35-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	75
Tabla 36-3:	Test:Duncan Alfa=0,05;Error: 0,0557 gl: 4.....	76
Tabla 37-3:	Análisis de la varianza.....	76
Tabla 38-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	77
Tabla 39-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0356 gl: 4.....	77
Tabla 40-3:	Análisis de la varianza.....	78
Tabla 41-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	78
Tabla 42-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0455 gl: 4.....	78
Tabla 43-3:	Análisis de la varianza.....	79
Tabla 44-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	79
Tabla 45-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0965 gl: 4.....	80
Tabla 46-3:	Análisis de la varianza.....	81
Tabla 47-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	81
Tabla 48-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 9,0833 gl: 8.....	81
Tabla 49-3:	Análisis de la varianza.....	82
Tabla 50-3:	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	82
Tabla 51-3:	Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 16,3333 gl: 8.....	83
Tabla 52-3:	Modelado matemático de hipótesis	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Elementos que componen el sistema de inyección electrónica.....	9
Figura 2-1:	Esquema básico de componentes del sistema de aire acondicionado	10
Figura 1-2:	Kia Rio sedan.....	18
Figura 2-2:	Ubicación de las salidas de aire acondicionado en el interior del vehículo	19
Figura 3-2:	Control del sistema de aire acondicionado.	19
Figura 4-2:	Ruta seleccionada para las pruebas Riobamba-Ambato	20
Figura 5-2:	Diagrama de flujo para la toma de datos.....	25
Figura 6-2:	A) Llenado del equipo Jet Clean Plus con probeta graduada de 1000 ml.....	27
Figura 7-2:	A) Punto de partida en Riobamba estación de servicio Terpel.	28
Figura 8-2:	A) Cierre de válvulas al llegar al punto de arribo.	29
Figura 9-2:	Proceso de realización de la investigación.....	33

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Porcentaje de energía que consume un vehículo convencional.....	12
Gráfico 1-2:	Representación de la Altura vs Localidad	21
Gráfico 2-2:	Ejemplo de gráfica I – MR	31
Gráfico 1-3:	Consumo de combustible extra A/C off en los 3 ciclos Riobamba-Ambato.....	42
Gráfico 2-3:	Consumo de combustible extra A/C on en los 3 ciclos Riobamba-Ambato.....	43
Gráfico 3-3:	Consumo de combustible extra A/C OFF en los 3 ciclos Ambato-Riobamba. ..	44
Gráfico 4-3:	Consumo de combustible extra A/C ON en los 3 ciclos Ambato-Riobamba....	44
Gráfico 5-3:	Consumo de combustible Ecopaís A/C off en los 3 ciclos Riobamba- Ambato.	46
Gráfico 6-3:	Consumo de combustible Ecopaís A/C off en los 3 ciclos Riobamba- Ambato.	47
Gráfico 7-3:	Consumo de combustible Ecopaís A/C off en los 3 ciclos Ambato- Riobamba.	48
Gráfico 8-3:	Consumo de combustible Ecopaís A/C on en los 3 ciclos Ambato- Riobamba.	49
Gráfico 9-3:	Altura vs Consumo en ruta A/C off en el ciclo 1 (Riobamba-Ambato).....	50
Gráfico 10-3:	Altura vs VSP en el tramo 1 (Riobamba-Ambato).....	51
Gráfico 11-3:	Altura vs Consumo en ruta tramo 2 (Ambato-Riobamba)	52
Gráfico 12-3:	VSP vs Consumo de combustible A/C off en el ciclo 1 (Ambato-Riobamba).	52
Gráfico 13-3:	Altura vs Consumo en ruta tramo 1 (Riobamba-Ambato)	54
Gráfico 14-3:	Altura vs VSP tramo 1 (Riobamba-Ambato)	55
Gráfico 15-3:	Altura vs Consumo en ruta tramo 2 (Ambato-Riobamba)	56
Gráfico 16-3:	Altura vs VSP tramo 2 (Ambato-Riobamba)	57
Gráfico 17-3:	Carta I-MR del volumen real de combustible extra consumido A/C on	59
Gráfico 18-3:	Carta I-MR del volumen real de combustible extra consumido A/C off.....	59
Gráfico 19-3:	Carta I-MR del volumen real de combustible Ecopaís consumido A/C ON....	60
Gráfico 20-3:	Carta I-MR del volumen real de combustible Ecopaís consumido A/C off.	61
Gráfico 21-3:	Representación de los resultados de la tabla 13-4.	62
Gráfico 22-3:	Representación de los resultados de la tabla 16-4.	65
Gráfico 23-3:	Representación de los resultados de la tabla 21-4.	68
Gráfico 24-3:	Representación de los resultados de la tabla 21-4.	69
Gráfico 25-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1	71
Gráfico 26-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2	72
Gráfico 27-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1	73
Gráfico 28-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2	75
Gráfico 29-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1	76
Gráfico 30-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2	77

Gráfico 31-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1	79
Gráfico 32-3:	Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2	80
Gráfico 33-3:	Tiempo vs. Estado de combustible tramo 1 (Riobamba-Ambato)	82
Gráfico 34-3:	Tiempo vs. Estado de combustible tramo 2 (Ambato -Riobamba)	83

INDICE DE ABREVIACIONES

GLP	Gas Licuado de petróleo.
PGE	Presupuesto General del Estado.
AEADE	Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador.
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
NAO	Nafta de Alto Octanaje.
MCI	Motor de Combustión Interna.
ECU	Unidad de Control del Motor.
A/C	Aire Acondicionado.
OBD	Diagnostico a Bordo.
GPS	
VSP	Potencia específica del vehículo.
ADEVA	Análisis de Varianza.

SIMBOLOGÍA

VSP	Potencia específica del vehículo.	(kW/ton).
V	Velocidad del vehículo	m/s
a	Aceleración del vehículo	m/s ²
r	Grado de la carretera, (pendiente)	
h ₀	Altura con respecto al nivel del mar instantes inmediatos a la medición.	m
h _f	Altura con respecto al nivel del mar una fracción de tiempo después de la medición.	m
V _m	Velocidad media	m/s
I-MR	Observaciones individuales y rangos móviles	
SC	Suma de cuadrados	
CM	Cuadrados medios	
α	Nivel de confianza	
CV	Coefficiente de variación	
EE	Error equivalente	
n	Cantidad de lecturas	
F	Valor estadístico	
p-valor	Probabilidad que H ₀ sea nula	

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REQUISITOS DE LA GASOLINA SUPER (92 OCTANOS) SEGÚN LA NORMA NTE INEN

ANEXO B: REQUISITOS DE LA GASOLINA SUPER (92 OCTANOS) SEGÚN LA NORMA NTE INEN

ANEXO C: ESPECIFICACIÓN DE NEUMÁTICOS.

ANEXO D: TABLAS DE REGISTRO DE DATOS COMBUSTIBLE EXTRA

ANEXO E: TABLAS DE REGISTRO DE DATOS COMBUSTIBLE ECOPAÍS

ANEXO F: FOTOGRAFIAS.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar la cantidad de combustible requerido para cubrir la ruta Riobamba-Ambato y de retorno en un automóvil, la importancia del estudio radicó en la falta de información concerniente al tema propuesto. La parte experimental inició por la selección adecuada tanto del vehículo como del tipo de combustible, para lo cual se recurrió a informes presentados por la AEADE y Petroecuador en año 2019, una vez seleccionados estos parámetros de estudio se sometieron a pruebas de conducción en ruta bajo dos variables denominadas A/C ON y A/C OFF esto dependiendo del estado de accionamiento del aire acondicionado, puesto que no existe una normativa que regularice la toma de muestras de combustible en ruta, se utilizaron las normas de seguridad vial impuestas por la ANT, para la recolección de datos se utilizan dos métodos: el volumen obtenido por el equipo Jet clean plus y por el puerto OBD-II, estos se obtuvieron con la aplicación móvil OBD Fusión. Para validar el ensayo se utilizó un análisis de comparación múltiple mediante la prueba de ADEVA en los datos de consumo en cada tramo, obteniendo en ambos casos una probabilidad inferior a 0.005 con lo cual se invalida la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Además, en el presente estudio se añadieron los cálculos de VSP el cual está ligado al consumo de combustible, con el cual se compara y estudia su comportamiento. Se concluye que la gasolina que presenta un menor consumo es el de tipo extra en estado A/C ON con un consumo promedio de 1,83 y 2.06 litros para el tramo 1 y para el tramo 2 respectivamente. Se recomienda realizar más estudios de este tipo en esta ruta con vehículos del 2019 en adelante para reforzar la información captada.

Palabras clave: <AIRE ACONDICIONADO> <AUTOMÓVIL> <CONSUMO DE COMBUSTIBLE> <ESTADÍSTICA> <On board diagnostics (OBD-II)>.

0886-DBRA-UPT-2022



SUMMARY

The objective of this research work was to analyze the amount of fuel required to cover the Riobamba-Ambato route and return in a car. The importance of the study is in the lack of information concerning the proposed topic. The experimental part began with the proper vehicle selection and the fuel type, for which reports submitted by the AEADE and Petroecuador in 2019 were used. Once these study parameters were selected, they were subjected to road driving tests. Under two variables called A/C ON and A/C OFF, this depends on the activation status of the air conditioning. Since there is no regulation that regularizes the taking of fuel samples en route, the road safety regulations imposed by the ANT were used; for data collection, two methods are used: the volume obtained by the Jet clean plus equipment and by the OBD-II port, these were obtained using the OBD fusion mobile app. In order to validate the test, a multiple comparison analysis was employed using the ADEVA test on the consumption data in each section, obtaining in both cases a probability of less than 0.005, which invalidates the null hypothesis and accepts the alternative. In addition, in the present study, the VSP calculations were added, which are linked to fuel consumption, with which its behavior is compared and studied. It is concluded that the gasoline with the lowest consumption is the extra type in the A/C ON state, with an average consumption of 1.83 and 2.06 liters for section 1 and section 2, respectively. It is recommended to carry out more studies of this type on this route with vehicles from 2019 onwards to reinforce the information collected

Keywords: <AIR CONDITIONING> <AUTOMOBILE> <FUEL CONSUMPTION>
<STATICS> <On board diagnostics (OBD-II)>



Lcda. Sandra Leticia Guijarro P. Mgs

C.I: 0603366113

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El 82% de la matriz energética del Ecuador se soporta en el consumo de derivados de petróleo, como diésel, gasolina y GLP. Sin embargo, Ecuador figura internacionalmente como uno de los países con mayores subsidios a los combustibles, consignando mayor porcentaje a estos subsidios que a educación y salud. El subsidio a los combustibles en Ecuador, demanda al año más de 3 mil millones de dólares, equivalentes al 17% del presupuesto general del estado (PGE) (Rivera, 2018).

Este tipo de energía obtenida a base de combustibles fósiles es un recurso no renovable, razón por la cual se hace indispensable obtener una base de datos tomada en tiempo real de vehículos en ruta que faciliten la toma de decisiones futuras que ayuden a reducir el consumo de combustible en general (Doulgeris et al., 2020).

Una de las consecuencias de los subsidios de combustibles, es que ha contribuido directamente con el crecimiento del parque automotor y el uso creciente del vehículo, aumentando así el consumo energía proveniente de hidrocarburos (Alvarado Miguel, 2020).

Según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), a nivel nacional se registra un crecimiento del parque automotor de una manera constante de los cuales el 87% pertenece a una categoría de vehículos livianos en donde esta subdivido en: automóviles, suv, y camionetas, el 13% restante corresponde a una categoría de vehículos comerciales, es decir: buses, camiones y furgonetas; se excluye de las estadísticas los vehículos con capacidad de carga de 3,5 toneladas. Todo esto repercute en el transito cotidiano creando congestión tanto en zonas urbanas como rurales incrementando el consumo de combustible y los niveles de contaminación. De estas cifras mencionadas tan solo el 1% del total de ventas que se produjeron en este período se atribuye a vehículos híbridos y eléctricos (AEADE, 2020).

En cuanto a marcas y modelos los dos tipos de vehículos más comercializado en el Ecuador según la AEADE es la marca Chevrolet que cuenta con modelos Spark, Aveo y Sail, mientras que en la marca Kia los modelos Rio y Picanto (EADE, 2020).

Los combustibles comercializados en el Ecuador son: Super, Extra y Ecopaís, que son utilizados para motores de combustión interna a gasolina, cada una con sus propios costos y características. La gasolina con más demanda durante el año 2019 en Ecuador fue la Ecopaís, que se distribuye

en la región Costa y en las provincias de Azuay, Cañar, Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Loja (PETROECUADOR, 2020).

La gasolina super a partir de septiembre de 2018 se elevó de 90 a 92 octanos y actualmente tiene un costo de 2.27 dólares por galón, mientras que la gasolina de tipo extra se encuentra entre 85 y 87 octanos con un costo 1.75 dólares por galón finalmente la gasolina de tipo ecopaís contiene 5% de etanol y 95% de gasolina base posee las mismas características y costo de la gasolina extra (PETROECUADOR, 2019).

Para la investigación se seleccionan los combustibles extra y ecopaís, ya que la de tipo extra encuentra en todos los puntos de venta a nivel nacional y específicamente en toda la ruta en la que se desarrollará el estudio, la de tipo ecopaís actualmente no se encuentra en la región sierra, pero fue una de las más vendidas en el año 2019 en las zonas donde se comercializa razón por la cual no se descarta la idea que muy pronto cubra todo el territorio nacional. (PETROECUADOR, 2020).

Planteamiento del Problema

La evaluación de consumo de combustible en vehículos livianos en ruta es un área inexplorada a la que se le ha restado importancia, por tal razón existe muy poca información relacionada. No existen datos tomados en tiempo real en esta ruta específica con respecto al consumo de combustible ecopaís, los estudios relacionados a la problemática mencionada se realizan con respecto al combustible tipo extra y super.

El uso del aire acondicionado en la región Sierra del país se ha generalizado mucho últimamente debido al cambio climático, las temperaturas en un día soleado son muy elevadas lo que conlleva que el conductor haga uso de este sistema, pero no se considera el comportamiento y la variación del consumo de combustible que esto genera. Por lo tanto, se hace indispensable determinar el comportamiento del flujo de combustible que el motor requiere para circular.

Justificación

El consumo de combustible en nuestro país es un tema que pasa desapercibido, no existe un registro previo, que indique exactamente cuánto combustible en promedio se utiliza en recorrer cierto tramo y el tiempo que esto conlleva. Por esta razón es importante realizar una recolección de datos en tiempo real y presentarlos para que los conductores se guíen y traten de usar más conscientemente el combustible.

El comportamiento del combustible en una ruta real con el aire acondicionado activado y con velocidades superiores a las permitidas en la zona urbana, es un estudio que no se ha realizado hasta el momento, se conoce su comportamiento por pruebas realizadas en simuladores o bancos de pruebas y en su gran mayoría en estado de ralentí donde la carga que genera este dispositivo de confort es mucho mayor y el consumo de combustible se incrementa hasta un 13% (Khan & Frey, 2019), similares resultados se presentan a los realizados en la zona urbana de las ciudades donde la velocidad máxima de circulación en nuestro país es de 50 km/h las mismas que son difíciles de alcanzar debido a la gran cantidad de automóviles que se encuentran en circulación.

La ruta seleccionada proporciona una gran variedad de datos ya que se encuentra en una zona geográfica diversa proporcionando distintos niveles de altura que van desde los 2850 hasta los 3630 m.s.n.m en los cuales se analizarán los datos para determinar cómo afectan estas alturas al consumo.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la cantidad de combustible (gasolina extra y ecopaís) que consume un vehículo liviano en la ruta Riobamba – Ambato y viceversa.

Objetivos específicos

- Seleccionar el vehículo y el combustible en base a estadísticas confiables que permita realizar las distintas pruebas para generar la base de datos.
- Recolectar datos de consumo de combustible en vehículos livianos en tiempo real, con la ayuda del equipo Jet Clean Plus de Liqui Moly de tal modo que la información obtenida sea confiable.
- Proporcionar información confiable para futuros estudios relacionados al consumo de combustible.
- Evaluar el consumo de los combustibles seleccionados con el vehículo circulando con aire acondicionado y sin aire acondicionado durante toda la ruta.
- Comparar los niveles de consumo entre los dos combustibles estudiados.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Consumo de combustible

El consumo de combustible generalmente se expresa en litros por cada 100 kilómetros. Esta nomenclatura indica la cantidad o volumen de combustible que se requieren para que un vehículo recorra 100 km (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2006).

Existen varios factores que inciden en un mayor o menor consumo entre estos encontramos la cilindrada de motor, la manera de conducir, la forma de la carrocería y las condiciones ambientales.

En los motores de combustión interna que existen actualmente requieren de una mezcla de aire/combustible y una chispa eléctrica generada por la bobina y llevada a través de la bujía al interior del cilindro, estos elementos provocan una reacción química que transforma la energía química en energía mecánica pero solo se aprovecha el equivalente de un 20 al 30% del total de energía proporcionada. La cantidad restante energía se desperdicia en forma de calor a través de los gases de escape y el radiador (Payri & Desantes, 2011).

1.2 Combustible

Los más conocidos a nivel internacional son el diésel y la gasolina también denominados combustibles fósiles ya que provienen de la descomposición anaeróbica de restos de flora y fauna, este proceso de transformación se realizó durante millones de años sometido a gran presión y drásticos cambios climáticos para finalmente formar el petróleo materia prima utilizada para la obtención de hidrocarburos (Keyhani, 2011).

Estos hidrocarburos poseen las características de ser volátiles y muy inflamables ya que se conforman de moléculas de 4 a 10 carbonos para su obtención son necesarias temperaturas de entre 30 y 200 °C, el combustible resultante es ideal para alimentar motores de 4 tiempos independientemente si funcionan a carburador o a inyección electrónica (Keyhani, 2011).

Los combustibles se pueden presentar en estado sólido, líquido o gaseoso obtenido de forma natural o artificial, que al mezclarse con el oxígeno produce una reacción térmica (Cantos & Toledo, 2015).

1.2.1 Gasolina

Es un tipo de combustible en estado líquido, libre de agua, sedimento y material sólido en suspensión utilizado por motores de combustión interna encendido por chispa y se obtiene por el método de destilación fraccionaria de la materia prima en este caso el petróleo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2003).

Las características principales que la gasolina debe cumplir para un desempeño óptimo incluyen: la densidad, la presión de vapor, la curva de destilación, el índice de octanos y el contenido de ciertos compuestos como benceno, aromáticos totales, olefinas, compuestos oxigenados y sulfurados (Boluada Carlos, Macías Mariana, 2019).

Según el informe presentado por el ministerio de energía y recursos no renovables la gasolina y el diésel ocupan un alto porcentaje de consumo para obtener energía en distintos sectores del país, notándose su porcentaje más alto en transporte.

Tabla 1-1: Estructura del sector transporte (%)

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ELECTRICIDAD	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
GAS LICUADO	0,0	0,3	0,3	0,2	0,24	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
GASOLINAS	38,4	38,8	45,6	45,6	46,2	45,5	44,5	46,4	46,4	45,5	45,6
JET FUEL	4,0	4,6	4,6	4,6	3,2	3,2	3,0	2,9	1,7	1,4	1,4
DIÉSEL OIL	57,5	56,2	49,3	49,4	50,1	50,9	52,0	50,3	51,7	52,8	52,7
FUEL OIL	-	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
NO ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2018)

1.2.2 Tipos de gasolina distribuidos en Ecuador.

Actualmente en Ecuador se distribuyen tres tipos de gasolina con características, calidad y precios variados entre los cuales podemos encontrar:

1.2.2.1 Gasolina super

Es la gasolina de mayor octanaje y precio de un color característico amarillento, que se puede encontrar en todos los puntos de venta de combustible en el país, posee 92 octanos y con un valor

comercial elevado en comparación a los otros combustibles que se comercializan, su valor es de 2.27 dólares por galón, razón por la cual es la que se consume en menor cantidad a nivel nacional.

Para su obtención durante el proceso de destilación se debe alcanzar un punto máximo de ebullición de 200 °C.

Los principales consumidores de este tipo de combustible son vehículos de alta gama y de competición ya que se aprovecha de manera más eficiente en los motores de alta relación de compresión, ya que al tratar de utilizar el combustible más económico los motores tienden a presentar un desempeño pobre y frecuentes cascabeleos cuyo ralentí es inestable sin mencionar que los periodos de mantenimientos se acortaran y sus costos se incrementarían.

La gasolina Súper alcanzó un despacho total de 113'735.466 galones, lo que representó el 9% del consumo en todo el país (PETROECUADOR, 2020).

Los requisitos de la Gasolina Super (92 octanos) según la norma NTE INEN 935 se muestran en el anexo A.

1.2.2.2 Gasolina extra (87octanos)

Este tipo de combustible se utiliza en casi todos los vehículos de circulación nacional debido a que no poseen motores de combustión interna encendido por chispa con una relación de compresión moderada.

La gasolina extra es una mezcla de muchos hidrocarburos diferentes entre 200 a 300 para su obtención debe pasar por diferentes procesos como la refinación, ruptura catalítica y térmica y destilación atmosférica.

Un aspecto importante para su obtención se presenta durante el proceso de destilación se debe alcanzar un punto máximo de ebullición de 210 °C (Encalada & Ñauta, 2010).

En el Ecuador esta gasolina se comercializa con un valor de 1.75 dólares por galón y posee un color característico de color verde.

La gasolina Extra, que se comercializa en la zona norte del país, registró la comercialización de 541'780.698 galones, cubriendo una demanda del 43% (PETROECUADOR, 2020).

Los requisitos de la Gasolina extra (87 octanos) según la norma NTE INEN 935 se muestran en el anexo B.

1.2.2.3 Gasolina Ecopaís

Para obtener este combustible se mezcla naftas de alto y bajo octano con etanol proveniente de la caña de azúcar, cuya composición consta de 95% de gasolina extra 5% de etanol logrando cumplir con éxito los requisitos de calidad que exige la norma INEN 935, la cual es la entidad encargada de regular la calidad de los combustibles. Este combustible posee las mismas características y estándares de calidad de la gasolina extra, pero posee un componente renovable en su composición (PETROECUADOR, 2018).

“La gasolina Ecopaís, inicio como un proyecto en el año 2010 en la ciudad de Guayaquil actualmente se distribuye en la región Costa y en provincias como Azuay, Cañar, Morona Santiago, Zamora Chinchipe y Loja, fue la que más demanda tuvo, donde se contabilizó un despacho de 602'619.571 galones, representando el 48% del consumo nacional” (PETROECUADOR, 2020).

El consumo de este tipo de combustible no solo ayuda a reducir las emisiones contaminantes del medio ambiente, si no que simultáneamente el sector agricultor de caña de azúcar y productores de etanol se ven beneficiados económicamente, además de reducir la salida de divisas ya que las importaciones de nafta de alto octano (NAO) se reducen.

1.2.2.4 Etanol

Es un alcohol primario que contiene 2 átomos de carbono, de fórmula química C_2H_5OH , para la obtención del etanol se puede dar mediante la hidratación de etileno empleando ácido sulfúrico como un acelerador químico, otro proceso alternativo es aquel que se obtiene mediante compuestos orgánicos de origen vegetal.

El etanol más utilizado por las refinerías en el Ecuador para obtener la gasolina ecopaís es de grado carburante o desnaturalizado mismo que cumple con los parámetros de calidad establecidos en la norma NTE INEN 2478:2009, entre los principales componentes del etanol que ayudan a cumplir con lo estipulado en la norma se pueden mencionar el metanol, isopropanol y benceno los cuales convierten a este alcohol en un compuesto tóxico (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009).

Este tipo de alcohol es el más recomendado por el fabricante de vehículos Chevrolet en su manual del usuario para la utilización de biocombustibles en el sistema de alimentación de sus vehículos en la zona de Latinoamérica.

1.3 Parámetros Ambientales que Influyen en la Combustión

Según (Cantos & Toledo, 2015), es importante conocer algunos parámetros ambientales para el correcto funcionamiento de un motor de combustión interna (MCI) los mismos que influyen directamente en el comportamiento, entre los cuales se mencionan a continuación:

1.3.1 Densidad del Aire

La densidad está relacionada directamente con la cantidad de oxígeno presente en el aire, dicho valor cambia y es dependiente de factores como la temperatura, altitud y otras condiciones atmosféricas. Además, se sabe también que a mayor altura en referencia al nivel del mar se tiene menor presencia de oxígeno contenida en el aire, es decir una densidad baja, dando como efecto una mezcla rica (aire – combustible) en el funcionamiento de un motor de combustión interna (Cantos & Toledo, 2015).

1.3.2 Temperatura

La temperatura es un factor que incide en la densidad, se tiene que a mayor temperatura menor será la densidad y viceversa, a su vez, también la temperatura juega un papel importante en el proceso de la combustión, puesto que durante la fase de admisión de la mezcla aire – combustible variará en el volumen de llenado del cilindro debido a la variación de la densidad (Cantos & Toledo, 2015).

1.3.3 Humedad

La humedad del ambiente se relaciona de manera inversa con el octanaje, y esta se relaciona directamente con la calidad de mezcla y la capacidad de que esta sea comprimida para cumplir el propósito de la combustión, tomando en cuenta que a mayor humedad el octanaje disminuye (Cantos & Toledo, 2015).

1.3.4 Presión atmosférica

La presión atmosférica está en función de la altura con respecto al nivel del mar, y este se liga directamente con el proceso de combustión, y a su vez, con el sistema de distribución del motor de combustión interna, que se encarga de que el funcionamiento sea óptimo ante la variación de altitud tomando en consideración que a mayor altura la densidad del aire será menor, así mismo la presión de combustión disminuye (Cantos & Toledo, 2015).

1.4 Sistema de alimentación por inyección de combustible

En la búsqueda de cumplir con las actuales exigencias de rendimiento de un motor, restringir los niveles de contaminación, mejorar la entrega de potencia y disminuir el consumo de combustible se ha optado por agregar control electrónico (ECU) en los sistemas de alimentación y encendido del vehículo, de esta forma se logra una dosificación óptima de mezcla aire combustible y los ciclos de encendido son más precisos (Pardiñas & Feijó, 2018).

La cantidad y velocidad de transmisión de gran cantidad de datos que se pueden recolectar y enviar gracias a la integración de la electrónica, hacen que la dosificación de combustible se adapte fácilmente al caudal que requiera el motor en cualquier situación que se presente.

1.4.1 Elementos del Sistema de inyección electrónica.

Entre los principales sensores y actuadores necesarios para un óptimo funcionamiento de un motor equipado con sistema de inyección electrónico encontramos:

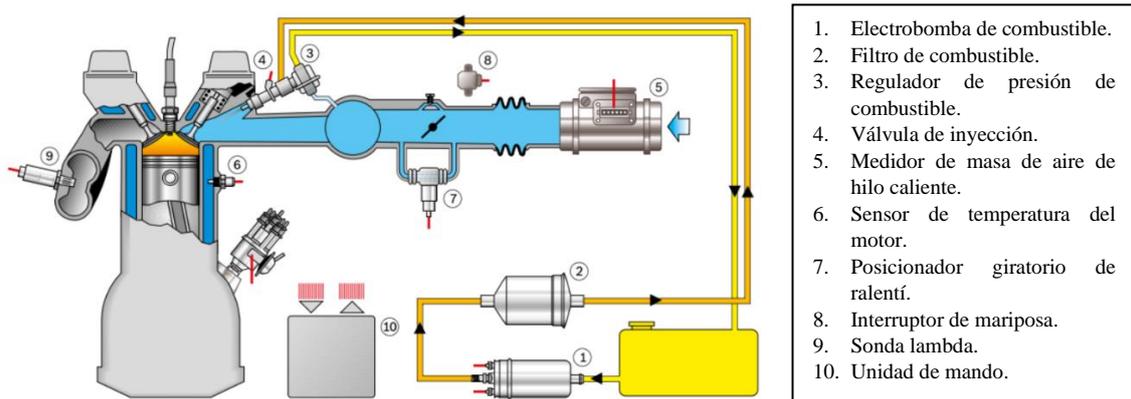


Figura 1-1: Elementos que componen el sistema de inyección electrónica

Fuente:(Bosh, 2010)

1.4.2 Comportamiento del sistema de inyección en pendientes de descenso.

En los vehículos cuyo pulso de inyección de combustible está gobernado por una unidad de control del motor (ECU), se genera un corte de combustible cuando se suelta el pedal del acelerador mientras se conduce, este corte se activa a partir de las 1200 o más rpm.

Con esto se busca reducir el consumo de combustible y volver más eficiente al vehículo mientras circula por una pendiente de descenso mientras el automóvil se desplaza por inercia (Choi et al., 2013).

De acuerdo al estudio realizado por (Ko et al., 2010), en el cual se realizaron varias pruebas de descenso utilizando el corte de inyección obteniendo como resultado un ahorro de combustible del 4%, además estableció que se puede obtener una mayor distancia de corte de inyección al mantener una velocidad constante mientras se realiza el descenso de una pendiente pronunciada.

1.5 Aire acondicionado

La principal función del sistema de aire acondicionado es mantener en un rango de temperatura en la que los ocupantes del habitáculo se sientan cómodos, los niveles de temperatura óptima para obtener una sensación de bienestar en el interior de la cabina oscilan entre los 21 y 24 °C en cuanto a los niveles de humedad relativa están en un rango entre el 40 y el 70%, si los valores son superiores o inferiores a los recomendados la sensación de bienestar desaparece dando lugar a otras sensaciones como calor, frío, angustia, desesperación e incluso somnolencia entre otras.

Los sistemas conocidos como de ciclo continuo son los más utilizados actualmente por la mayoría de fabricantes de automóviles, este sistema emplea un fluido que es puesto en circulación y sometido a condensaciones y vaporizaciones, producto de estos cambios de estado en la materia se producen intercambios de calor para conseguir un ambiente agradable, sin importar la temperatura exterior (González, 2006).

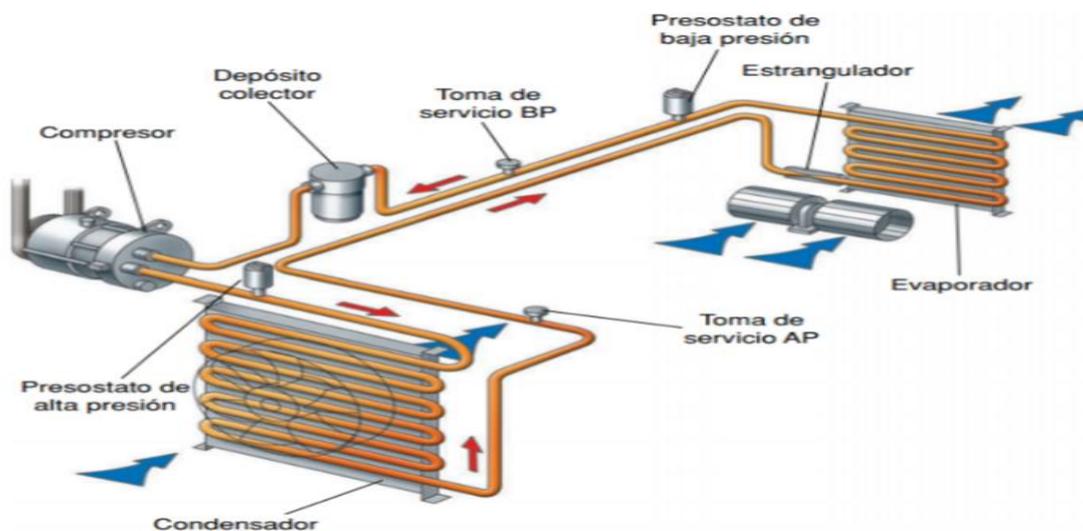


Figura 2-1: Esquema básico de componentes del sistema de aire acondicionado

Fuente: (González, 2006)

1.5.1 Condiciones ambientales que fomentan el uso del aire acondicionado.

Entre las principales condiciones que afectan la temperatura en la cabina del vehículo y que fomentan el cambio de temperatura mediante el uso del sistema de aire acondicionado podemos mencionar:

- “La radiación del Sol”.
- “El calor proveniente del motor”.
- “El calor irradiado por el terreno por el que circula el vehículo”.
- “El calor que emanan los cuerpos de los pasajeros” (González, 2006).

1.5.2 Requisitos que debe cumplir un buen sistema de aire acondicionado

- “Conseguir, en el menor tiempo posible, una temperatura confortable y constante y mantenerla en el interior del vehículo”.
- “Ofrecer la posibilidad de seleccionar, con un margen suficiente de temperatura, el valor necesario para garantizar el confort, en función de la fisiología del conductor y de las condiciones atmosféricas externas”.
- “Mantener el justo grado de humedad en el habitáculo”.
- “Evitar la formación de condensaciones en el parabrisas” (González, 2006).

1.5.3 Influencia en el consumo de combustible empleando el aire acondicionado.

El precio de la comodidad que proporciona este sistema de confort se traduce en un incremento en el consumo de combustible, ya que para su accionamiento utiliza el movimiento del motor, para lograrlo tanto la polea del compresor del A/C como la polea del cigüeñal están unidas por una correa lo que genera una carga extra, el compresor puede agregar un rango de 5 – 6 kW de carga de potencia en el motor por ende la capacidad de enfriamiento está restringida a la velocidad del motor y a su vez ligada a las rpm del motor (Shete, 2015).

En la figura 3-2 se observa el porcentaje de energía que consume cada elemento que posee un vehículo de uso personal, sin la activación del aire acondicionado el porcentaje de energía utilizado proporcionado por el combustible es muy bajo apenas de 2,8 % pero al activarse se nota un incremento significativo llegando a la cantidad del 10%, se observa una diferencia de 7.2%, para compensar esta carga y que el vehículo no pierda potencia la unidad de control electrónico (ECU) evalúa, calcula y envía la señal de activación al inyector para que este se mantenga abierto más tiempo, cuando esto sucede el cambio en el rendimiento del combustible es notorio.

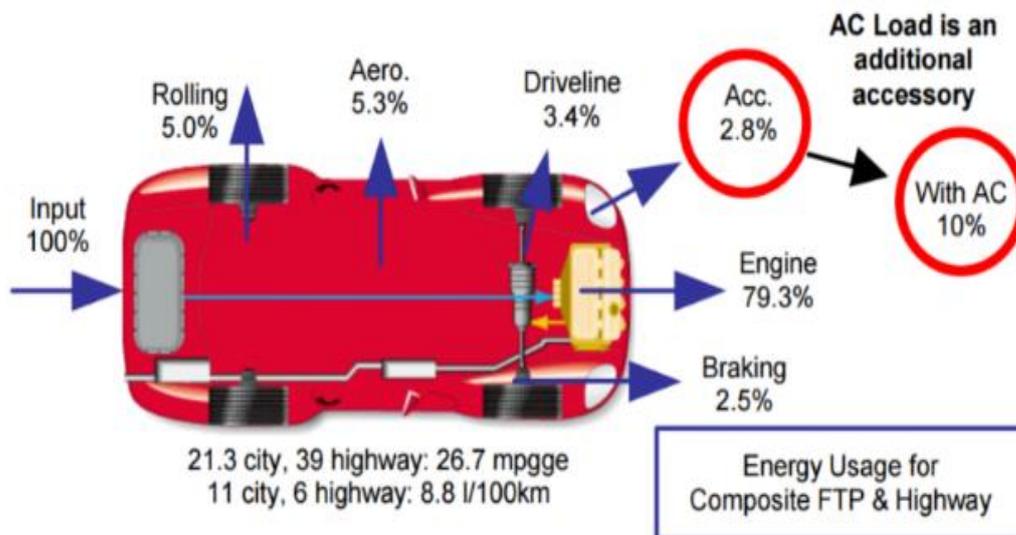


Gráfico 1-1: Porcentaje de energía que consume un vehículo convencional.

Fuente: (Shete, 2015)

De acuerdo a estudios realizados previamente se determinó que el sistema de aire acondicionado con compresor mecánico es más eficiente a bajas rpm, en condiciones de motor en ralentí y en circulación por vías urbanas, mientras que por el contrario a altas rpm en condiciones de circulación por autopista resulta ineficiente (Shete, 2015).

1.6 Pruebas en ruta

Las pruebas en ruta son muy importantes cuando se busca precisión en la obtención de datos de consumo de combustible ya que son capaces de cubrir todas las condiciones que se puedan presentar y afectar al consumo de combustible por parte del motor del vehículo.

El mismo vehículo proporciona datos en tiempo real que pueden ser utilizados para estudios de consumo, estos datos se pueden obtener gracias al puerto de comunicación OBD (Gilman et al., 2011).

Debido a que la toma de muestras en un laboratorio con la ayuda de un dinamómetro no es eficiente ya que muchas variables son excluidas, la comisión europea impuso el reglamento EU 2017/1151 para la homologación de vehículos livianos, en la cual se indica que los fabricantes de los mismos realicen pruebas en ruta de consumo de combustible y emisiones contaminantes y estos datos sean los que se publiquen en la ficha técnica de información de las características del automotor (Doulgeris et al., 2020).

Los datos del vehículo que se pueden obtener en tiempo real gracias al puerto OBD-II son los siguientes:

- Velocidad del motor (RPM)
- Velocidad del vehículo
- Temperatura y presión del aire de admisión.
- Estado de carga de la batería
- Tiempo de viaje
- Consumo de combustible en el viaje
- Temperatura del refrigerante, entre otros (Doulgeris et al., 2020).

1.6.1 Datos GPS.

Se ha demostrado que los vehículos de sonda con equipo GPS son una de las herramientas más eficientes para recopilación de información de tráfico, ya que proporcionan información espacio-temporal con alta precisión y fiabilidad a bajo coste. Por lo tanto, los datos de GPS se utilizan a menudo al analizar el comportamiento de los viajeros y los patrones de tráfico porque existen muchos datos. Los datos de GPS contienen la posición de latitud y longitud de un vehículo, la velocidad y la dirección con cierta frecuencia. Las coordenadas se pueden hacer coincidir con los segmentos de la carretera en un mapa digital mediante el uso de la tecnología de correspondencia de mapas (Zeng et al., 2015).

1.7 Vehicle specific power (VSP).

Es un método alternativo al análisis por ciclo de conducción, el cual no proporciona una exactitud en la estimación de emisiones y consumo de combustible, al utilizar el método de potencia específica lo que busca es cuantificar la carga del motor en función de la velocidad, la aceleración y la pendiente, y es un predictor mucho más preciso ya que utiliza los datos proporcionados por el conector OBD II en tiempo real segundo a segundo mientras el vehículo se desplaza por la ruta seleccionada.

El método VSP toma en cuenta los cambios en los parámetros de la energía cinética, energía potencial, la resistencia a la rodadura y la resistencia aerodinámica. La unidad con la que se presentan los valores de VSP es kW/Ton, con lo cual se puede deducir que es la potencia por unidad de peso involucrada en el movimiento del vehículo. Al poseer una unidad de medida básica se convierte en una ventaja ya que facilita la comparación de datos de distintos lugares de una forma más efectiva (Hu & Christopher Frey, 2017).

1.8 Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): Las condiciones de uso del aire acondicionado (A/C ON y A/C OFF), la altitud y tipo de combustible no influyen en el consumo de combustible en ruta.

Hipótesis alternativa (H_1): Las condiciones de uso del aire acondicionado (A/C ON y A/C OFF), la altitud, factores ambientales y tipo de combustible influyen en el consumo de combustible en ruta.

1.8.1 Variable de la hipótesis

1.8.1.1 Variable independiente

El tipo de combustible, la altitud, factores ambientales y condiciones de uso de aire acondicionado.

1.8.1.2 Variable dependiente

El consumo de combustible en ruta.

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

Según (Lerma, 2009) define a la metodología como *“El instrumento para obtener información sobre la realidad, es el vehículo para recorrer el camino del método científico y el saber sobre el camino para llegar a algo. Es un conjunto de saberes, de técnicas y aproximaciones que tienen su vigencia ortopédica, su sentido de ayuda.”*

Empleando esta metodología se busca responder a las incógnitas planteadas en la investigación haciendo uso de herramientas y procedimientos lógicos y ordenados que conlleven a cumplir con el objetivo planteado en la presente investigación.

La metodología abarca un rango específico de información desde el nivel de la investigación hasta las técnicas de procesamiento y análisis de datos.

2.1 Tipos de investigación

La adecuada selección del tipo de investigación a aplicar durante el desarrollo del estudio facilitara en gran manera el cumplimiento de los objetivos establecidos tomando en cuenta ciertos parámetros como: el tiempo que se vaya a emplear durante la investigación, según los datos y la cantidad que se vaya a recolectar para validar el problema planteado con anterioridad.

2.1.1 Investigación bibliográfica.

La finalidad de este tipo de investigación se trata de la recopilación de información de varias fuentes en relación con el tema a investigar, las fuentes pueden ser de tipo escrito, audiovisual físico o digital, este último se ha hecho muy popular y de uso común últimamente, por esta razón hay que verificar las fuentes que se están tomando de la red ya que no toda la información que se encuentra ahí es confiable (Lerma, 2009).

2.1.2 Investigación experimental.

Para (Baena, 2017), la investigación experimental *“Es un procedimiento científico que permite inducir relaciones empíricas entre variables o comprobar la veracidad de una hipótesis, ley o modelo, por medio de un experimento controlado”*.

Analizando la definición anterior se puede decir que el objetivo del método experimental es explicar los efectos que se producen a consecuencia de realizar cambios en una o más variables del sujeto, maquina u objeto de estudio para comprobar la veracidad teórica aplicada a la parte práctica.

Una de las ventajas del método experimental es que separa la variable independiente en la cual se enfoca el estudio, para tratar de excluir las variables extrañas que puedan ocasionar conclusiones erróneas sobre la variable dependiente e independiente en estudio (Lerma, 2009).

2.1.3 Investigación exploratoria.

Los estudios denominados exploratorios son utilizados cuando se pretende examinar un tema poco estudiado del cual se tienen muchas interrogantes o no se ha abordado con anterioridad. (Hernandez et al., 2014).

Este tipo de investigación se acopla perfectamente al tema relacionado durante este trabajo investigativo ya que la revisión bibliográfica muestra que en la ruta seleccionada y con las características que esta posee no se ha realizado un estudio similar.

2.2 Alcance de la investigación

El principal factor que impulsó a esta investigación se basa en generar una base de datos fiables y que se halle a disposición de quien tenga a bien usarlo en estudios posteriores, específicamente de los dos combustibles más utilizadas por el sector automotriz en el país siendo estas, la de 87 octanos (extra) y la Ecopaís (5% etanol y 95% gasolina).

Se menciona una base de datos fiable puesto que los mismos se generan en ruta tomando en cuenta los factores ambientales, el estado del vehículo, condiciones de ruta, en las que el conductor se encontrará mientras circula en el tramo propuesto (Riobamba/Ambato) en el presente estudio.

Ante los actuales cambios climáticos en la región y el creciente uso de aire acondicionado con el que el automóvil se encuentra equipado, se hace indispensable realizar un análisis por separado de dos condiciones de carga en el motor, es decir, la carga normal del vehículo con lo que se entiende como la circulación del automotor sin aire acondicionado y aplicando carga, esto se refiere a mantener activado el sistema de aire acondicionado al motor durante todo el trayecto.

2.3 Selección del vehículo para la investigación.

Para la presente investigación se toman en cuenta 2 parámetros importantes, que sea un vehículo de entre los más comercializados en el país y cuente con sistema de diagnóstico a bordo de segunda generación (OBD-II), para esto se tomará los datos del informe anual presentado por la AEADE, mismo que a continuación en la tabla 1-2 se muestran los resultados actualizados con respecto a marcas.

Tabla 1-2: Marcas más comercializadas en el país.

ECUADOR				
Relación (habitantes/vehículos)	Marca	Unidades 2018	Unidades 2019	% Participación 2019
 7	CHEVROLET	45.605	39.387	29,8%
	KIA	23.141	22.171	16,8%
	HYUNDAI	13.568	9.382	7,1%
	OTRAS	55.301	61.268	46,3%
	TOTAL	137.615	132.208	100%

Fuente: (AEADE, 2019)

De las marcas mencionadas anteriormente se optó por la marca Kia modelo Rio.

2.3.1 Características principales del vehículo seleccionado.

2.3.1.1 Kia Rio sedan 2019

La marca de origen coreano ha ganado mucha popularidad en el país específicamente con el modelo Rio, posee un diseño llamativo a un precio asequible, convirtiéndolo en uno de los favoritos y más vendidos, según la AEADE durante el año 2019 se vendieron 4530 unidades, es un automotor de gama media los materiales utilizados en su construcción buscan reducir el peso para minimizar el consumo, la marca Kia es la única empresa que realiza pruebas de altura utilizando la geografía nacional previo a la producción en masa de vehículos para la región, para esto los técnicos realizan las configuraciones precisas de la ECU adaptándola de acuerdo a la altura en la que se van a desarrollar las pruebas y la calidad de combustibles que se comercializa en el país para que el automóvil siempre brinde el máximo rendimiento sin importar la región por la que circule es decir Costa, Sierra y Oriente.



Figura 1-2: Kia Rio sedan

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Tabla 2-1: Kia Rio ficha técnica: detalles y especificaciones

Año de fabricación	2019
Cilindrada cc.	1368
Potencia hp @ rpm	99 @ 6000
Torque Nm @ rpm.	133 @ 4000
Numero de cilindros / configuración	4 en línea.
Numero de válvulas	16
Alimentación	Inyección indirecta MPI
Consumo extraurbano (l/100 km)	4.3
Consumo urbano (l/100 km)	6.3
Relación de compresión	10.5:1
Normativa	EURO 6
Aire acondicionado	Si
Peso bruto vehicular (kg)	1130
Capacidad de tanque de combustible (litros)	43
Transmisión	Manual.
Número de marchas	6+ Reversa

Fuente: (KIA, 2019)

Realizado por: (Eugenio, 2020)

2.3.1.2 Sistema de aire acondicionado del Kia Rio.

El vehículo está equipado con la siguiente configuración de aire acondicionado.

Las salidas de aire están ubicadas en el tablero del vehículo, posee dos salidas laterales y dos centrales las cuales se pueden ajustar de acuerdo con las necesidades de los ocupantes como se puede observar en la figura 2-3.

Además, posee dos salidas extra ubicadas debajo de los asientos del piloto y copiloto que proveen del servicio a los pasajeros.



Figura 2-1: Ubicación de las salidas de aire acondicionado en el interior del vehículo
Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021.

La activación y el control del sistema de aire acondicionado se realiza desde el panel ubicado en la parte central del tablero de instrumentos desde el cual se puede manipular los distintos niveles de temperatura que el sistema ofrece para el confort.



Figura 3-2: Control del sistema de aire acondicionado.
Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

2.4 Parámetros de selección de Ruta.

Para la obtención de los datos se optó por una ruta que contiene variación en la altura durante el trayecto, proporcionando tramos de ascenso, descenso y semiplanos, así también durante el trayecto existen varios cambios de temperatura con los cual se espera recopilar un amplio rango datos del consumo de combustible y como estos factores lo pueden incrementar o disminuir en el mismo.

La distancia total del ciclo de prueba será de 90.7 km, tomando en consideración que un ciclo es un recorrido partiendo de la ciudad de Riobamba con destino a la ciudad de Ambato y viceversa.

Otra razón por la cual se escoge esta ruta es por la similitud de trayectos a lo largo de la región sierra de nuestro país, además, siendo también un trayecto por la cual circulan hacia la costa y existe un flujo vehicular considerablemente alto, siendo de interés para el estudio del presente escrito, analizar el consumo y distinguir las diferencias con los distintos parámetros y condiciones que se pueda adquirir durante la recolección de dichos datos, por otra parte, en la figura 4-3 se muestra la ruta escogida en el mapa de la Republica del Ecuador.

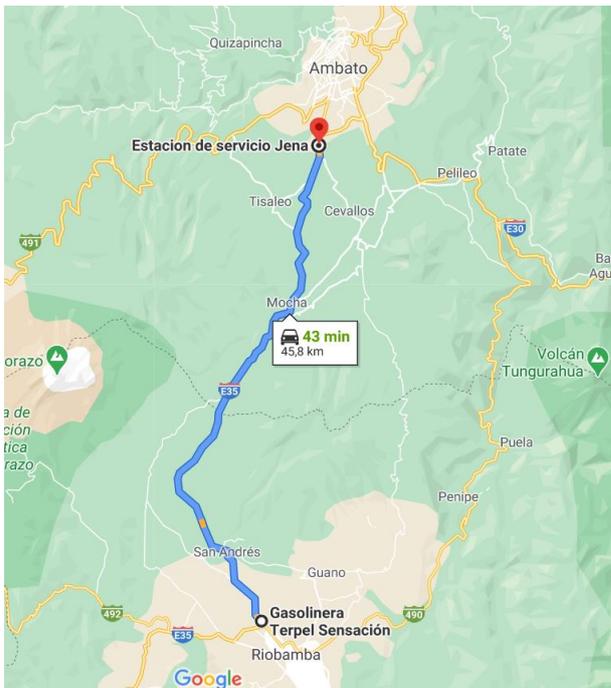


Figura 4-2: Ruta seleccionada para las pruebas Riobamba-Ambato

Fuente: (Google maps)

En cuanto a la condición de la calzada se encuentra en perfecto estado de conservación no existen baches, derrumbes o algún otro tipo de obstáculo que obliguen al conductor a reducir la velocidad, como sabemos el mayor consumo de combustible se da cuando se reduce la velocidad o cuando se producen muchas variaciones de esta. Lo recomendado para economizar el uso de combustible es mantener el vehículo a velocidad estable o constante, a lo largo de la ruta seleccionada no existen más que 5 semáforos y una caseta de peajes en los cuales obligatoriamente se reducirá la velocidad y esto se verá reflejado en los datos adquiridos durante la prueba.

2.4.1 Especificación de los distintos niveles de altura presentes en la ruta.

Tabla 3-2: Niveles de altura por secciones de ruta.

Localidad	Altura m.s.n.m
Estación de servicio Terpel (punto de inicio)	2846
San Andrés	2962

Peaje San Andrés	3117
Tuntatacto	3380
Hostería La Andaluza	3298
Mochapata	3627
Yanayacu	3312
Mocha	3192
Santa Lucia	3200
Manzana de Oro	2910
Estación de servicio Jena (punto final)	2924

Fuente: (Autor)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

A continuación, se muestra una gráfica de los distintos niveles de altura presentes en la ruta por localidades para una mejor visualización, al observar la gráfica el punto más sobresaliente se encuentra en el sector de Mochapata perteneciente a la provincia de Tungurahua con una altura de 3627 m.s.n.m luego de lo cual empieza un descenso hasta llegar a una altura final de 2924 m.s.n.m en el punto final de la ruta en estudio en la localidad de Huachi Chico cantón Ambato.

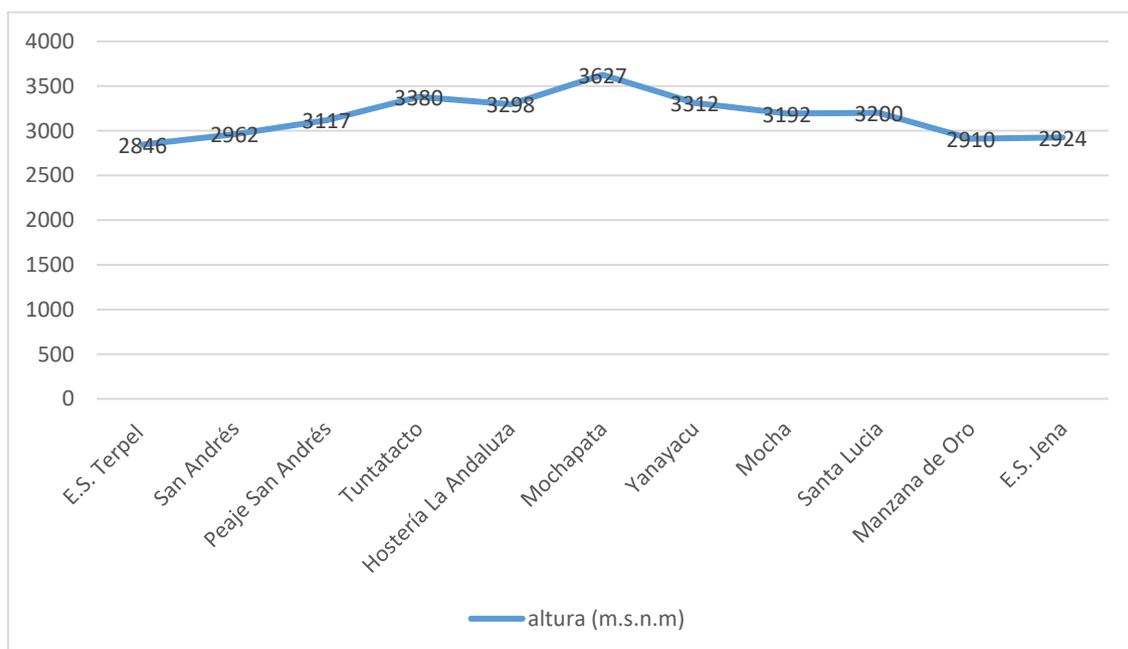


Gráfico 1-2: Representación de la Altura vs Localidad

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

2.5 Selección de Gasolinas disponible para las pruebas.

Para el presente estudio se toma en cuenta el último informe presentado por la empresa PETROECUADOR, con respecto a las cifras comerciales anuales, para una selección de combustibles adecuada y acorde a la preferencia por parte de los diferentes consumidores a nivel nacional.

Tabla 4-2: Producción Nacional de Derivados (cifras en galones) año 2019.

Tipo de Gasolina	Cifras
Super	113'735.466
Extra	541'780.698
Ecopaís	602'619.571

Fuente: (PETROECUADOR, 2020)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Observando la tabla, la gasolina super apenas representa un 9 % de la producción nacional sobresaliendo el combustible extra con un 43% y Ecopaís con un 48%, convirtiéndose en las más idóneas para el estudio de acuerdo con este parámetro de selección.

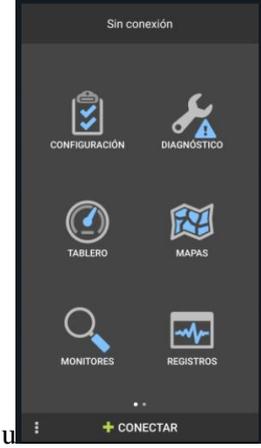
Los combustibles Extra y Ecopaís son los de mayor aceptación a nivel nacional debido a su bajo costo y a que la mayoría de los vehículos presentes en el parque automotor está diseñada para circular con este tipo de combustibles.

2.6 Materiales y Equipos.

Los equipos y materiales que se utilizaron para la presente investigación se detallan en la tabla 5- , posteriormente en el siguiente capítulo se explicara como y que factores se midieron con cada uno.

Tabla 5-2: Materiales y Equipos

Equipos y Materiales.	Figura.
<p>Jet clean plus de liqui moly.</p> <p>Este equipo se utiliza generalmente para la limpieza de inyectores de automotores sean a gasolina o diésel posee una capacidad de 5 litros y la posibilidad de cargar presión manualmente o con la ayuda de un compresor (Liqui Moly, 2020).</p>	

<p>Scanner ELM327.</p> <p>Es una versión compacta de scanner automotriz que se conecta con un dispositivo Android vía bluetooth o wifi (Elm Electronics Inc., 2014).</p>	
<p>Balanza electrónica.</p> <p>Son muy precisas ya que utiliza sensores y un procesador que las analiza y determina el peso del elemento que se desea medir.</p>	
<p>Aplicación OBD Fusion</p> <p>Es una aplicación disponible para dispositivos Android y compatible con el scanner elm327 no es gratuita tiene un costo de 4.99 usd. Permite al usuario la posibilidad de monitorizar los datos que se generan en la conducción diaria, brinda la posibilidad de monitorizar el funcionamiento del motor, además de detectar y borrar DTC.</p> <p>Genera un archivo csv lo cual facilita el análisis de datos con la ayuda de softwares de cálculo y estadísticos (OCTech, 2020).</p>	
<p>Destornilladores.</p>	
<p>Mangueras y acoples</p>	
<p>Filtros de combustible</p>	

Probeta graduada 1000 ml.	
Termohigrómetro	

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

2.7 Procedimiento para la recolección de datos.

Es importante recalcar que no existe una norma que regularice las pruebas de consumo de combustible en el Ecuador por lo que se tomarán las medidas y procedimientos establecidos por otros autores con temas de estudio similares y aplicando las medidas de seguridad y circulación vigentes, impuestas por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT).

En la figura 6-2 se muestran un diagrama de flujo para la recolección de datos, cada uno de los procesos indicados se detallarán más adelante.

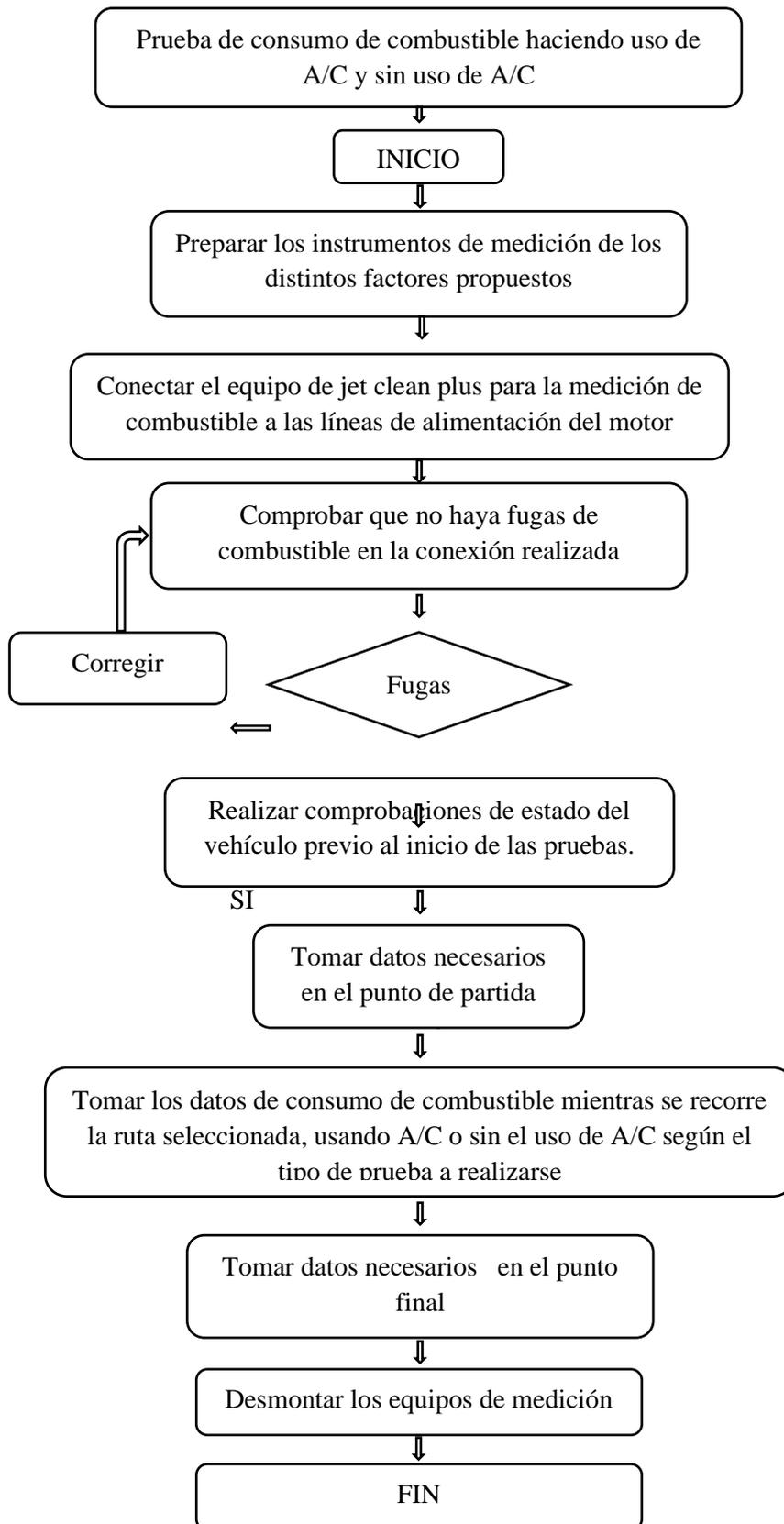


Figura 5-2: Diagrama de flujo para la toma de datos

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Para obtener datos de manera más sistemática el proceso se divide en tres etapas que se expresan a continuación. Cabe recalcar que se deben realizar dos veces por prueba con excepción de algunos pasos, ya que, al llegar al destino de la primera fase, es decir tomando como punto de inicio la ciudad Riobamba y llegando al punto final en la ciudad de Ambato, apenas se ha completado la mitad del ciclo, hay que realizar el recorrido de retorno partiendo de la ciudad de Ambato y tomando como punto final en Riobamba.

2.7.1 Etapa inicial.

La primera etapa hace referencia a la instalación de equipos y revisión del estado del vehículo previo a la prueba en ruta para la adquisición de datos destacando los siguientes puntos.

- Preparar el equipo Jet clean plus con las adaptaciones necesarias en este caso para una fácil instalación a las líneas de combustible se agregaron 2 filtros de combustible uno a la salida y otro al retorno del equipo.
- Revisar el estado de bujías, filtro de aire, inyectores y bobinas de encendido.
- Retirar el asiento posterior del vehículo para tener acceso al tanque de combustible.
- Determinar la línea de salida y retorno de combustible ubicadas sobre el tanque de combustible.
- Desconectar las líneas de alimentación y retorno del tanque de combustible.
- Retirar el fusible o relé correspondiente a la bomba de combustible.
- Realizar la instalación del equipo jet clean plus que hará la función de tanque de combustible.
- Agregar 2 litros de combustible al equipo jet clean plus.
- Cargar la presión del equipo jet clean plus de forma manual o con la ayuda de un compresor.
- Encender el automóvil.
- Verificar que no haya fugas de combustible.
- Mantener el vehículo hasta que alcance su temperatura óptima de funcionamiento.
- Liberar la presión del sistema de alimentación con el botón del equipo Jet clean plus y vaciar el mismo.
- Agregar 5 litros de combustible extra o Ecopaís dependiendo de la prueba a realizarse, para una medición exacta del combustible agregado utilizar una probeta graduada de 1000ml.
- Presurizar el equipo con la presión indicada por el fabricante en este caso se utilizó una presión de 3 a 4 bares
- Comprobar estado de neumáticos y líquido de frenos, embrague, dirección y refrigerante.

- Comprobar el funcionamiento del aire acondicionado.
- Conectar el scanner ELM-327 en el puerto OBD II y vincularlo con el dispositivo Android.
- Poner en cero los instrumentos para la toma de datos.
- Tomar los datos necesarios en el punto de inicio.



A)

B)

C)

Figura 6-2: A) Llenado del equipo Jet Clean Plus con probeta graduada de 1000 ml
 B) Presurización del equipo.
 C) Instalación del equipo en las líneas de alimentación del vehículo.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

2.7.2 Etapa de adquisición de datos.

Durante esta etapa se realizará la toma de datos en tiempo real para el recorrido programado.

- Especificar en la tabla de recolección de datos el tipo de prueba a realizarse con aire acondicionado o sin él, así como también el tipo de combustible a utilizar (extra o Ecopaís).
- Cerrar todas las ventanas del automóvil.
- Abrocharse los cinturones de seguridad.
- Abrir las válvulas del equipo Jet clean Plus para alimentar el vehículo.
- Encender el vehículo.
- Activar o desactivar el sistema de aire acondicionado dependiendo de la prueba a realizarse.

- Iniciar el recorrido.
- Verificar el correcto funcionamiento del scanner para la toma de datos.
- Verificar constantemente la presión del equipo Jet clean Plus con la que se está alimentando el vehículo y si esta es menor o igual a 3 bares presurizarla hasta alcanzar los 4 bares de presión.
- Tratar de mantener un régimen de giro del motor entre 2500 y 3500 rpm, buscando siempre mantener una velocidad constante respetando sobre todo los límites de velocidad establecidos por la ANT.
- Tomar los datos necesarios al llegar al punto final del recorrido.
- Apagar el vehículo.



A)

B)

C)

Figura 7-2: A) Punto de partida en Riobamba estación de servicio Terpel.

B) Adquisición de datos.

C) Punto de arribo en Ambato estación de servicio Jena.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

2.7.3 *Etapa final.*

En esta etapa se hace referencia a los procesos de adquisición de datos que se realizan al llegar al destino de la primera fase del recorrido.

- Cerrar las válvulas de alimentación del equipo Jet clean Plus y despresurizarlo.
- Desconectar el equipo de las líneas de alimentación.
- Vaciar el contenido restante del equipo en un recipiente limpio.
- Medir la cantidad de combustible sobrante con la ayuda de la probeta graduada.
- Verificar que los datos obtenidos por el scanner estén correctos.



A)



B)

Figura 8-2: A) Cierre de válvulas al llegar al punto de arribo.

B) Desconexión del equipo de las líneas de alimentación del vehículo.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla que se utilizará para la toma de datos se muestra en el siguiente formato.

Tabla 6-2: Tabla para la recolección de datos

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				N° DE PRUEBA:			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA	
MARCA		CILINDRADA DEL MOTOR (CC)		INICIAL			
MODELO		PESO DEL VEHICULO (KG)		FINAL			
AÑO							
CONDICIONES DE LA PRUEBA							
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA		NO		Medio		
					Alto		
CLIMA	SOLEADO	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL			
	NUBLADO			FINAL			
	LLUVIOSO						
DATOS DE CONSUMO EN RUTA							
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II			
VOLUMEN INICIAL (L)				VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)			
VOLUMEN FINAL (L)							
VOLUMEN DE CONSUMO (L)							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio, 2020

2.8 Recolección y procesamiento de datos.

Mediante este proceso se adquiere y se almacena la información, los datos obtenidos en las pruebas son de tipo cuantitativo o de tipo numéricas. El registro de datos o variables y su representación gráfica se lo realiza con la ayuda de software Microsoft Excel 2019 y el software estadístico Minitab.

La estadística descriptiva y la comparación de variables fueron utilizados para el procesamiento y análisis de la información, para determinar los índices de consumo, bajo los distintos parámetros descritos en el primer capítulo de esta investigación.

Se entiende por proceso estadístico controlado cuando su distribución no varía y la variabilidad de sus datos está dentro de un rango preestablecido (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013).

2.8.1 Carta de control individuales I-MR (Para datos variables o continuos)

Este tipo de carta monitorea la media y la variación de un proceso, se emplea cuando el análisis implica datos individuales, es decir variables las cuales no pueden ser muestreadas por grupos o lotes, se emplea cuando los procesos para adquirir una muestra son lentos o requieren de un lapso extenso de tiempo (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013) pag 193.

Al utilizar este tipo de tabla se obtiene una carta por cada medición particular de la variable a analizar, esta carta es lo suficientemente efectiva para detectar cambios tanto en la media como en la dispersión del proceso (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013) pag 196.

Para obtener la gráfica I-MR o de individuales hay que cumplir con el siguiente procedimiento.

- Recolectar los datos suficientes de un proceso o medición.
- Calcular la media de datos.
- Calcular los rangos móviles.
- Calcular el promedio de rangos móviles.
- Determinar los límites de control.
- Realizar la gráfica de control (Minitab, 2019).

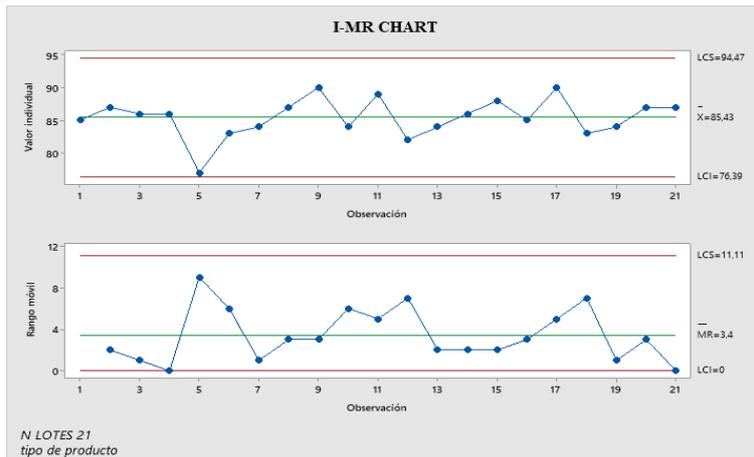


Gráfico 2-1: Ejemplo de gráfica I – MR

Fuente: (Minitab, 2019)

2.8.2 Prueba de Duncan

Esta prueba también conocida como de rangos múltiples, corresponde al tipo de pruebas llamadas también de tipos múltiples. Su análisis se basa en el estudio de la homogeneidad de todas las k medias a un determinado nivel de significancia α_k . Si se rechaza la hipótesis de homogeneidad para todas las k medias, se acepta la homogeneidad del subconjunto $k-1$ medias, haciendo uso del nivel de significancia α_{k-1} , caso contrario el método se detiene. El proceso llega a su fin cuando el subconjunto de medias involucradas es homogéneo. Este método controla que las tasas de error por comparación no supere el valor α nominal (Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., 2008).

2.8.3 Cálculo de bin VSP

Para el cálculo de los bin VSP se utilizan las siguientes fórmulas:

$$VSP = V[1.1a + 9.81r(\arctan(\sin(r))) + 0.132] + 3.02 * 10^{-4} * v^3 \quad (1)$$

Donde:

v = velocidad del vehículo, (m/s)

a = aceleración del vehículo, (m/s²)

r = Grado de la carretera, (pendiente)

VSP = Potencia específica del vehículo. (kW/ton).

Fuente:(Hu & Christopher Frey, 2017)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La primera parte de la ecuación ($1.1 * a * V$) hace referencia a la demanda de energía cinética del vehículo a medida que acelera o desacelera. El término ($0.132 * V$) indica la demanda de potencia del roce del motor y del roce de las ruedas. El término ($3.02 * 10^{-4} * V^3$) representa la demanda

de potencia debido al roce del aire. El término $(\arctan(\sin(r)))$ representa la demanda de potencia debido a la pendiente de la ruta. Los valores de los VSP pueden ser positivos o negativos, dependiendo de la aceleración y la pendiente de la ruta.

Si el valor de VSP es positivo generalmente indica que el vehículo se encuentra acelerando, a velocidad constante o en una pendiente ascendente. Por el contrario, si es negativo se debe a una desaceleración, el vehículo se encuentra generalmente en una pendiente de descenso, aunque existe la posibilidad de que se generen también en ascenso esto se debe a la utilización de los frenos y al cambio brusco de velocidad.

La pendiente de la ruta (r) se calcula con la ayuda de la fórmula mostrada a continuación.

$$r = \frac{h_f - h_0}{Vm} \quad (2)$$

Donde:

h_0 = Es la altura con respecto al nivel del mar instantes inmediatos a la medición.

h_f = Es la altura con respecto al nivel del mar una fracción de tiempo después de la medición.

V_m = es la velocidad media obtenida del promedio de las velocidades instantánea a la medición y una fracción de tiempo después de la medición, es decir el promedio de las velocidades correspondientes a las alturas en análisis.

Fuente:(Hu & Christopher Frey, 2017)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Esta ecuación se considera siempre y cuando las alturas geográficas de la ruta no sobrepasen los 1000 m.s.n.m, para alturas mayores al valor mencionado se debe utilizar la ecuación 3.

$$PSV = V(1.1a + 9.81r + 0.132) + \frac{P_{alt}}{P_{nivel\ mar}} + 3.02 * 10^{-4} * v^3 \quad (3)$$

Donde:

P_{alt} = la presión barométrica promedio observada para mediciones de gran altitud (> 1000 m) generalmente oscila entre 85 kPa a 90 kPa

$P_{nivel\ mar}$ = la presión barométrica al nivel del mar (101 kPa).

Fuente:(Hu & Christopher Frey, 2017)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Dadas las condiciones de altitud a lo largo de la ruta la cual presenta un promedio de altura de 3183,66 m.s.n.m la ecuación que más se ajusta a los datos de la investigación es la ecuación 3.

2.9 Procedimiento experimental

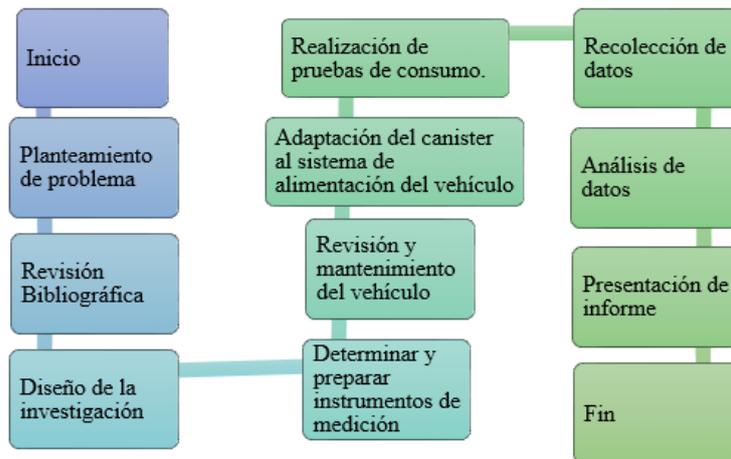


Figura 9-2: Proceso de realización de la investigación.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

CAPITULO III

3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Los datos mostrados en la presente investigación no fueron recolectados bajo ninguna norma ya que en el país no existe una que regularice las pruebas de consumo de combustible en ruta, por lo tanto, se utilizó un proceso basado en bibliografías cuyo contenido abarque los objetivos planteados.

Es importante considerar la seguridad e integridad personal, por lo que se aplicó la ley de tránsito fijado por la ANT para garantizar y evitar incidentes o accidentes con los vehículos y sus ocupantes presentes en el trayecto de la recolección de datos.

3.1 Preparación del vehículo de pruebas

3.1.1 *Revisión general de niveles de fluidos del vehículo*

Para garantizar un correcto funcionamiento del vehículo es importante la revisión de nivel líquido de frenos, aceite y refrigerante de motor, este proceso se debe realizar a diario para evitar inconvenientes, así mismo sustituirlo cuando cumpla el tiempo de vida útil especificada por los fabricantes.

3.1.2 *Mantenimiento y puesta a punto de motor.*

El mantenimiento del motor se realizó como medida de seguridad para evitar errores en la toma de datos debido al desgaste o mal funcionamiento de elementos que influyen en el proceso de combustión del motor, es importante realizar el proceso con las herramientas adecuadas y con las medidas de seguridad necesarias.

Debido al año del vehículo (2019) no fue necesario desmontar el riel de los inyectores para verificar su estado, durante las pruebas previas no presentó ninguna anomalía, el proceso utilizado para el mantenimiento se menciona a continuación.

3.1.2.1 Cambio de bujías

- a. Desmontar la tapa que cubre el motor del vehículo.
- b. Desmontar las bobinas individuales para tener acceso a la bujía.
- c. Revisar el estado de las bobinas, si es necesario reemplazarlos.
- d. Con la herramienta adecuada se procede a retirar las bujías del motor.
- e. Reemplazar las bujías.
- f. Coloque las bujías en el orificio y ajustarlas con el torque adecuado.
- g. Coloque las bobinas en el orden en el que se desmontaron

3.1.2.2 Cambio de filtro de aire.

- a. Localizar el depurador que contiene el filtro de aire.
- b. Desmontar la tapa del depurador y desconectar los cables y mangueras que se acoplen en él.
- c. Reemplazar el filtro de aire.
- d. Montar la tapa del depurador conectar los cables y mangueras.

3.1.2.3 Estado de los neumáticos

Para la toma de datos se utilizó neumáticos nuevos de acuerdo con las especificaciones recomendadas por el fabricante y así evitar errores en la toma de datos de consumo, así mismo se revisó la presión en cada uno de ellos antes de la prueba. En la tabla 1-3 se puede observar las características de los neumáticos empleados para las pruebas de frenado.

Tabla 1-3: Características de los neumáticos

Vehículo de Prueba	Marca y modelo	Dimensiones
Kia Rio.	Maxxis Escapade	185/65R15

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Según lo recomendado por el fabricante del vehículo, la presión de los neumáticos es de 32 psi tanto al presentar carga como sin ella (ver Anexo A).

3.1.2.4 Seguridad

Al realizar pruebas de consumo de combustible en este caso gasolina que es altamente inflamable se hace necesario tomar ciertas precauciones como: revisar minuciosamente las conexiones que se realizan al acoplar el canister o equipo jet clean plus, disponer de un extintor de fácil y rápido acceso.

Comprobar que las condiciones climáticas se encuentren favorables, en lo posible evitar realizar las pruebas en días lluviosos para evitar que el neumático pierda adherencia.

3.2 Ejecución de pruebas

Cuando se haya realizado todo el proceso especificado en el inciso 2.7 que muestra el procedimiento de montaje de instrumentos y para la toma de datos se procede a iniciar la pruebas respetando los límites de velocidad estipulados en el reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, en donde indica los límites de velocidad la cual se detalla en la tabla 2-3 mostrada.

Tabla 2-3: Límites de velocidad para vehículos livianos, motocicletas y similares.

Tipo de vía	Límite máximo (km/h)	Rango moderado (km/h)	Fuera de rango moderado (km/h)
Urbana	50	50-60	60
Perimetral	90	90-120	120
Rectas en Carretera	100	100-135	135
Curvas en Carretera	60	60-75	75

Fuente: Reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Las rpm establecidas para la toma de datos se encuentra dentro de un rango entre 2500 y 3500, tratando siempre de mantener una velocidad constante la mayor cantidad de tiempo posible, sin cambios bruscos de velocidad, los datos recolectados se muestran desde las tablas 3-3 hasta la tabla 10-3.

3.2.1 Tabulación de datos del consumo de combustible en la ruta.

La tabla 3-3 muestra los 3 datos del tramo de ida y 3 datos del tramo de vuelta dando un total de 12 para este tipo de combustible y estado de accionamiento del A/C, estos datos se toman con la ayuda del equipo jet clean plus, de la misma manera se recopila los datos del tiempo de viaje, temperatura ambiente, y el nivel de tráfico en cada tramo recorrido.

Tabla 3-1: Datos de consumo de combustible extra reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C OFF			TIPO DE COMBUSTIBLE: EXTRA			
DATOS DEL EQUIPO JET CLEAN PLUS	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba /Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba / Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL INICIAL (L)	5	5	5	5	5	5
VOL FINAL (L)	3	2,75	3,1	2,7	2,85	2,6
VOL CONSUMIDO (L)	2	2,25	1,9	2,3	2,15	2,4
TEMP AMB. INIC (°C)	26	25	28	32	28	27
TEMP AMB. FINAL (°C)	25	29	25	26	26	31
HORA DE INICIO	9:20	10:32	12:00	13:10	14:10	15:15
HORA DE LLEGADA	10:10	11:32	12:47	13:59	15:00	16:02
TIEMPO DE VIAJE (min)	50	60	47	49	50	47
NIVEL DE TRAFICO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 4-3 muestra los datos recopilados para el combustible extra en condiciones de A/C OFF un recorrido de ida y un recorrido de vuelta se denomina ciclo de donde se obtiene un total de 6 datos y 3 ciclos, así mismo se muestran los datos de temperatura ambiente, tiempo de viaje y el nivel de trafico presente durante la toma de datos. Cabe recalcar que estos datos se tomaron directamente del puerto OBD II con la ayuda de la aplicación OBD FUSION, esto para complementar la información obtenida en la tabla 3-3, datos que se utilizaran para el cálculo de VSP y su posterior análisis de comportamiento según la altura y consumo de combustible.

Tabla 4-3: Datos de consumo de combustible extra obtenidos con el equipo OBD II

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C OFF			TIPO DE COMBUSTIBLE: EXTRA			
DATOS DEL EQUIPO OBD II	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba /Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL CONSUMIDO (L)	1,831	2,124	1,785	1,949	2,094	1,856
TEMP AMB. INIC (°C)	26	25	28	32	28	27
TEMP AMB. FINAL (°C)	25	29	25	26	26	31
HORA DE INICIO	9:20	10:32	12:00	13:10	14:30	15:30
HORA DE LLEGADA	10:10	11:32	12:54	14:12	15:16	16:13
TIEMPO DE VIAJE (min)	50	60	47	49	50	47
NIVEL DE TRAFICO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los datos presentados por la tabla 5-3 muestran los datos de consumo de combustible extra, pero en este caso el A/C se encuentra en estado ON o accionado el formato de presentación de datos es la misma a la explicada anteriormente, los datos se obtienen del equipo jet clean plus.

Tabla 5-3: Datos de consumo de combustible extra reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C ON				TIPO DE COMBUSTIBLE: EXTRA		
DATOS DEL EQUIPO JET CLEAN PLUS	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba /Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL INICIAL (L)	5	5	5	5	5	5
VOL FINAL (L)	3,1	2,9	3,25	2,95	3,15	2,96
VOL CONSUMIDO (L)	1,9	2,1	1,75	2,05	1,85	2,04
TEMP AMB. INIC (°C)	29	27	32.6	28	32	26
TEMP AMB. FINAL (°C)	26	32	29	30	28	28
HORA DE INICIO	10:00	11:10	12:20	13:45	14:45	15:45
HORA DE LLEGADA	10:49	12:12	13:07	14:36	15:38	16:32
TIEMPO DE VIAJE (min)	48	52	47	51	53	47
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los datos de consumo representados en la tabla 6-3 se obtienen del puerto OBD II con la aplicación mencionada, lo mostrado es un resumen de la totalidad de datos obtenidos en tiempo real, además se detalla la cantidad de tráfico presente durante la recolección de datos esto es importante ya que está ligado directamente al consumo de combustible.

Tabla 6-3: Datos de consumo de combustible extra obtenidos con el equipo OBD II

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C ON				TIPO DE COMBUSTIBLE: EXTRA		
DATOS DEL EQUIPO OBD II	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/A mbato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/A mbato	Ambato/ Riobamba
VOL CONSUMIDO (L)	1,877	1,892	1,681	1,9	1,75	1,864
TEMP AMB. INIC (°C)	29	27	32.6	28	32	26

TEMP AMB. FINAL (°C)	26	32	29	30	28	28
HORA DE INICIO	10:00	11:10	12:20	13:45	14:45	15:45
HORA DE LLEGADA	10:49	12:12	13:07	14:36	15:38	16:32
TIEMPO DE VIAJE (min)	48	52	47	51	53	47
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.2.1.1 Datos de consumo gasolina Ecopaís.

Los datos mostrados en la tabla 7-3 y 9-3 muestran los datos de consumo de combustible ecopaís en condiciones de A/C OFF Y A/C ON respectivamente, estos fueron obtenidos con el equipo jet clean plus durante el recorrido de ida y vuelta presentando un total de 6 datos y 3 ciclos, el procedimiento de recolección se presenta en la sección 3-7.

Tabla 7-3: Datos de consumo de combustible Ecopaís reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C OFF				TIPO DE COMBUSTIBLE: ECOPAÍS		
DATOS DEL EQUIPO JET CLEAN PLUS	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/A mbato	Ambato/ Riobamba
VOL INICIAL (L)	5	5	5	5	5	5
VOL FINAL (L)	2,75	2,45	2,2	2,1	2,5	2,2
VOL CONSUMIDO (L)	2,25	2,55	2,8	2,9	2,5	2,8
TEMP AMB. INIC (°C)	25	29	24	30	27	29
TEMP AMB. FINAL (°C)	28	26	32.2	26	31	26
HORA DE INICIO	9:30	10:30	11:40	12:45	14:15	15:30
HORA DE LLEGADA	10:17	11:23	12:35	13:34	15:09	15:18
TIEMPO DE VIAJE (min)	47	53	55	49	54	48
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	MEDIO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Las tablas 8-3 y 10-3 muestran los datos que se recolectaron por el puerto OBD II con la aplicación móvil Android mencionada, cada tabla presenta los datos recopilados en cada condición de A/C,

la recopilación de estos datos complementan la información necesaria para realizar un análisis lo más preciso y completo posible.

Tabla 8-3: Datos de consumo de combustible Ecopaís teóricos obtenidos con el equipo OBD II

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C OFF				TIPO DE COMBUSTIBLE: ECOPAÍS		
DATOS DEL EQUIPO OBD II	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ /Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL CONSUMIDO (L)	2,08	2,3	2,45	2,368	2,33	2,67
TEMP INIC (°C)	25	29	24	30	27	29
TEMP FINAL (°C)	28	26	32,2	26	31	26
HORA DE INICIO	9:30	10:30	11:40	12:45	14:15	15:30
HORA DE LLEGADA	10:17	11:23	12:35	13:29	15:09	15:18
TIEMPO DE VIAJE (min)	47	53	55	49	54	53
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	MEDIO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Tabla 9-3: Datos de consumo de combustible Ecopaís reales obtenidos con el equipo Jet Clean Plus

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C ON				TIPO DE COMBUSTIBLE: ECOPAÍS		
DATOS DEL EQUIPO JET CLEAN PLUS	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL INICIAL (L)	5	5	5	5	5	5
VOL FINAL (L)	3	3,1	2,7	2,5	2,6	2,8
VOL CONSUMIDO (L)	2	1,9	2,3	2,5	2,4	2,2
TEMP INIC (°C)	28	25	33	30	29	31
TEMP FINAL (°C)	23	29	29	27	32,4	27
HORA DE INICIO	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:05
HORA DE LLEGADA	10:48	11:52	12:50	13:54	14:52	15:56
TIEMPO DE VIAJE (min)	48	52	50	54	52	51
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Tabla 10-3: Datos de consumo de combustible Ecopaís teóricos obtenidos con el equipo OBD II

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE						
CONDICION: A/C ON				TIPO DE COMBUSTIBLE: ECOPAÍS		
DATOS DEL EQUIPO OBD II	CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3	
	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba	Riobamba/ Ambato	Ambato/ Riobamba
VOL CONSUMIDO (L)	1,62	1,55	1,9	2,18	2,05	1,975
TEMP INIC (°C)	28	25	33	30	29	31
TEMP FINAL (°C)	23	29	29	27	32.4	27
HORA DE INICIO	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:05
HORA DE LLEGADA	10:48	11:46	12:50	13:54	14:52	15:45
TIEMPO DE VIAJE (min)	48	52	50	54	52	51
NIVEL DE TRAFICO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Para obtener datos con mayor precisión se realizaron tres pruebas con cada condición y tipo de combustible dando un total de 12 muestras para Extra y 12 muestras para Ecopaís, con las cuales se realizó un análisis gráfico y estadístico para determinar el rendimiento de cada uno de los tipos de combustible en estudio.

3.3 Análisis gráfico de consumo de combustible instantáneo en ruta.

3.3.1 Extra tramo 1 Riobamba Ambato

3.3.1.1 Consumo de combustible instantáneo A/C OFF

La siguiente grafica muestra la curva que generan los datos obtenidos del consumo de combustible en condiciones de aire acondicionado desactivado durante los 3 recorridos, ninguno de ellos sobrepasa los 2.5 litros en comparación con los consumos obtenidos con combustible Ecopaís en las mismas condiciones, la gráfica muestra un consumo máximo de 2.094 (l) la cual se encuentra representada de manera particular por el color naranja.

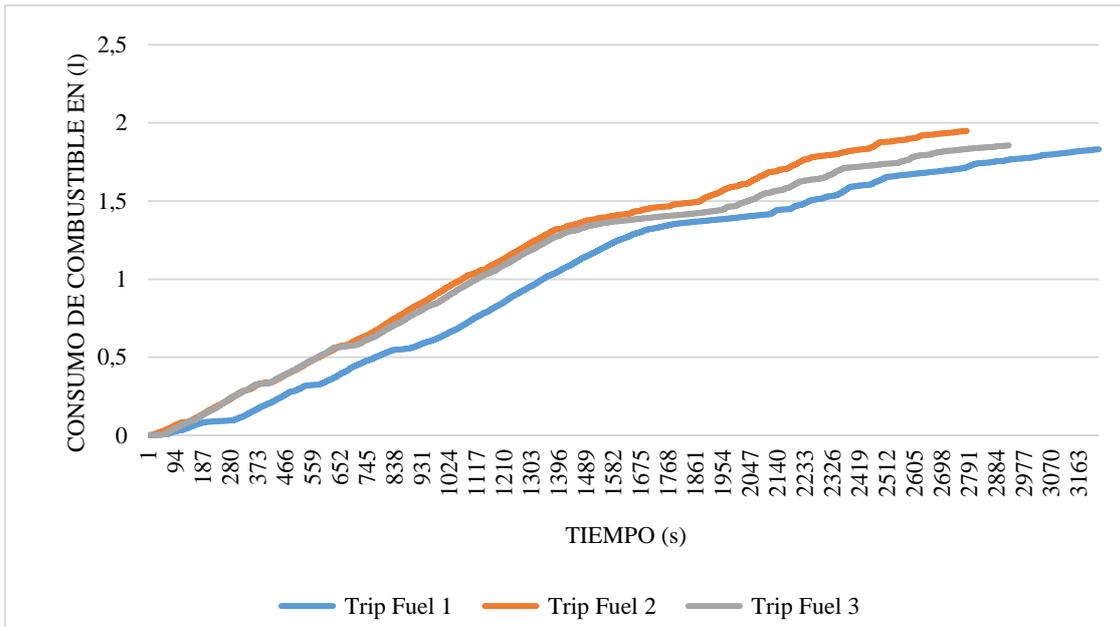


Gráfico 1-3: Consumo de combustible extra A/C off en los 3 ciclos Riobamba-Ambato.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.3.1.2 Consumo de combustible instantáneo A/C ON

Con el aire acondicionado activado se observa un descenso general en las tres pruebas realizadas siendo la línea azul la que presenta un mayor consumo, pero aun así no sobrepasa a los datos mostrados en la gráfica 2-3 la cual se ejecutó en las mismas condiciones y que muestran valores más elevados de consumo, siendo la única variante el estado de funcionamiento del A/C.

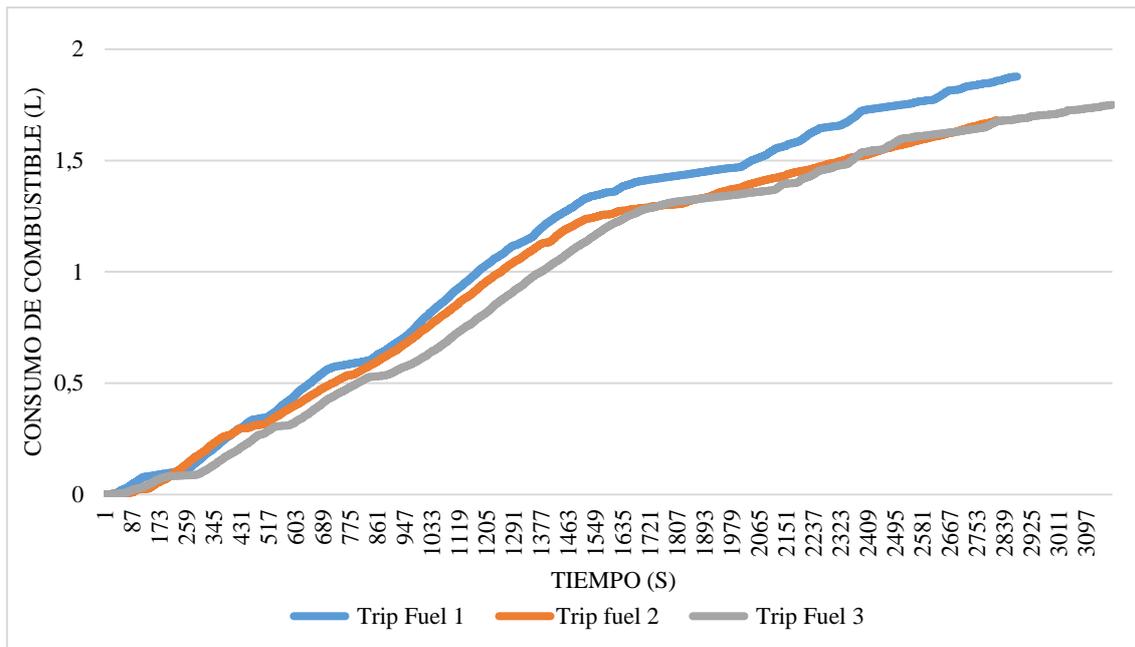


Gráfico 2-3: Consumo de combustible extra A/C on en los 3 ciclos Riobamba-Ambato.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.3.2 *Extra tramo 2 Ambato Riobamba*

3.3.2.1 *Consumo de combustible instantáneo A/C OFF*

Trip fuel 1 presenta el mayor consumo de combustible debido a que se utilizó una mayor cantidad de tiempo para terminar el recorrido esto principalmente por la afluencia de tráfico existente durante la prueba.

Para el tramo correspondiente a trip fuel 1 y trip fuel 2 no se presentaron anomalías en lo que a tráfico se refiere por lo que su consumo, así como la cantidad de tiempo en ruta son similares.

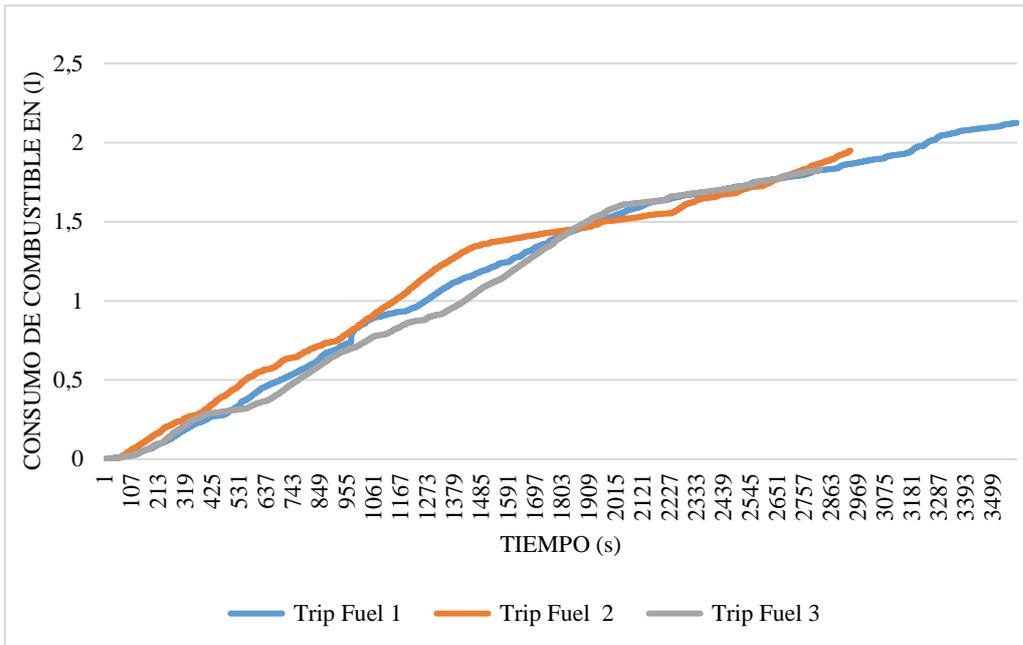


Gráfico 3-1: Consumo de combustible extra A/C OFF en los 3 ciclos Ambato-Riobamba.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.3.2.2 Consumo de combustible instantáneo A/C ON

Las 3 curvas de consumo instantáneo presentan similitud de tiempo y consumo lo que indica una presencia de tráfico mínimo o moderado.

Pese a lo mencionado anteriormente trip fuel 1 es el tramo que presenta un mayor consumo seguidos de los tramos trip fuel 2 y 3 respectivamente.

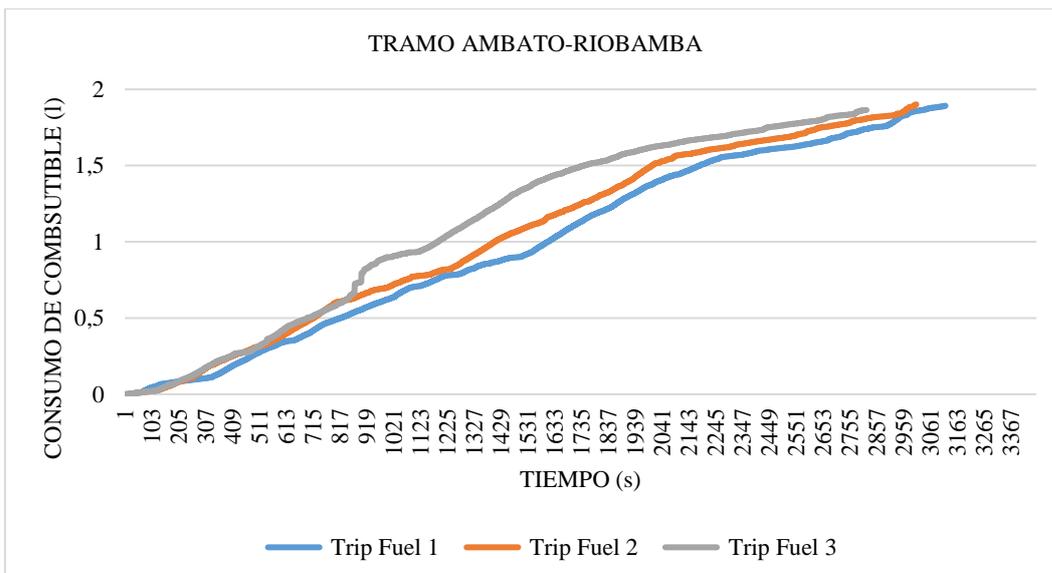


Gráfico 4-3: Consumo de combustible extra A/C ON en los 3 ciclos Ambato-Riobamba.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.3.3 Ecopaís tramo 1 Riobamba Ambato

En las figuras siguientes se muestra el consumo instantáneo que el vehículo utilizó para cubrir el tramo, la cual comprende de un punto inicial tomado en la ciudad de Riobamba y un punto final ubicado en la ciudad de Ambato como se especifica en el capítulo dos de esta investigación, los datos recabados con respecto al consumo de combustible se obtuvieron gracias al puerto OBD-II, en donde se puede observar que cada curva posee una forma y dimensiones distintas, tanto en tiempo como en volumen de consumo.

3.3.3.1 Consumo de combustible instantáneo A/C OFF

Trip fuel 1 correspondiente al primer tramo del ciclo 1 cuyo tiempo de viaje fue de 47 minutos (2820 s) y un volumen de 2.08 litros de combustible la cual se encuentra representada en la figura 1-4 con la curva de color azul, estos datos según la tabla 8-4 se obtuvieron con un nivel de tráfico bajo y con temperaturas entre 25 y 28 °C entre el punto inicial y final respectivamente.

Trip fuel 2 la cual se representa con un color naranja contiene los datos correspondientes al ciclo 2 del primer tramo de la tabla de datos 8-4, se puede observar que el tiempo de viaje fue de 55 minutos (3300 s) y su consumo volumétrico de combustible fue 2.45 litros con un nivel alto de tráfico y temperaturas de entre 24 y 32.2 °C en los puntos inicial y final.

Trip fuel 3 representa la curva del ciclo 3 en el tramo mencionado, se lo puede visualizar en la gráfica con un color gris con un tiempo de viaje de 54 minutos (3240 s) y un consumo de 2.33 litros de combustible, con un nivel de tráfico medio y temperaturas que comprenden entre los 27 y 31 °C.

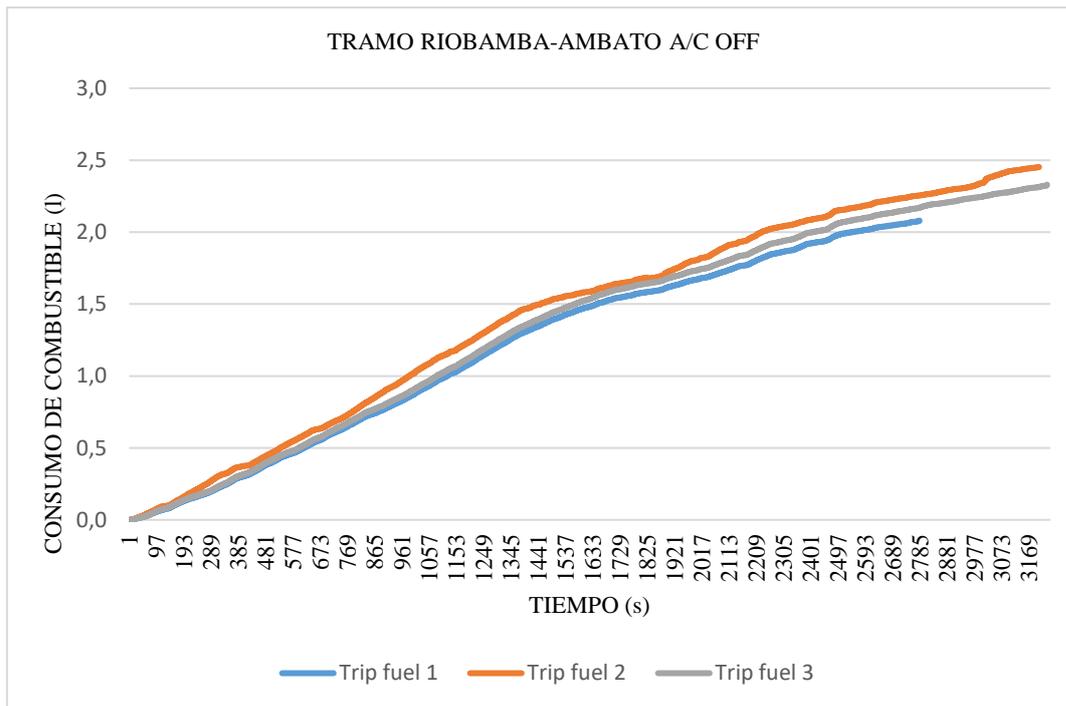


Gráfico 5-3: Consumo de combustible Ecopaís A/C off en los 3 ciclos Riobamba- Ambato.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De los tres tramos se observa un más elevado consumo en el tramo 2 correspondiente a trip fuel 2 ya que el nivel de tráfico fue más elevado por ende se emplea más tiempo para llegar al punto final y la velocidad de circulación es baja para acoplarse al tránsito existente.

3.3.3.2 Consumo de combustible instantáneo A/C ON

Trip fuel 1 correspondiente al primer tramo del ciclo 1 cuyo tiempo de viaje fue de 48 minutos (2880 s) y un volumen de 1.62 litros de combustible la cual se encuentra representada en la figura 6-3 con la curva de color azul, estos datos según la tabla 10-3 se obtuvieron con un nivel de tráfico bajo y con temperaturas entre 28 y 23 °C entre el punto inicial y final respectivamente.

Trip fuel 2 la cual se representa con un color naranja contiene los datos correspondientes al ciclo 2 del primer tramo de la tabla de datos 10-3, se puede observar que el tiempo de viaje fue de 50 minutos (3000 s) y su consumo volumétrico de combustible fue 1.9 litros con un nivel bajo de tráfico y temperaturas de entre 33 y 29 °C en los puntos inicial y final.

Trip fuel 3 representa la curva del ciclo 3 en el tramo mencionado, se lo puede visualizar en la gráfica con un color gris con un tiempo de viaje de 52 minutos (3120 s) y un consumo de 2.05 litros de combustible, con un nivel de tráfico medio y temperaturas que comprenden entre los 29 y 32.4 °C.

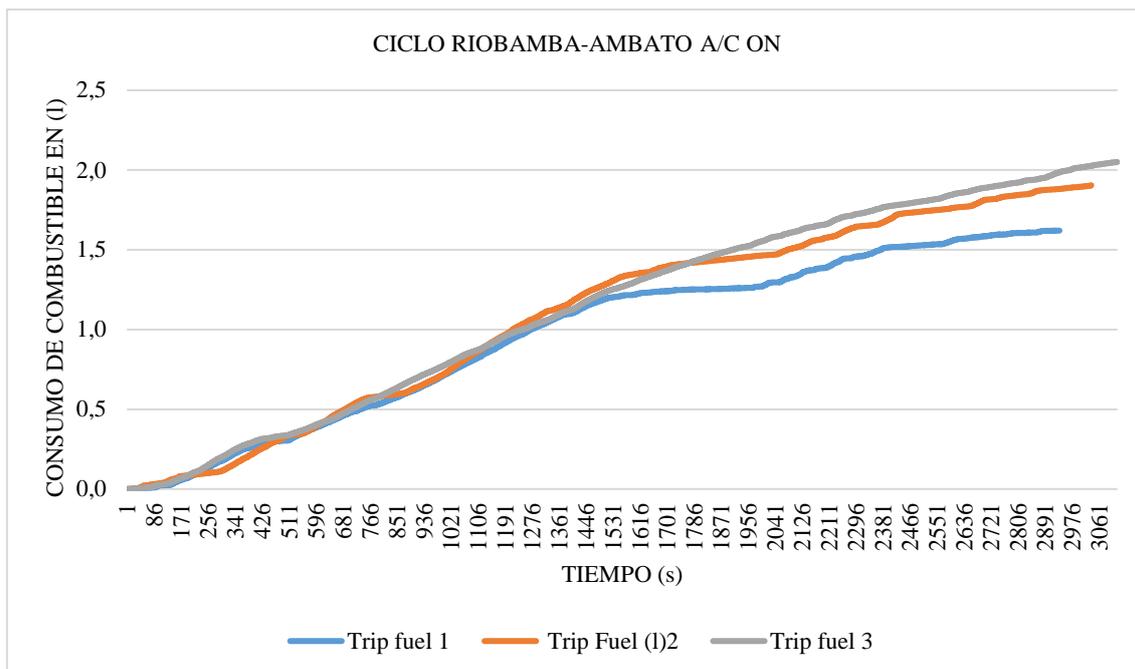


Gráfico 6-3: Consumo de combustible Ecopaís A/C off en los 3 ciclos Riobamba- Ambato.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De los tres tramos se observa un más elevado consumo en el tramo 3 correspondiente a trip fuel 3.

3.3.4 Ecopaís tramo 2 Ambato Riobamba

En las figuras siguientes se muestran el consumo en general que el vehículo utilizó para cubrir el tramo, la cual comprende de un punto inicial tomado en la ciudad de Ambato y un punto final ubicado en la ciudad de Riobamba.

3.3.4.1 Consumo de combustible instantáneo A/C OFF

Trip fuel 1 correspondiente al primer tramo del ciclo 1 cuyo tiempo de viaje fue de 48 minutos (2880 s) y un volumen de 2.3 litros de combustible la cual se encuentra representada en la figura 7-3 con la curva de color azul, estos datos según la tabla 8-4 se obtuvieron con un nivel de tráfico bajo y con temperaturas entre 29 y 26 °C entre el punto inicial y final respectivamente.

Trip fuel 2 la cual se representa con un color naranja contiene los datos correspondientes al ciclo 2 del primer tramo de la tabla de datos 10-3, se puede observar que el tiempo de viaje fue de 49 minutos (2940 s) y su consumo volumétrico de combustible fue 2.368 litros con un nivel alto de tráfico y temperaturas de entre 30 y 26 °C en los puntos inicial y final.

Trip fuel 3 representa la curva del ciclo 3 en el tramo mencionado, se lo puede visualizar en la gráfica con un color gris con un tiempo de viaje de 53 minutos (3180 s) y un consumo de 2.67 litros de combustible, con un nivel de tráfico medio y temperaturas que comprenden entre los 29 y 26 °C.

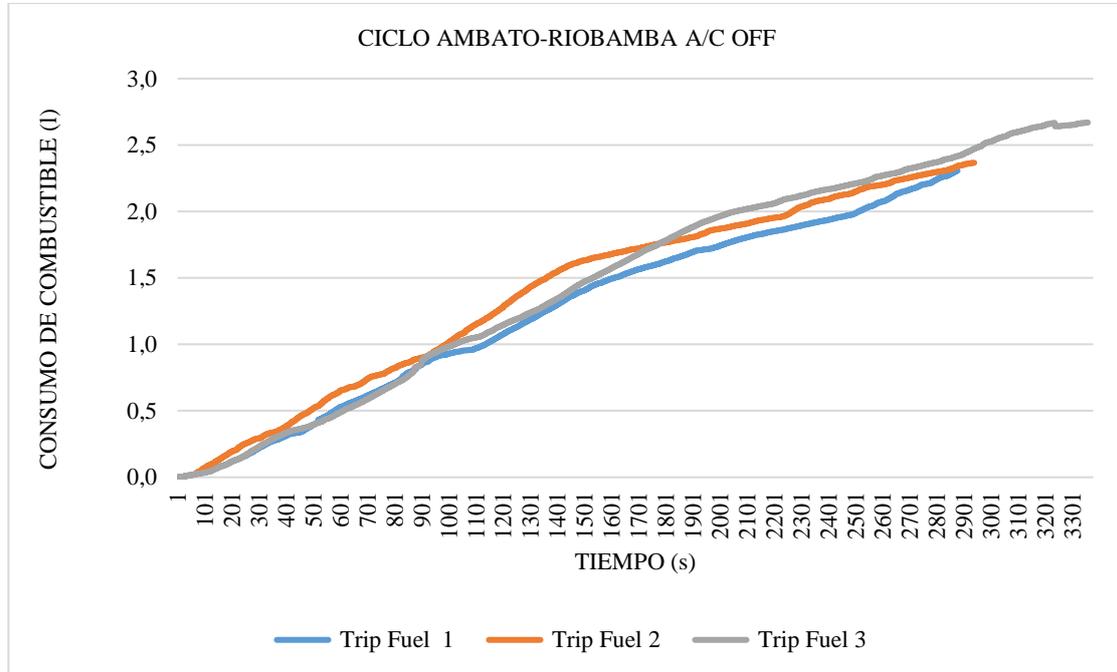


Gráfico 7-3: Consumo de combustible Ecopais A/C off en los 3 ciclos Ambato- Riobamba.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De los tres tramos se observa un más elevado consumo en el tramo 3 correspondiente a trip fuel 3, por las condiciones previas mencionadas.

3.3.4.2 Consumo de combustible instantáneo A/C ON

Trip fuel 1 correspondiente al primer tramo del ciclo 1 cuyo tiempo de viaje fue de 46 minutos (2760 s) y un volumen de 1.55 litros de combustible la cual se encuentra representada en la figura 8-4 con la curva de color azul, estos datos según la tabla 10-4 se obtuvieron con un nivel de tráfico bajo y con temperaturas entre 25 y 29 °C entre el punto inicial y final respectivamente.

Trip fuel 2 la cual se representa con un color naranja contiene los datos correspondientes al ciclo 2 del primer tramo de la tabla de datos 10-3, se puede observar que el tiempo de viaje fue de 54 minutos (3240 s) y su consumo volumétrico de combustible fue 2.18 litros con un nivel alto de tráfico y temperaturas de entre 30 y 27 °C en los puntos inicial y final.

Trip fuel 3 representa la curva del ciclo 3 en el tramo mencionado, se lo puede visualizar en la gráfica con un color gris con un tiempo de viaje de 51 minutos (3060 s) y un consumo de 1.975

litros de combustible, con un nivel de tráfico medio y temperaturas que comprenden entre los 31 y 27 °C.

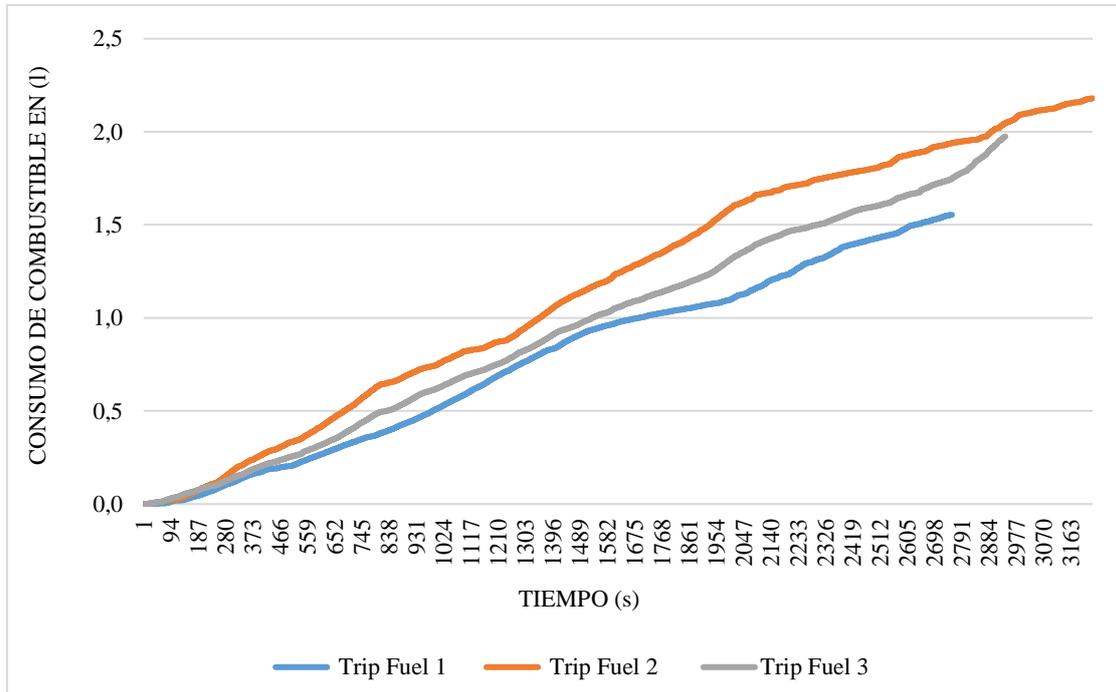


Gráfico 8-3: Consumo de combustible Ecopaís A/C on en los 3 ciclos Ambato- Riobamba.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De los tres tramos se observa un más elevado consumo en el tramo 2 correspondiente a trip fuel 2.

3.4 Comparación gráfica entre VSP, consumo y altura

Las siguientes gráficas hacen referencia al consumo y su comportamiento en función de la altitud, así como también la comparación entre el VSP y la altura, lo cual también sirve como referencia para validar los datos obtenidos.

Para el presente análisis se tomó un ciclo que consta de 2 tramos para mostrar el comportamiento e interpretar de mejor manera las curvas características de consumo, siendo parte también importante para la validación de la hipótesis.

Los datos que hacen posible los cálculos de los valores de VSP se obtienen mediante la adquisición de datos en tiempo real con el apoyo del puerto OBD-II, así como también del dispositivo ELM 327 y la aplicación móvil OBD FUSION.

3.4.1 Extra tramo 1 Riobamba – Ambato A/C ON

3.4.1.1 Altura – consumo instantáneo

El punto inicial para la toma de datos tiene una altura de 2861 m.s.n.m, se emprendió el viaje hacia el punto final cuya altitud es de 2920 m.s.n.m, en dicho trayecto como se muestra en la figura 9-3 el consumo es mayor en el trayecto de ascenso, sin embargo, hay factores que pueden influir y variar el consumo en un mismo tramo tales como: congestiones vehiculares en la vía, semáforos, peaje, controles de carretera y otros factores, para una mejor visualización del comportamiento se ha analizado dividiendo el trayecto en tramos parciales, mientras que en el tramo de descenso se observa muy pocos picos altos de consumo y por lo tanto una disminución de consumo de combustible.

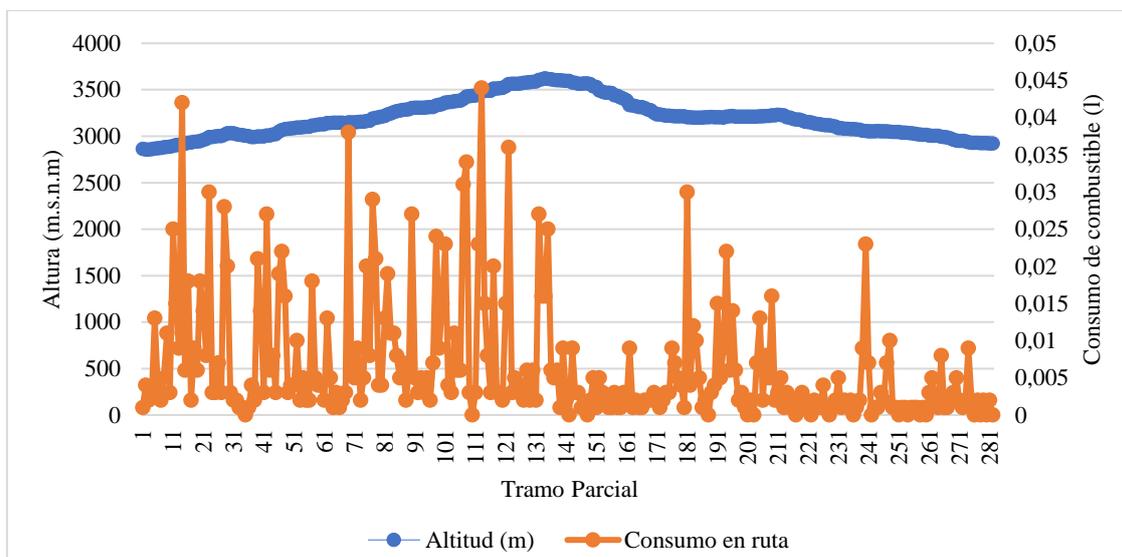


Gráfico 9-3: Altura vs Consumo en ruta A/C off en el ciclo 1 (Riobamba-Ambato)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.4.1.2 VSP – Altura

El VSP es una variable calculada en función de los datos mencionados en el apartado 3.8.2 la cual implica variables tales como pendiente, velocidad media y aceleración media, permitiendo obtener resultados más concretos dado que durante el cálculo se ha utilizado valores extraídos de forma digital a través del puerto OBD-II con la ayuda de la aplicación móvil OBD FUSION mientras el vehículo circula en el tramo seleccionado para este estudio, este parámetro permite observar la potencia que requiere el vehículo para desplazarse.

De manera similar a lo analizado en la gráfica 9-3 se determina que los valores de VSP positivos y altos están localizados en la sección de ascenso del tramo en estudio hasta el punto 136 según la gráfica a partir de ahí se muestra que los valores de VSP caen siendo incluso negativos esto se debe a la sección de descenso del tramo.

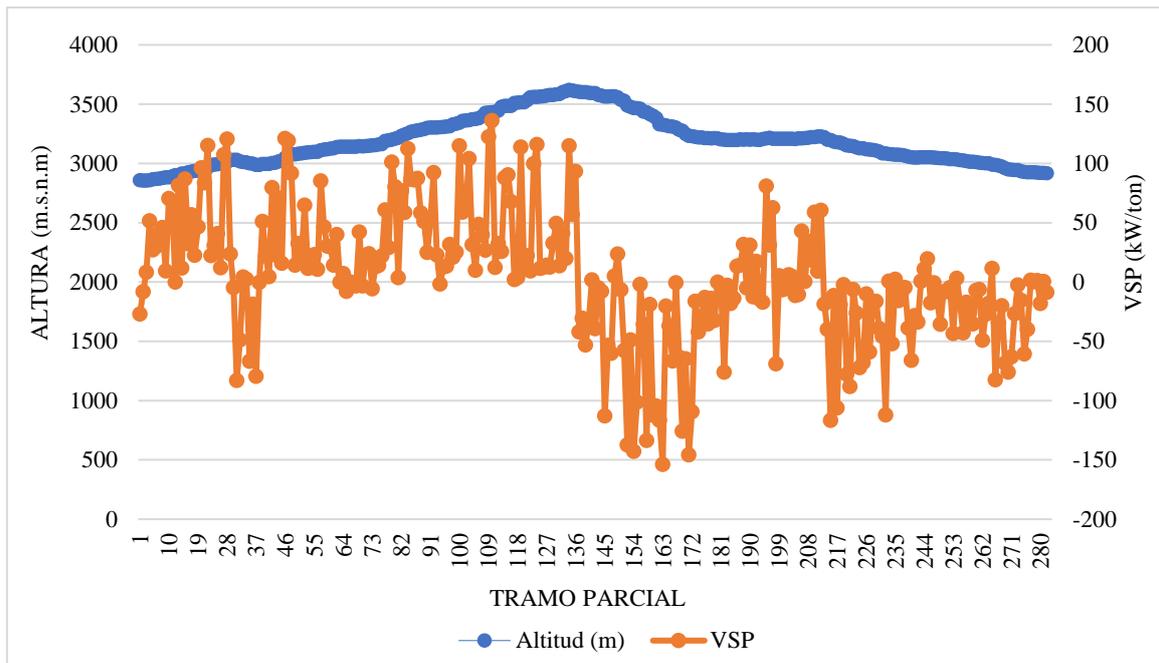


Gráfico 10-3: Altura vs VSP en el tramo 1 (Riobamba-Ambato)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.4.2 Extra tramo 2 Ambato - Riobamba A/C ON

3.4.2.1 Altura – consumo instantáneo

Para este tramo el punto de inicio se encuentra a 2890 m.s.n.m y el punto final a 2878 m.s.n.m en los tramos parciales correspondientes a la pendiente ascendente se observa un mayor consumo de combustible, como se puede observar en la gráfica 11-3, así mismo se observa un menor consumo en el tramo parcial descendente, el punto máximo de consumo se da en el punto 85 con un consumo correspondiente de 0.048 (l) o 48ml.

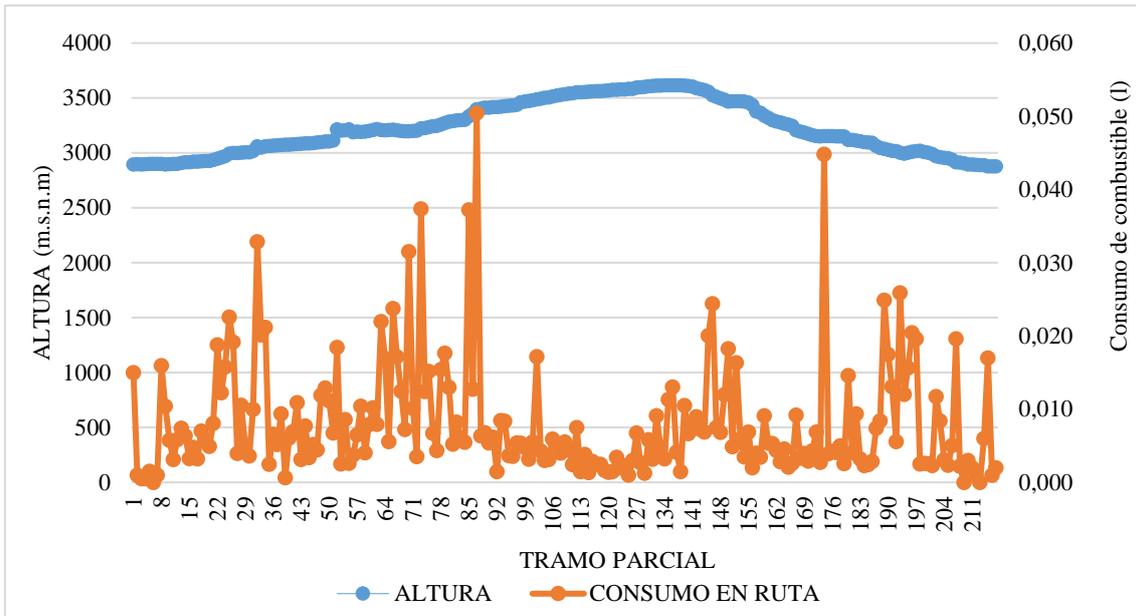


Gráfico 11-3: Altura vs Consumo en ruta tramo 2 (Ambato-Riobamba)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.4.2.2 Vsp – Altura

El patrón representado en la gráfica 12-3 es similar al mostrado en la gráfica 10-3 ya que la mayor cantidad de puntos con consumos altos se encuentran en los mismos puntos correspondientes a valores de VSP altos es decir mayores a cero.

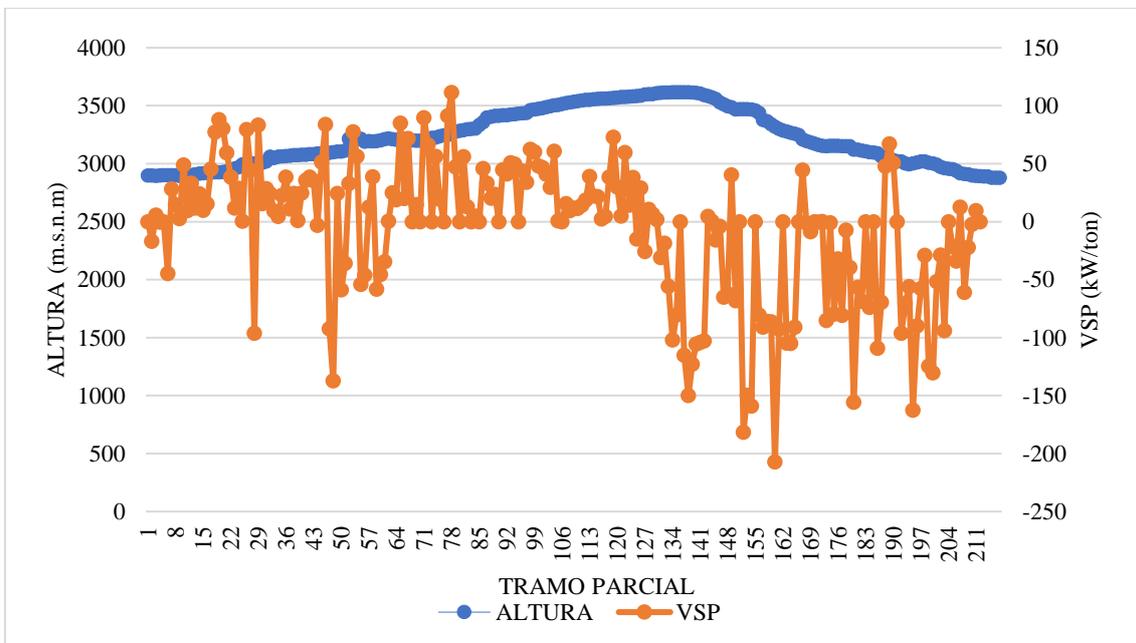


Gráfico 12-3: VSP vs Consumo de combustible A/C off en el ciclo 1 (Ambato-Riobamba)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.4.3 Comparación de gráficas utilizando promedio de datos entre vsp, altura y consumo instantáneo.

Debido a que las condiciones de VSP y consumo de combustible presentan patrones con las mismas características se presenta de forma general los cuatro consumos y estados del aire acondicionado, ambas variables con respecto a la altura donde se evidencia lo descrito en esta sección de comparación gráfica.

Los valores de VSP fueron calculados en función de la distancia cada 3 km dando como resultado 15 tramos parciales volviendo más sencilla su comparación.

3.4.3.1 Tramo 1 Riobamba-Ambato

Análisis de altura vs consumo instantáneo en ruta.

Para el análisis que se presenta a continuación se utilizaron los datos de consumo obtenidos del puerto OBD II con la aplicación descrita anteriormente, los cuales se promediaron en función de la ruta, estado de accionamiento del A/C así como también el tipo de combustible y los tramos parciales utilizados en el cálculo de los VSP, obteniendo así la gráfica que se presenta a continuación, donde de forma general los picos altos de consumo se encuentran en la pendiente de ascenso esto se debe principalmente al uso constante y progresivo del acelerador así como también las marchas de 1ra, 2da y 3ra según la demanda de potencia que el nivel de pendiente y tráfico existente lo demanden.

Por otro lado, en la pendiente de descenso se observa una caída de consumo de combustible esto se debe a que la demanda de combustible por parte del motor es menor, no existen aceleraciones ni cambios de velocidad bruscos, de la misma manera las marchas que se utilizaron fueron entre 4ta, 5ta y 6ta conocidas como marchas largas ya que proporcionan una mayor velocidad con poca demanda de potencia y energía del motor.

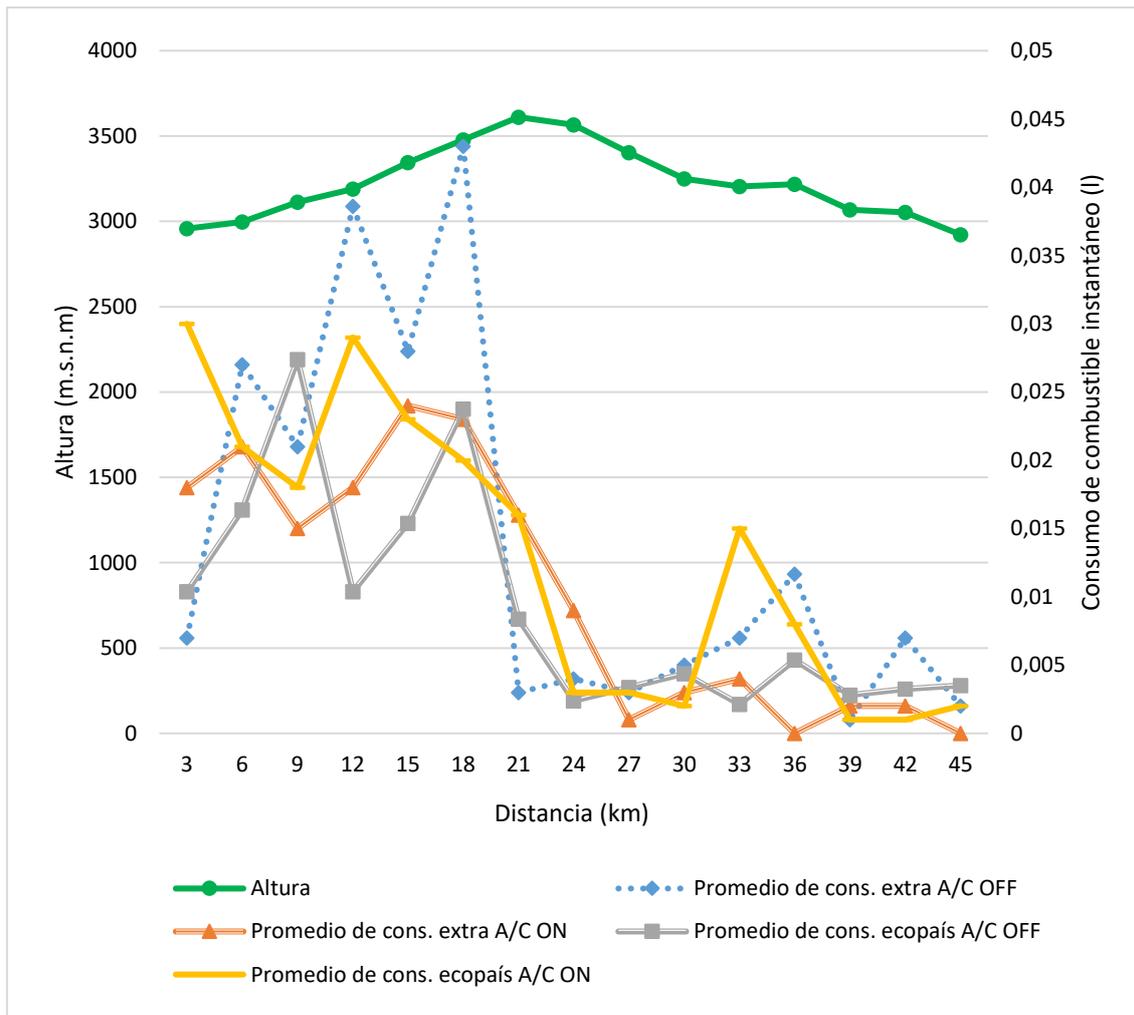


Gráfico 13-3: Altura vs Consumo en ruta tramo 1 (Riobamba-Ambato)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Análisis de altura vs VSP

Utilizando los datos obtenidos con la aplicación OBD FUSION los cuales constan de altura, distancia de viaje, velocidad y aceleración se procedió al cálculo de los bin de VSP, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente gráfica, donde se observa la mayor cantidad de bin con valores elevados se encuentran en la parte de ascenso de pendiente del tramo 1 en estudio.

De la manera similar se observa que en la pendiente de descenso los valores del bin calculado caen e incluso son valores inferiores a cero.

Se puede decir que el consumo está ligado al valor de VSP y es directamente proporcional en relación con el ascenso y descenso por lo que a mayor valor positivo de VSP mayor cantidad de consumo y a menor valor de VSP en este caso los valores negativos indican un consumo de combustible menor.

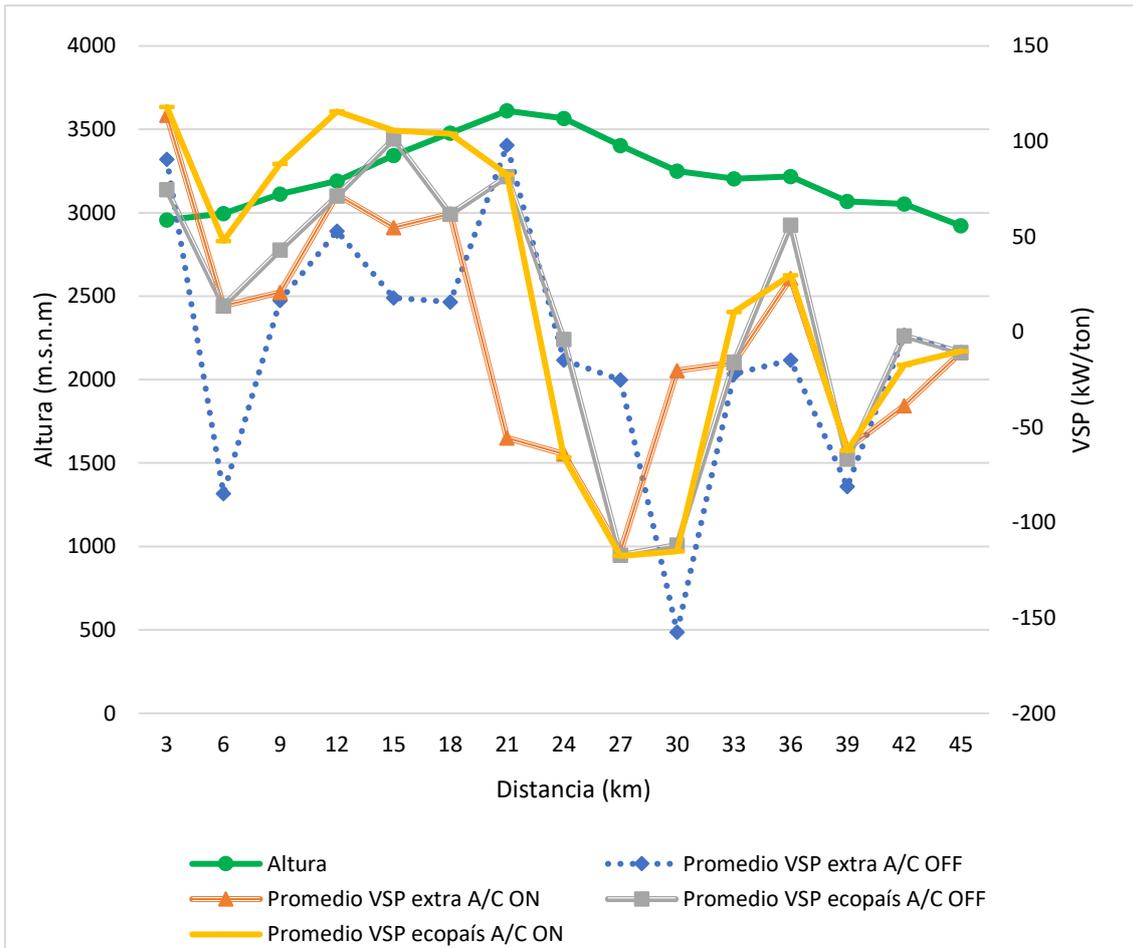


Gráfico 14-3: Altura vs VSP tramo 1 (Riobamba-Ambato)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.4.3.2 Tramo 2 Ambato – Riobamba

Análisis de Altura vs Consumo en ruta

En el tramo 2 que compone la ruta en estudio nuevamente se puede observar los mismos patrones que los presentados en el tramo 1, permitiendo así establecer la relación existente entre el consumo de combustible en ruta y la altura o pendiente.

De acuerdo a las graficas de consumo obtenidas de los datos recolectados se observa que el combustible extra en estado de funcionamiento del aire acondicionado ON es el más eficiente, esto se verificara mas adelante con el análisis estadístico realizando un análisis de varianza y posteriormente un test de comparación de Duncan.

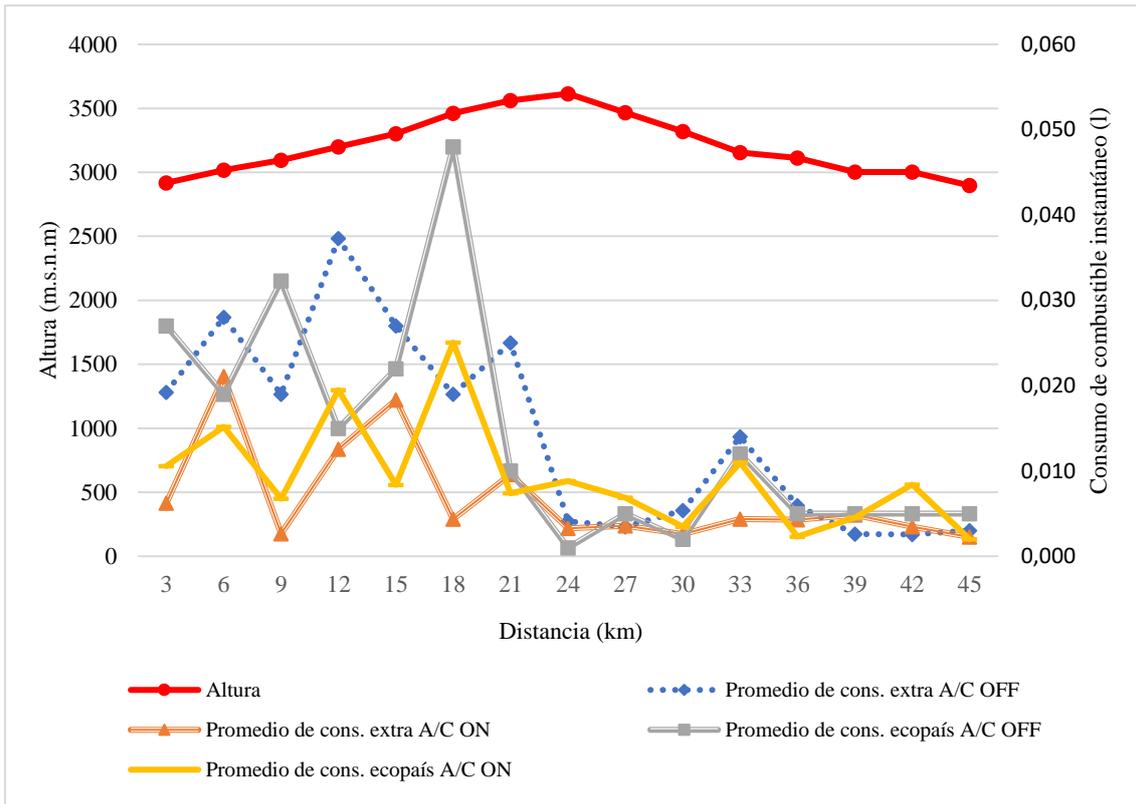


Gráfico 15-3: Altura vs Consumo en ruta tramo 2 (Ambato-Riobamba)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Análisis de altura vs VSP

Tanto los valores positivos como negativos de los bin de VSP calculados para este tramo presentan similitud con la gráfica 14-3 con respecto a la ubicación de estos, positivos en la sección de ascenso y negativos en el descenso. Al encontrarse valores negativos en la zona de ascenso es preciso aclarar que esto se debe a la presencia de semáforos en esa sección del tramo por lo que se debe desacelerar, esto explica la particularidad de la curva en los puntos 3 y 5 por obvias razones no en todos los viajes el semáforo estuvo en rojo lo que explica que una curva ese valor sea positivo y en la otra curva ese valor posea signo negativo.

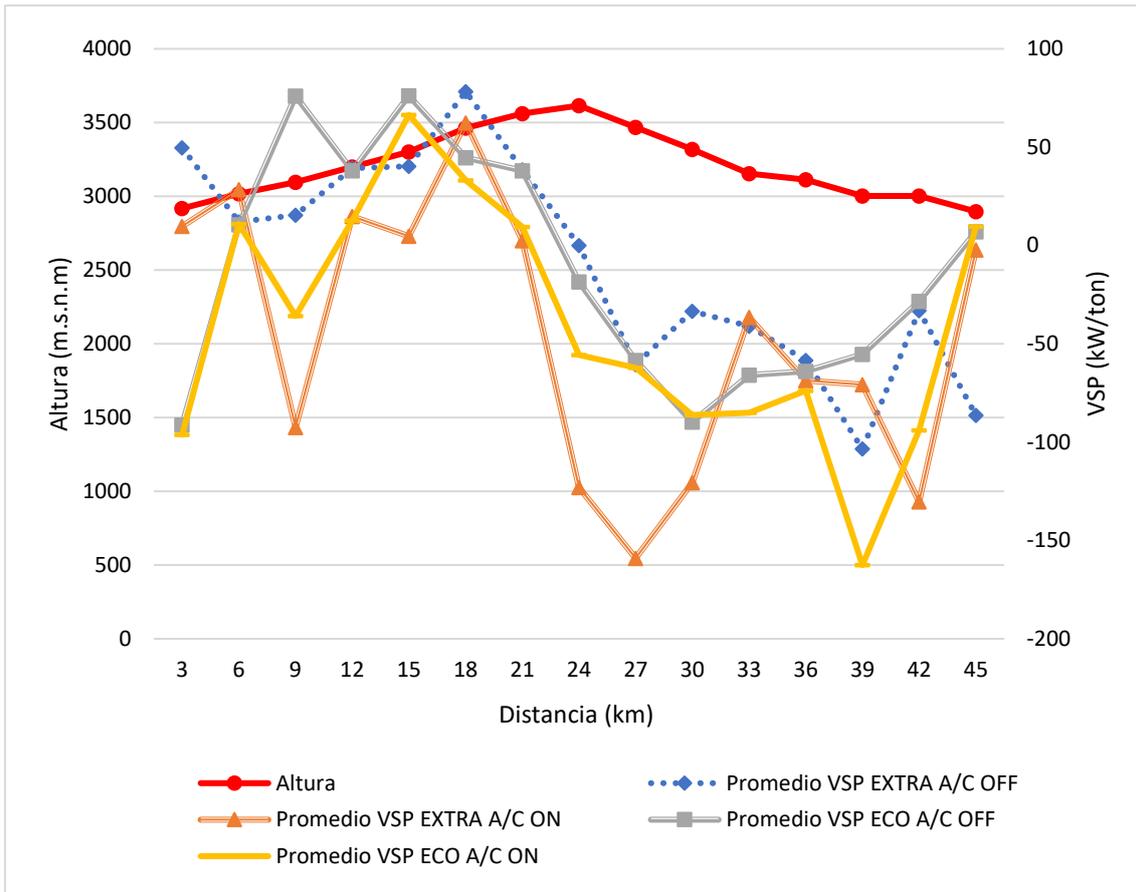


Gráfico 16-3: Altura vs VSP tramo 2 (Ambato-Riobamba)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El cálculo de VSP permite observar la potencia que se utiliza para mover el vehículo en cierto instante esto lo podemos observar en las gráficas 14-3 y 16-3 tanto para el tramo 1 como para el tramo 2, en los cuales a pesar de ser diferentes se puede observar que los valores positivos más altos se encuentran en la pendiente de ascenso salvo algunas excepciones que pueden incluir niveles de tráfico altos en los cuales se tenga que reducir la velocidad bruscamente o trabajos en la vía que obliguen al vehículo a detenerse, por otro lado los valores menores a cero se encuentran en la parte de descenso, pueden también existir valores iguales a cero esto sucede cuando el vehículo se encuentra detenido en estado de ralentí.

Si comparamos las gráficas 13-3 y 14-3 se evidencia que existe un mayor consumo en la sección de altura correspondiente al tramo, lo mismo sucede ahora con los valores positivos de VSP que se encuentran en la misma sección, lo que plantea que existe una relación directa de proporcionalidad entre estas 2 variables.

En la sección de descenso se observa como los valores de consumo de combustible bajan; al igual que los valores VSP se convierten en negativos, los bajos niveles de consumo se deben al corte de inyección con el que vienen equipados los automóviles modernos generalmente se activa en

pendientes de descenso, en función de la posición el pedal del acelerador, la velocidad, las rpm del motor; nuestro vehículo se mantiene encendido gracias a la inercia, aparte de ser un método de ahorro de combustible también protege al vehículo y sus ocupantes.

3.5 Análisis estadístico

3.5.1 Comprobación de datos

Una vez recolectado los datos de acuerdo al proceso y número de pruebas preestablecido, se analizan para determinar si están dentro del rango aceptable, entre el límite superior e inferior dado que este estudio es pionero en esta región del país no se cuenta con este tipo de información, por lo que es necesario realizar los cálculos de los límites mencionados y determinar la estabilidad de la media y la variación de adquisición de datos de consumo de combustible en la ruta establecida, todos estos cálculos se facilitan con el uso del software minitab y la gráfica de control I-MR.

3.5.1.1 Cartas de control I-MR para combustible extra

Al observar el informe proporcionado por el software Minitab referente a la carta de control para datos individuales I-MR podemos afirmar con seguridad que los datos adquiridos en ruta referente al combustible extra tanto en condiciones de aire acondicionado activado (A/C ON) gráfico 17-3 como con aire acondicionado desactivado (A/C OFF) gráfico 18-3, son estables con respecto a la media y la variación ya que todos los puntos analizados se encuentran dentro de los límites calculados, la desviación estándar para A/C ON es de 0.13644 litros, su valor máximo de consumo es de 2.608 litros y un valor mínimo de 1.289 litros con una media de 1.948 litros y para A/C off es de 0.18886 litros, el límite máximo calculado es de 2.911 litros, un límite inferior de 1.422 litros y una media de 2.167 litros.

Se utilizan límites calculados puesto que no existe una norma o estudio previo que nos proporcione información para tomarlos como referencia máxima y mínima de consumo de combustible.

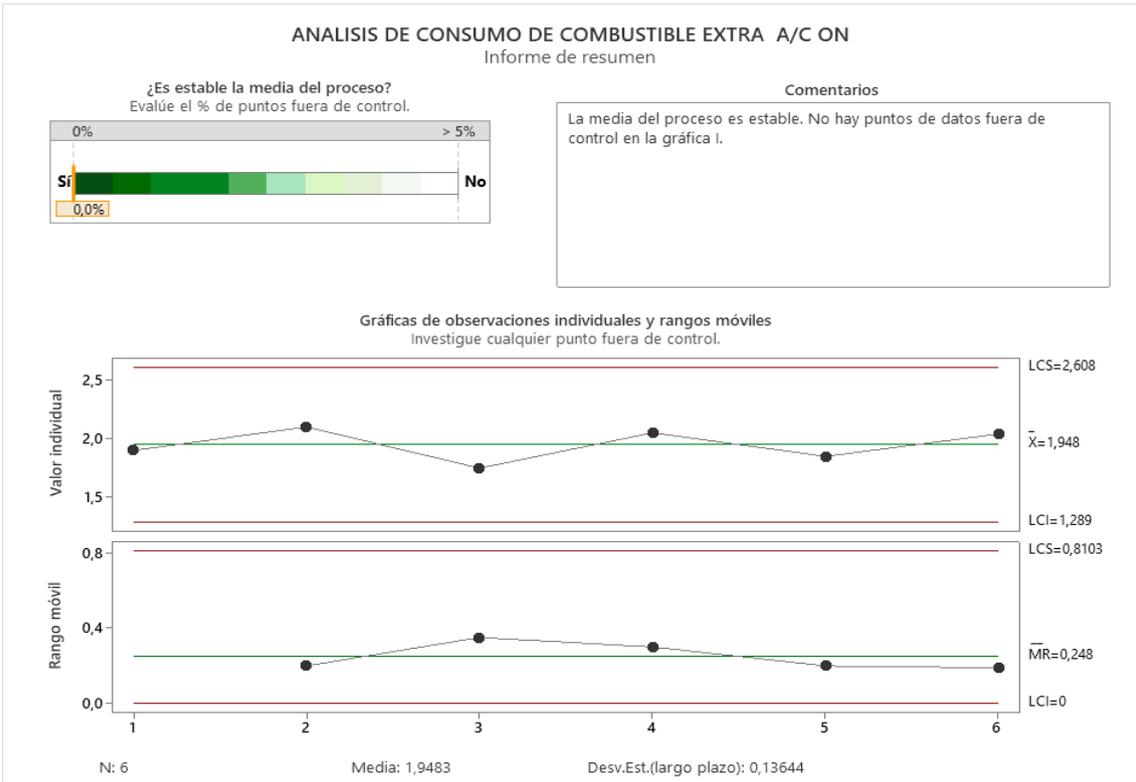


Gráfico 17-3: Carta I-MR del volumen real de combustible extra consumido A/C on
Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

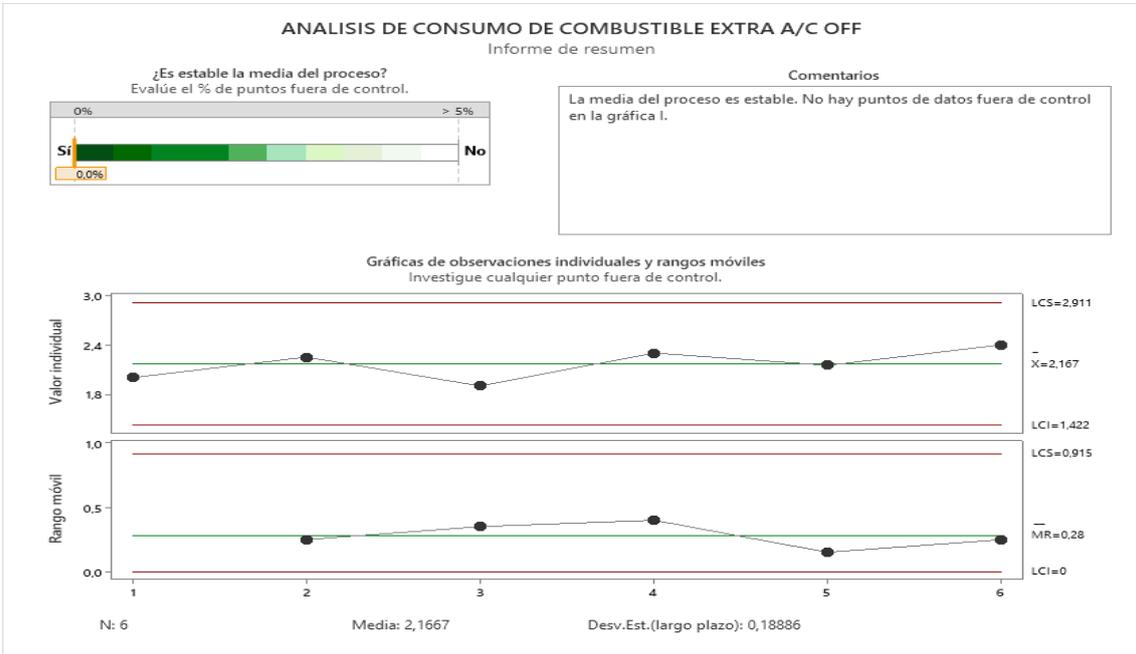


Gráfico 18-3: Carta I-MR del volumen real de combustible extra consumido A/C off.
Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.1.2 Cartas de control I-MR para combustible Ecopaís.

Los datos de combustible Ecopaís recolectados y analizados con el software Minitab aplicando la carta de control antes descrita, presentan un proceso estable tanto en condiciones de A/C ON como en A/C OFF como se puede apreciar en el gráfico 19-3 cuyos límites calculados máximo y mínimo corresponden a 2.749 y 1.685 litros respectivamente, así como también una media de 2.217 litros y una desviación estándar de 0.23166

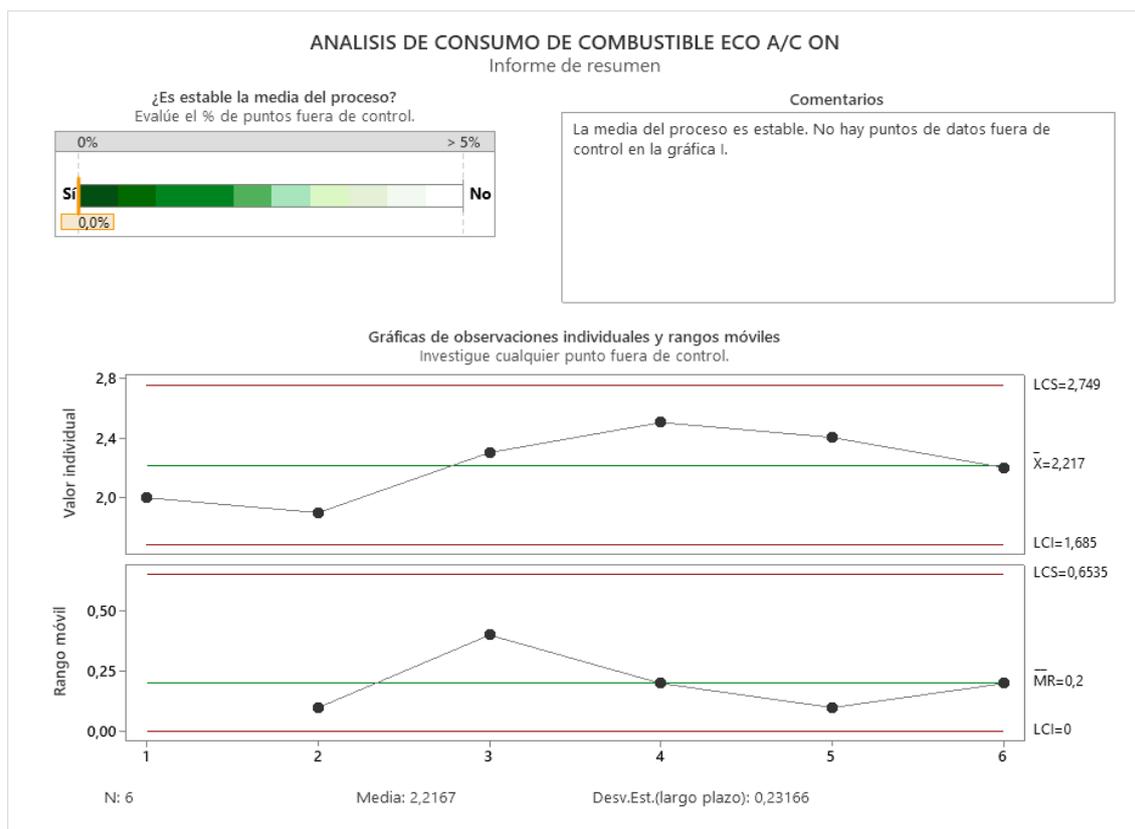


Gráfico 19-3: Carta I-MR del volumen real de combustible Ecopaís consumido A/C ON.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La gráfica 20-3 muestra los resultados al aplicar la carta a los datos combustible ecopaís en condiciones de A/C OFF en la cual se observa que los datos se encuentran dentro de los límites calculados, la desviación estándar es de 0.24427 litros con respecto a la media de 2.633 litros, un límite máximo de 3.351litros y un mínimo de 1.915 litros con esto se determina la estabilidad del proceso lo cual proporciona seguridad en la validación de datos para el presente estudio.

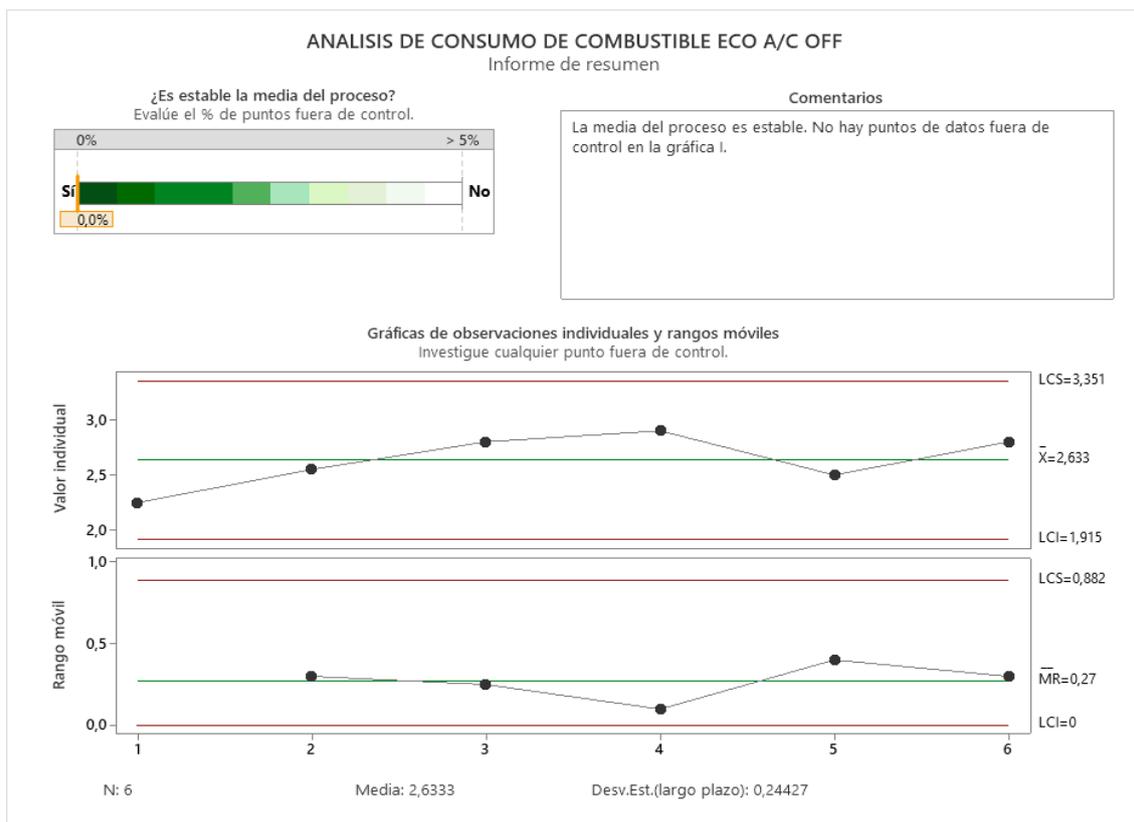


Gráfico 20-3: Carta I-MR del volumen real de combustible Ecopaís consumido A/C off.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2 Análisis de la varianza.

El análisis mostrado en las tablas mostradas a continuación, fueron realizados usando el software para análisis estadístico Infostat el cual facilitó los cálculos pertinentes.

3.5.2.1 Análisis de consumo de combustible en el tramo 1 (Riobamba-Ambato)

Para este análisis se consideró los consumos de combustible obtenidos durante la recolección de datos por medio del equipo Jet Cleaner, tanto con combustible Ecopaís y extra en condiciones de A/C ON y A/C OFF dando un total de 12 muestras con un valor R^2 lo cual indica que el 73% de muestras o datos se ajustan al modelo y un valor de Coeficiente de variación de 8,73.

Tabla 11-3: Muestras del tramo 1

Tramo 1	Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Riobamba-Ambato	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	12	0,73	0,63	8,73

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los valores p indicados en la tabla 12-3 tanto para el modelo como el tipo de combustible muestran una igualdad para la ración lo que muestra que esta es la única fuente de variación para el modelo usado. El valor de $p=0.0109$ para el consumo de combustible indica que existe una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 12-3: Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,78	3	0,26	7,37	0,0109
COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	0,78	3	0,26	7,37	0,0109
Error	0,28	8	0,04		
Total	1,06	11			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los resultados presentados en la tabla 13-3 son contundentes e indican que el consumo entre los combustibles extra en condiciones de A/C ON y extra en condiciones de A/C OFF son estadísticamente iguales ya que no presentan diferencias significativas, al igual que el combustible de tipo Ecopaís en condiciones iguales a las mencionadas, pero el que representa un mayor rendimiento en este tramo es el combustible Extra en condiciones de A/C ON ya que posee un valor de media inferior a los demás analizados, estos resultados son más evidentes y de fáciles de comprender observando la gráfico 21-3.

Tabla 13-3: Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0352 gl: 8

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias	n	E.E.		
EXTRA A/C ON	1,83	3	0,11	A	
EXTRA A/C OFF	2,02	3	0,11	A	B
ECOPAÍS A/C ON	2,23	3	0,11		B C
ECOPAÍS A/C OFF	2,52	3	0,11		C

Fuente: Autor

Realizado por: (Eugenio, 2020)

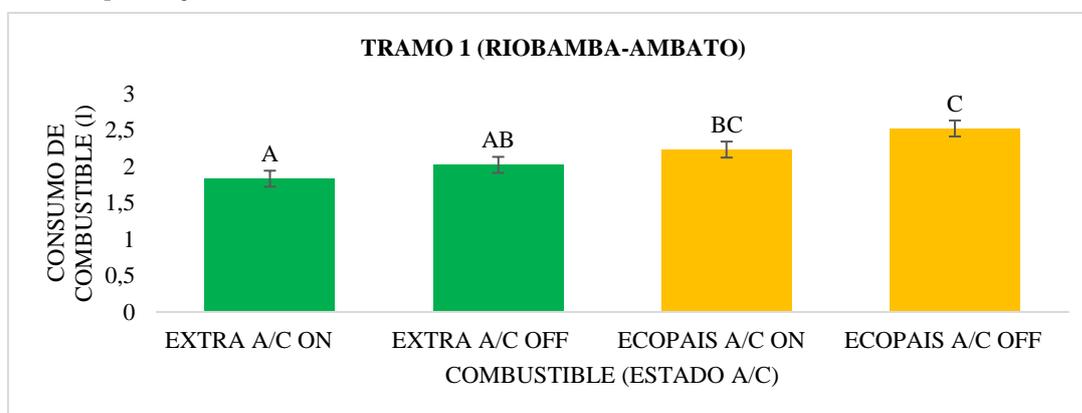


Gráfico 21-3: Representación de los resultados de la tabla 13-4.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

En lo correspondiente al tramo 1 (Riobamba-Ambato) se observa que no existe una diferencia significativa entre los valores de media de consumos de combustible extra en condiciones A/C ON y A/C OFF cuya media de consumos es del 36,6 y 40,4% respectivamente, razón por la cual el test de Duncan los considera homogéneos y los clasifica en un mismo grupo, bajo esta premisa se puede considerar que las condiciones de uso del A/C del vehículo no influye en el consumo de combustible en la ruta de tipo perimetral, esto es relativamente inferior al presentado en estudios similares en el cual se obtuvo una diferencia del 6,3% según los datos recolectados a una altura máxima de 2530 m.s.n.m por (Acosta & Tello, 2016) en la ciudad de Quito.

La comparación entre el combustible ecopaís en condiciones de A/C ON Y OFF con el test mencionado anteriormente, revela que no existe una diferencia significativa entre la media de consumos de combustibles, pues se encuentran dentro de un mismo grupo, el consumo en condiciones de A/C ON fue del 44,6% y en condiciones de A/C OFF fue de 50,4% existiendo una diferencia del 5,8 %, lo que se asemeja al resultado obtenido por (Khan & Frey, 2019) que fue del 6% considerando que fue a una menor altura y con combustible de similar octanaje.

En el tramo 1 en lo referente a la comparación de la media de consumos entre extra y ecopaís en condiciones de A/C ON se observa una diferencia significativa determinada al aplicar el test de Duncan, de 33,6 y 44,6% respectivamente el cual muestra una variante del 8%, según el estudio presentado por (Darío et al., 2018) en el cual indica una diferencia de consumo entre combustible E0 y E10 de 8,07%, siendo la que emite menor contaminación el combustible mezclado con etanol, cabe mencionar que dicho estudio se realizó sin el uso de A/C.

El análisis realizado para el tramo 1 entre la media de combustible extra y ecopaís en condiciones de A/C OFF muestra una diferencia significante por ende el test los clasifica en grupos diferentes para el combustible extra se tiene un consumo equivalente al 40,4% mientras que para ecopaís se tiene un 50,4%, su diferencia es del 10%, según el estudio presentado por (Vidal, 2009) indica que la mezcla de gasolina con etanol (5%) reduce el rendimiento del combustible en un rango del 1 al 5%.

Según lo estipulado en la tabla 13-3, para el tramo 1 se observa claramente una diferencia significativa entre el valor de la media de las muestras en análisis para el combustible extra en condiciones de A/C ON y ecopaís A/C OFF los cuales fueron del 36,6 y 50,4% respectivamente presentado una diferencia del 13,8 % el cual es mucho mayor al hallado en condiciones de A/C iguales, según el estudio presentado por (Rondón et al., 2021), el consumo de combustible mezclado con etanol puede incrementarse hasta un 28,55% esto puede ser consecuencia de la reducción del poder calorífico del combustible con el aumento de etanol es indispensable mencionar que este resultado se obtuvo con una mezcla de etanol del 10%.

El análisis comparativo del tramo 1 entre el combustible ecopaís en condiciones de A/C ON y el combustible extra en condiciones de A/C OFF presentan estadísticamente la ausencia de diferencia significativa puesto que el test de Duncan los ubica en un mismo grupo su diferencia es apenas del 4,2%.

3.5.2.2 Análisis de consumo de combustible en el tramo 2 (Ambato-Riobamba)

Los datos para el análisis del tramo 2 del ciclo fueron tomados y analizados de la misma forma que los del tramo 1 para ello se obtuvieron un total de 12 muestras con un 75% de datos que se ajustan al modelo y un coeficiente de variación de 7.71 como se puede observar en la tabla 14-3.

Tabla 14-3: Muestras del tramo 2

TRAMO 2	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ambato-Riobamba	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	12	0,75	0,66	7,71

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De la tabla 15-3 cuyo valor $p=0.0081$ para el modelo y tipo de combustible se observa una igualdad, debido a esto se deduce que es la única fuente de variación para el modelo en uso. El valor de $p=0.0081$ para los consumos de combustible indica que existe al menos una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 15-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,79	3	0,26	8,18	0,0081
COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	0,79	3	0,26	8,18	0,0081
Error	0,26	8	0,03		
Total	1,05	11			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Si observamos el apartado de clasificación definido por el test de Duncan presentado en la tabla 16-3 la letra A representa a 3 de los grupos que incluyen los 2 tipos de combustible en distintas condiciones de uso de A/C, recordemos que las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) los cuales son estadísticamente iguales y se recomendaría el uso de cualquiera de los tres, pero si observamos el gráfico 22-3 podemos determinar que la que presenta un mayor rendimiento en la ruta seleccionada es la de tipo extra en condiciones de A/C ON.

Si observamos el apartado de clasificación definido por el test de Duncan presentado en la tabla 16-3 la letra A representa a 3 de los grupos que incluyen los 2 tipos de combustible en distintas condiciones de uso de A/C, recordemos que las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) los cuales son estadísticamente iguales y se recomendaría el uso de cualquiera de los tres, pero si observamos el gráfico 22-3 podemos determinar que la que presenta un mayor rendimiento en la ruta seleccionada es la de tipo extra en condiciones de A/C ON.

Tabla 16-3: Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0323 gl: 8

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias	n	E.E.	
EXTRA A/C ON	2,06	3	0,10	A
ECOPAÍS A/C ON	2,20	3	0,10	A
EXTRA A/C OFF	2,32	3	0,10	A
ECOPAÍS A/C OFF	2,75	3	0,10	B

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Si observamos el apartado de clasificación definido por el test de Duncan presentado en la tabla 16-3 la letra A representa a 3 de los grupos que incluyen los 2 tipos de combustible en distintas condiciones de uso de A/C, recordemos que las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) los cuales son estadísticamente iguales y se recomendaría el uso de cualquiera de los tres, pero si observamos el gráfico 22-3 podemos determinar que la que presenta un mayor rendimiento en la ruta seleccionada es la de tipo extra en condiciones de A/C ON.

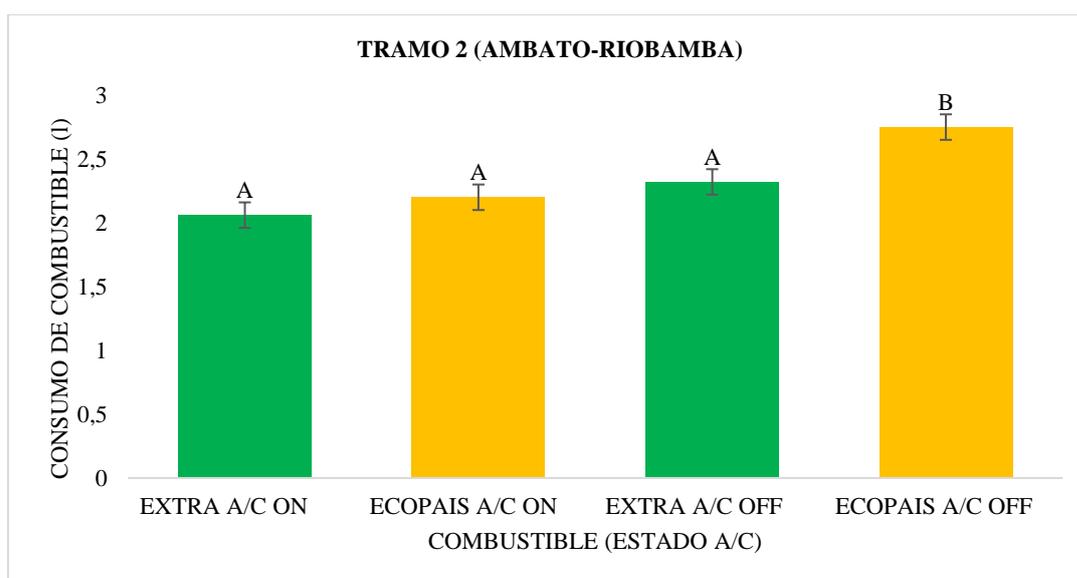


Gráfico 22-3: Representación de los resultados de la tabla 16-4.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

En el tramo 2 (Ambato-Riobamba) se puede observar una mayor homogeneidad entre la media de las muestras comparadas a excepción de una que corresponde al combustible ecopaís en condiciones de A/C OFF y es diferente a todas las anteriores.

La comparación realizada por el test de Duncan para el tramo 2 entre las medias de las muestras recolectadas de combustible extra en condiciones de A/C ON y A/C OFF afirma que no existe diferencia significativa y las clasifica en un mismo grupo, pues su diferencia es apenas del 3%, para (Mogro & Huertas, 2020), la diferencia de consumos en estas condiciones varía dependiendo del vehículo de prueba entre un 6 y 15%, estos valores fueron obtenidos a una altura de 540 m.s.n.m en el área metropolitana de Monterrey.

El análisis comparativo aplicado al tramo 2 con combustible Ecopaís en condiciones de A/C ON y A/C OFF indican una diferencia de 10,4% razón por la cual el tes de Duncan los clasifica en grupos diferentes, el mayor consumo de combustible se encuentra en condiciones de A/C OFF con un 55% mientras que en condiciones de A/C ON se muestra un consumo menor con un 44,6%, la diferencia obtenida en este estudio es mayor al determinado por (Khan & Frey, 2019), cuya diferencia es de un 6% en condiciones similares pero a alturas inferiores y un porcentaje de mezcla de etanol superior al utilizado en este análisis.

Para el análisis respectivo al consumo de combustible entre Extra y Ecopaís en condiciones de A/C OFF se determina un mayor consumo en el combustible Ecopaís con un 55% mientras que con combustible Extra el consumo es del 44% lo que marca una diferencia significativa del 11%, según el estudio presentado por (Zhu et al., 2016), la diferencia de consumos entre la gasolina en estado puro y mezcla de gasolina con 10% de etanol en arranque frio y caliente se encuentran entre el 5,9 y 6,3% respectivamente, estos datos fueron recolectados también en tiempo real en ruta.

La diferencia de consumo entre combustible Extra y Ecopaís en condiciones de A/C ON muestran una mínima diferencia del 2,4% por lo que el test de comparación de Duncan los clasifica en un mismo grupo, además que se observa una disminución de consumo en relación a estos combustibles en condiciones de A/C OFF presentando así una diferencia del 8.6%.

3.5.2.3 Análisis de temperatura de refrigerante.

Tras recolectar los datos mediante el puerto OBD – II se obtuvo 24 muestras mismas que se presenta en el análisis de varianza y se determina que un 65% del cumulo de datos se ajustan al modelo como se muestra en la tabla 17-3, por otra parte mediante el test de Duncan mostrado en la tabla 18-3 se deduce de que el motor se mantiene a una temperatura más baja mientras el aire acondicionado está en estado OFF independientemente del tipo de combustible, sin embargo con

el otro estados se puede evidenciar un ligero incremento del 1.25%, el cual no quiere decir que el vehículo se vaya a recalentar ni a sufrir daños, es normal que al mantener activado el aire acondicionado se eleve ligeramente la temperatura de refrigerante puesto que se le agrega una carga al motor, generalmente esto se presenta en la pendiente de ascenso.

El análisis es aplicado al total de muestras recolectadas siendo estas 24 con un ajuste R^2 del 65% y un coeficiente de variación de 0.40.

Tabla 17-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEMPERATURA REFRIGERANTE	24	0,65	0,58	0,40

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 18-3 muestra el resultado de la aplicación de del test de Duncan al total de datos observando que existe diferencias significativas entre las medias de los datos en comparación, claramente se evidencia una igualdad entre los datos de extra y ecopaís en condiciones de A/C OFF representados por la letra de agrupación A, mientras que existe una diferencia entre con respecto al resto de datos, los cuales a su vez muestran una igualdad estadística en condiciones de A/C ON representados por la letra de agrupación B.

Tabla 18-3: Test: Duncan Alfa=0,05; Error; 0,0514 gl: 19

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias	n	E.E.	
EXTRA A/C OFF	89,32	6	0,015	A
ECOPAÍS A/C OFF	89,64	6	0,015	A
EXTRA A/C ON	90,12	6	0,015	B
ECOPAÍS A/C ON	90,45	6	0,015	B

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

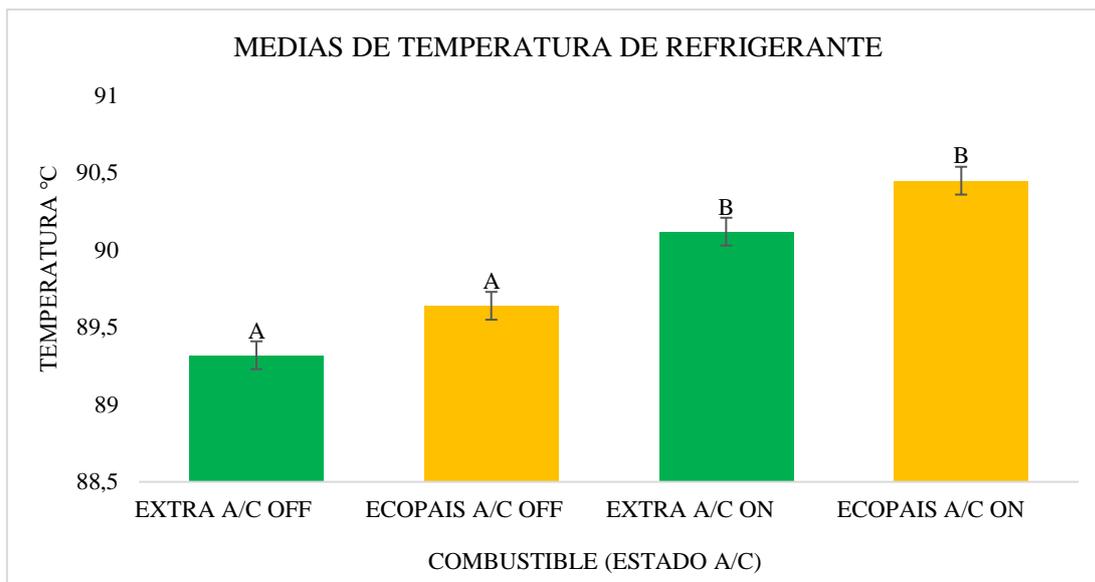


Gráfico 23-3: Representación de los resultados de la tabla 18-3.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Un factor primordial es la temperatura del refrigerante durante el funcionamiento del motor, de acuerdo con la adquisición de los datos se presume que la temperatura registrada es menor con una variación mínima cuando el aire acondicionado está desactivado, tomando en consideración que un motor es más eficiente cuando éste funciona en los rangos establecidos por el fabricante, viéndose reflejado directamente en el consumo del combustible.

3.5.2.4 Análisis de temperatura ambiente

Al igual que los anteriores análisis se tomaron la totalidad de los datos para visualizarlos de forma general por ende el número de datos es de 24, los mismos que fueron tomados con la ayuda de un termohigrómetro al iniciar y finalizar la prueba en ruta, para comparar las medias estadísticas se utiliza el mismo método utilizado anteriormente.

Tabla 19-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEMPERATURA AMBIENTE	24	0,18	0,05	5,63

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Tabla 20-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,53	3	3,51	1,43	0,2645
COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	10,53	3	3,51	1,43	0,2645

Error	49,21	20	2,46
Total	59,74	23	

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El p valor elevado sugiere la aceptación de la hipótesis propuesta ya que es mayor al intervalo de confianza utilizado en este análisis cuyo valor es de 0.05.

Tabla 21-3: Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 2,4604 gl: 20

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias °C	n	E.E.	
ECOPAÍS A/C OFF	27,08	6	0,64	A
EXTRA A/C OFF	27,33	6	0,64	A
ECOPAÍS A/C ON	28,33	6	0,64	A
EXTRA A/C ON	28,67	6	0,64	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 21-3 muestra que no existe una diferencia significativa entre las medias de temperatura ambiente, dado que no existe una letra diferente en la forma en que las clasifica esta prueba.

Por lo que se puede deducir que con cualquiera de las temperaturas presentadas se obtendría un resultado igual o similar en lo que a toma de muestras de consumo de combustible se refiere, el gráfico 8-4 demuestra didácticamente lo mencionado.

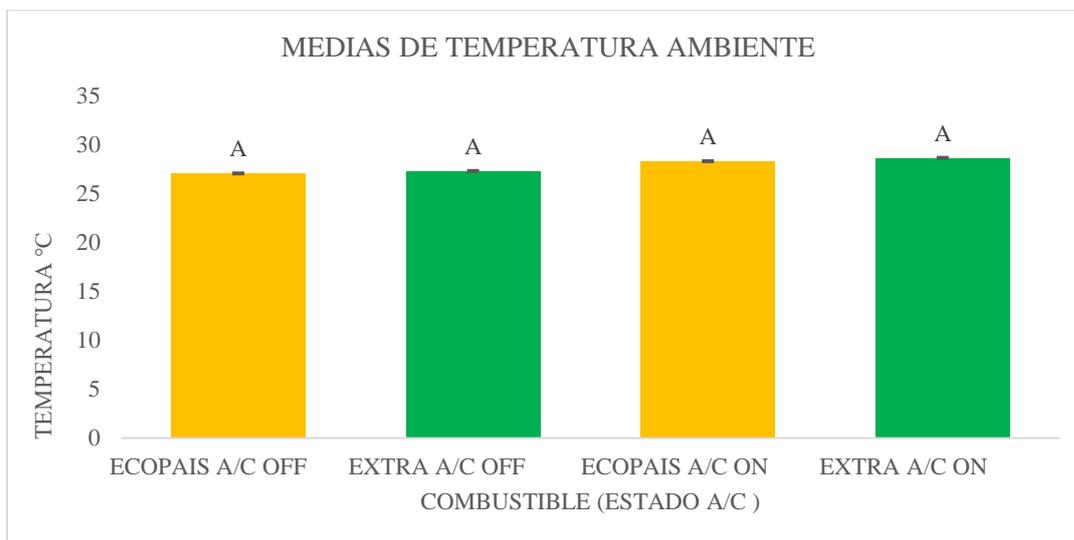


Gráfico 24-3: Representación de los resultados de la tabla 21-4.

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Con respecto a la temperatura ambiente, el resultado de la prueba de Duncan, indica de manera más clara que no presentan variables significativas por lo que no afecta directamente al consumo

de combustible, pero si a los ocupantes del vehículo, los cuales al sentir una sensación de calor se ven obligados a activar el aire acondicionado del vehículo para mantener el confort en el mismo.

3.5.2.5 Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C OFF

Para la comparación de datos reales y OBD se toman los datos correspondientes al tramo indicado y en condiciones de A/C OFF obteniendo una muestra de 6 datos a los cuales se aplica la prueba de Duncan para determinar sus diferencias o igualdades.

De acuerdo con lo mostrado por la tabla 22-3 los datos calculados por el software Infostat indican un valor R^2 de 0.18 por lo que se entiende que el 18% de muestras o datos se ajustan al modelo y un valor de Coeficiente de variación de 7.54.

Tabla 22-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo (l)	6	0,18	0,00	7,54

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los resultados mostrados en la siguiente tabla presentan un cálculo importante para predecir la diferencia significativa entre la media de los datos en estudio este se denomina p valor y es mayor a 0.05 lo cual indica una posible diferencia significativa.

Tabla 23-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	1	0,02	0,88	0,4005
Tipo de consumo	0,02	1	0,02	0,88	0,4005
Error	0,09	4	0,02		
Total	0,11	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 24-3 expresa la comparación de las medias de los datos realizado mediante la prueba de Duncan, con lo cual se determina que no existen diferencias significativas puesto que las letras de clasificación son iguales tanto para los reales como para los obtenidos mediante el puerto OBD.

Tabla 24-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0218 gl: 4

Tipo de consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	1,90	3	0,09	A
REAL	2,02	3	0,09	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La gráfica 25-3 representa los resultados obtenidos expresando un valor de 1.90 para la media de los datos OBD con un valor máximo de 2.1532 y un mínimo de 1.7994, de la misma manera para los datos reales mostrando un valor de 2.3167 para la media, así como también un valor máximo y mínimo de 2.4935 y 2.1398 respectivamente, todas las unidades en litros.

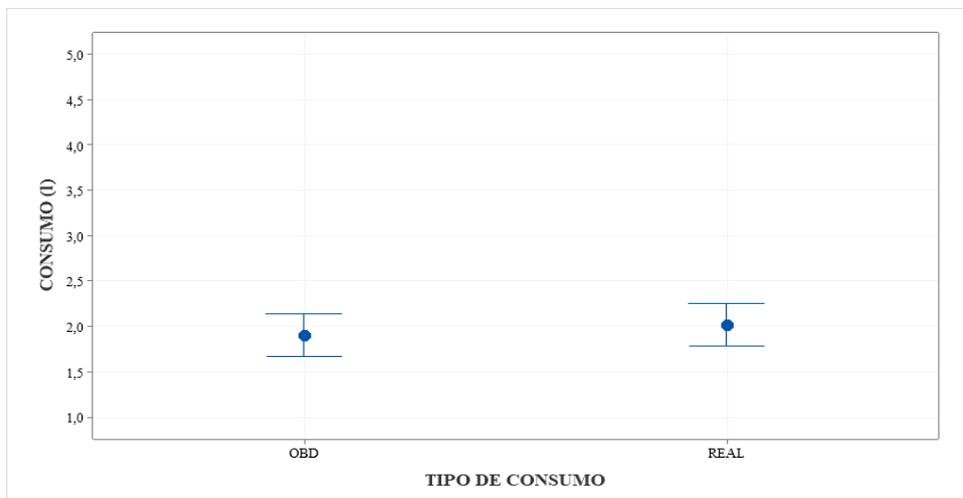


Gráfico 25-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.6 Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C OFF

Al igual que el análisis anterior el número de datos es de 6 con un R^2 de 78 % que indica el ajuste de los datos al modelo como se puede observar en la gráfica 25-3.

Tabla 25-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Consumo (l)	6	0,78	0,73	5,14

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 26-3 presenta los resultados obtenidos al aplicar un análisis de ANAVA a los datos en estudio obteniendo un p valor inferior a 0.05 lo cual indica que no todas las medias son iguales.

Tabla 26-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	1	0,17	14,27	0,0195
Tipo de consumo	0,17	1	0,17	14,27	0,0195
Error	0,05	4	0,01		
Total	0,22	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La prueba de Duncan expuesta en la tabla 27-3 ratifica lo determinado en la tabla anterior con respecto al p valor, puesto que las letras de clasificación son diferentes, con esto se puede determinar que existe un 14.65% de diferencia entre las medias de los valores comparados siendo más alto el correspondiente a los datos de consumo real.

Tabla 27-3: Test: Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0122 gl: 4

Tipo de consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	1,98	3	0,06	A
REAL	2,32	3	0,06	B

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La representación gráfica de las tablas mostradas anteriormente ayuda a visualizar de mejor manera los cálculos realizados y su diferencia entre medias son del 14.66% lo cual es significativa así mismo sus límites superior e inferior son del 13.64% y 15.94% respectivamente.

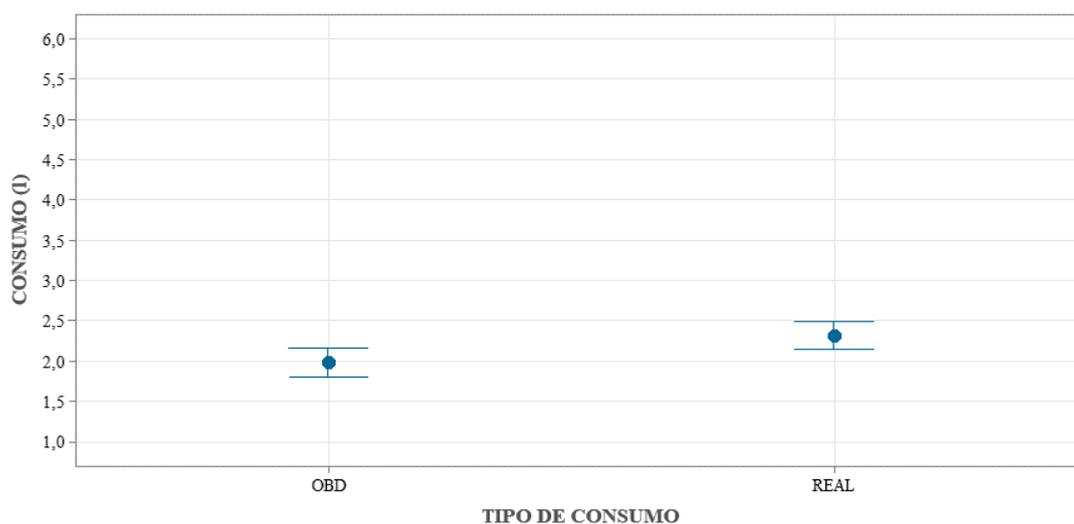


Gráfico 26-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.7 Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C ON

En la tabla 28-3 se observa la cantidad de datos a utilizar para el presente análisis y un ajuste al modelo del 16% del total de datos con un coeficiente de variación de 4.92.

Tabla 28-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
consumo (l)	6	0,16	0,00	4,92

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

En la siguiente tabla el p valor es mayor a 0.05 el cual indica que no existe una diferencia significativa entre los datos de media en estudio lo cual se comprobara con la prueba de Duncan.

Tabla 29-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	1	0,01	0,78	0,4265
Tipo de consumo	0,01	1	0,01	0,78	0,4265
Error	0,03	4	0,01		
Total	0,04	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 30-3 indica un resumen de la prueba de Duncan aplicada a los datos obtenidos en la que se observa una misma letra en la agrupación de datos, estableciendo que no existe una diferencia significativa entre estos.

Tabla 30-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0079 gl: 4

Tipo de consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	1,77	3	0,05	A
REAL	1,83	3	0,05	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La gráfica 27-3 muestra lo descrito anteriormente, esta se obtuvo con un intervalo de confianza del 95% y la diferencia entre valores de media no superan el 5% para el tramo 1 en condiciones de A/C ON.

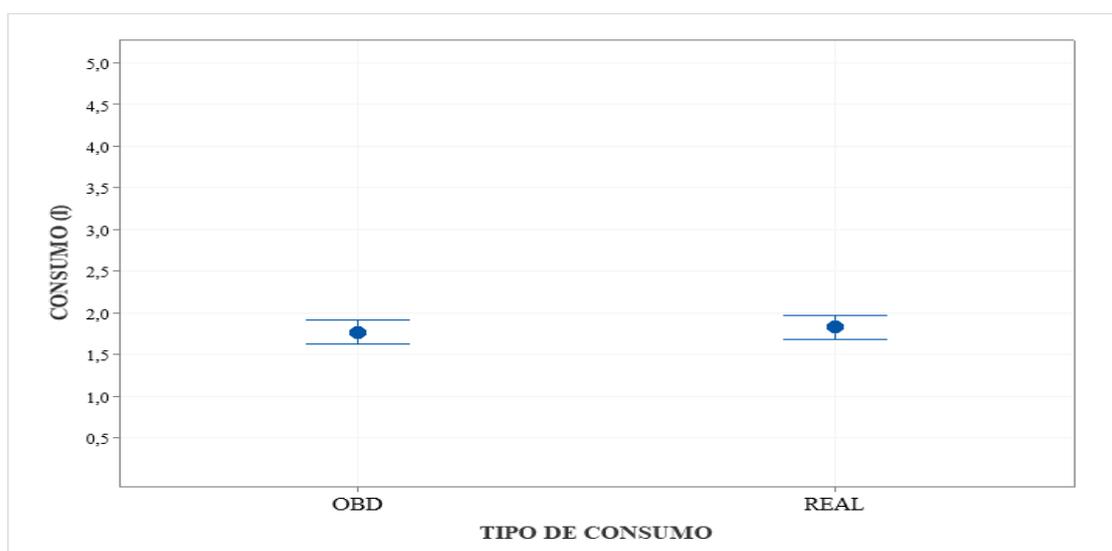


Gráfico 27-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.8 Análisis de datos reales vs OBD extra-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C ON

El análisis se realizó con 6 datos, en el cual se obtuvo un 94% de ajuste de datos al modelo establecido y un coeficiente de variación de 1.34.

Tabla 31-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo (l)	6	0,94	0,93	1,34

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Los cálculos presentados en la tabla 32-3 muestran un p valor inferior a 0.05 con lo cual se puede establecer una diferencia significativa entre las variables en análisis.

Tabla 32-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	1	0,05	68,35	0,0012
Tipo de consumo	0,05	1	0,05	68,35	0,0012
Error	2,8E-03	4	7,0E-04		
Total	0,05	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La agrupación establecida por la prueba de Duncan indica una letra de asignación distinta por lo que la diferencia entre el valor de media es significativa y evidente.

Tabla33-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0007 gl: 4

Tipo de consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	1,89	3	0,02	A
REAL	2,06	3	0,02	B

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Para observar el contraste determinado se presenta la siguiente gráfica, la cual indica una diferencia del valor de media del 8.63% así como la existente entre sus límites superior e inferior los cuales corresponden al 8.21% y 8.80% respectivamente.

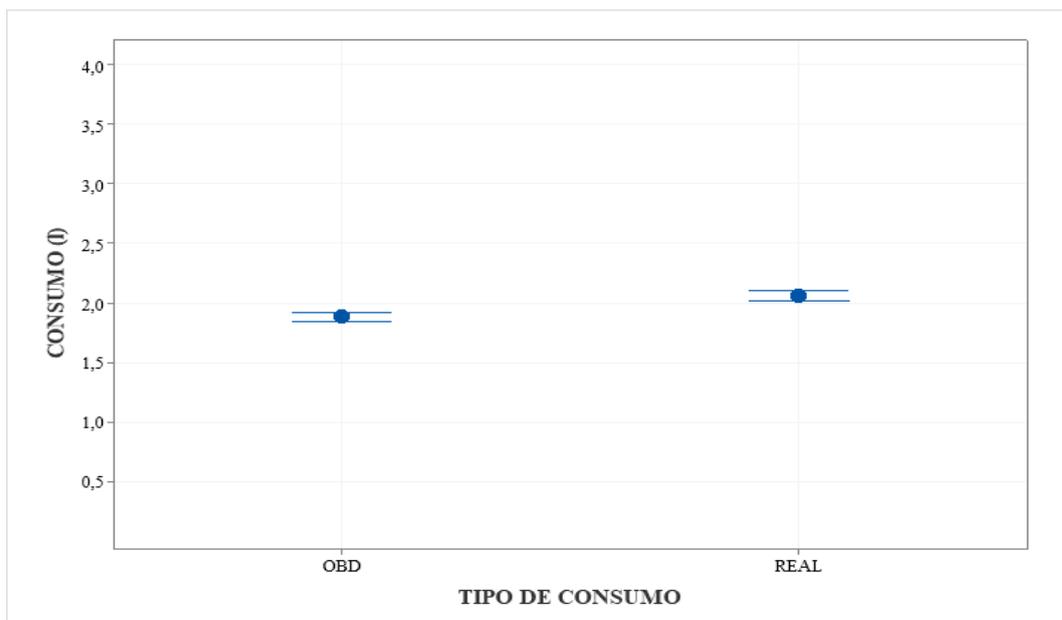


Gráfico 28-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.9 Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C OFF

El análisis presentado se realizó con 6 datos de los cuales se obtuvo una variabilidad del 26% con un coeficiente de variación del 9.83.

Tabla 34-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
consumo (l)	6	0,26	0,08	9,83

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De los datos anteriores se obtuvieron los siguientes datos relevantes siendo el más importante el p valor ya que predice si existe igualdad al comparar la media de los datos evaluado, en este caso se puede decir que al ser mayor que 0.05 existe, no existe una diferencia significativa entre estos.

Tabla 35-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	1	0,08	1,42	0,2987
Tipo de Consumo	0,08	1	0,08	1,42	0,2987
Error	0,22	4	0,06		
Total	0,30	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El test de Duncan aplicado a esta serie de datos ratifica lo expuesto en la tabla 36-3 al analizar la variabilidad de la media se determina que realmente no existe una diferencia significativa y que por lo tanto son estadísticamente iguales así lo demuestra la agrupación realizada en este test.

Tabla 36-3: Test:Duncan Alfa=0,05;Error: 0,0557 gl: 4

Tipo de Consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	2,29	3	0,14	A
REAL	2,52	3	0,14	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Al analizar la gráfica 29-3 se observa que la diferencia entre el valor de medias en análisis es mínimo e inferior al 5% determinando que en este tramo entre los valores comparados no existe una diferencia significativa, por lo tanto, todas las medias son iguales.

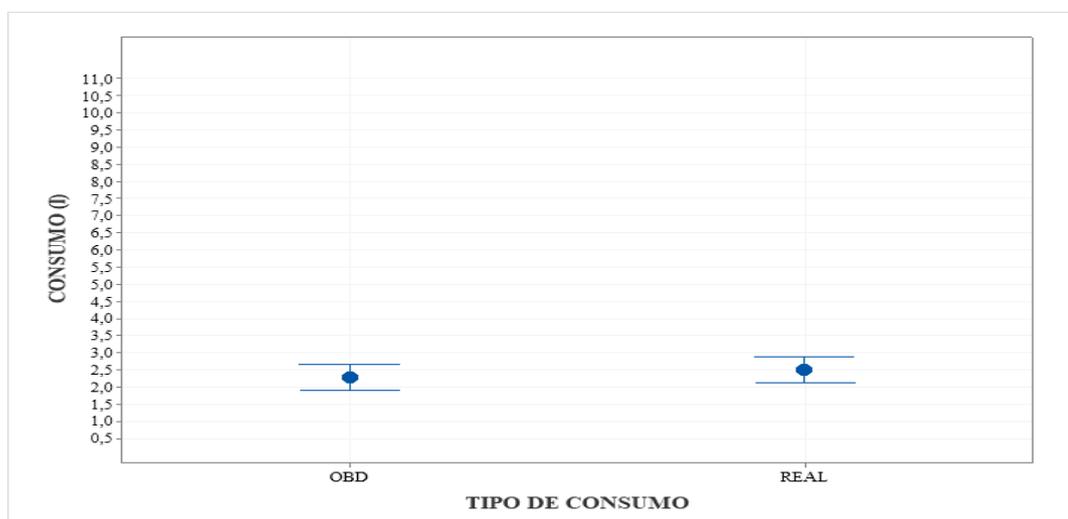


Gráfico 29-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.10 Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 2 (Ambato /Riobamba) A/C OFF

El análisis de varianza aplicada a los datos reales y OBD del tramo 2 en condiciones de A/C OFF mostrado en la tabla 37-3 aplicado a una muestra de 6 datos tiene un 49% de ajuste al modelo aplicado y un coeficiente de variación de 7.27.

Tabla 37-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo (l)	6	0,49	0,37	7,27

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El análisis de varianza (SC tipo III) mostrado en la tabla 38-3 muestra los resultados de su aplicación a los datos en cuestión obteniendo un p valor de 0.1199 lo cual es un dato predictivo que indica que no posea una diferencia significativa entre la media de los datos comparados.

Tabla 38-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	1	0,14	3,89	0,1199
Tipo de consumo	0,14	1	0,14	3,89	0,1199
Error	0,14	4	0,04		
Total	0,28	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El test de Duncan aplicado para determinar su diferencia significativa y ratificar los resultados obtenidos en la tabla 39-3 determinan que no existe una diferencia entre sus medias puesto que letra en la agrupación de medias entre los datos en comparación es la misma.

Tabla 39-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0356 gl: 4

Tipo de consumo	Medias	n	E.E.	
OBD	2,45	3	0,11	A
REAL	2,75	3	0,11	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Para mayor comprensión de los resultados se presenta la gráfica 30-3 en la cual se aprecia una diferencia insignificante e inferior al 5% por lo que se determina una igualdad estadística entre los valores de la media de los datos en estudio

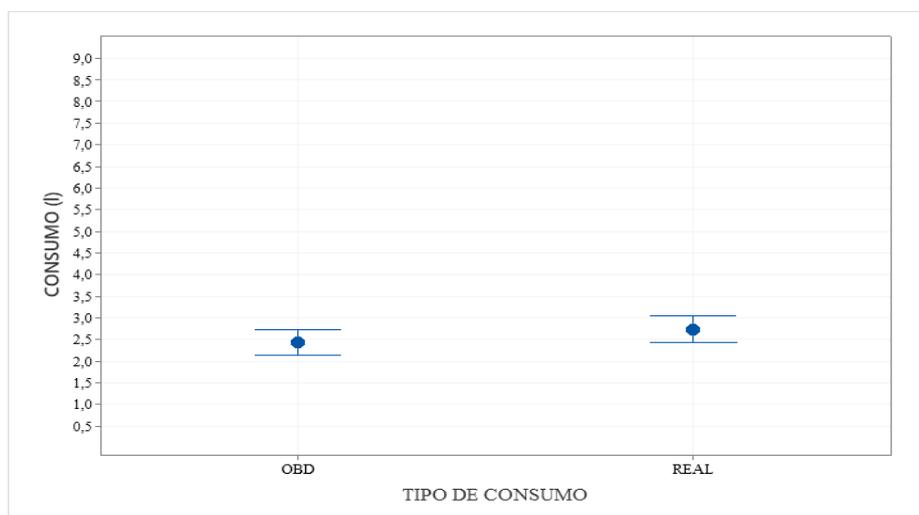


Gráfico 30-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.11 Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 1 (Riobamba/Ambato) A/C ON

La cantidad de datos en análisis es de 6 de los cuales el 54% se ajusta al modelo aplicado, además de un coeficiente de variación del 10.43.

Tabla 3-2: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo (l)	6	0,54	0,42	10,43

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El resultado presentado en la tabla 41-3 con respecto al análisis de varianza SC tipo III muestra un factor importante para predecir la diferencia significativa este corresponde al p valor el cual es superior al preestablecido, por lo tanto, se puede decir que no existe una diferencia significativa entre la media calculada de los datos en análisis.

Tabla 41-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,21	1	0,21	4,68	0,0966
Tipo de consumo	0,21	1	0,21	4,68	0,0966
Error	0,18	4	0,05		
Total	0,39	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Para corroborar lo establecido en la tabla 41-3 se procede a realizar el test de comparación de Duncan y como se puede apreciar en la siguiente tabla los datos comparados no presentan letras de agrupación diferentes por lo tanto no existe diferencias significativas entre su valor de media calculados.

Tabla 42-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0455 gl: 4

Tipo de combustible	Medias	n	E.E.	
OBD	1.86	3	0,12	A
REAL	2,23	3	0,12	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

Un analisis gráfico ayuda a tener una vision mas amplia y facilita comprension de lo antes calculado y detallado en lo que al analisis de este tramo se refiere en condiciones de A/C ON donde se aprecia que no presenta una diferencia significativa por las razones especificadas en los analisis de varianza

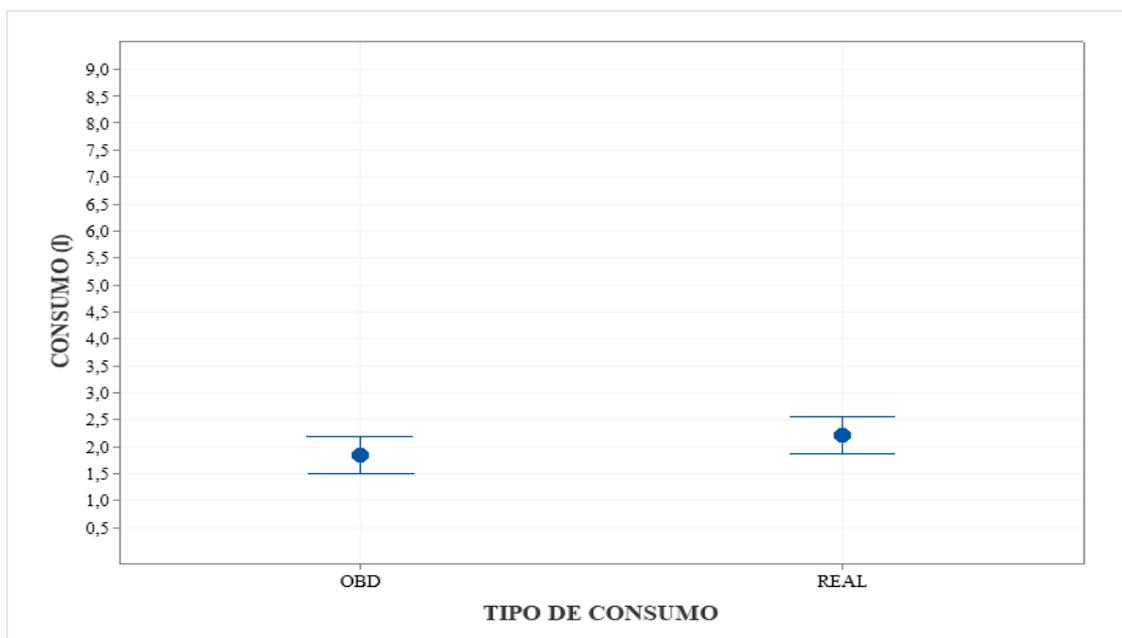


Gráfico 31-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 1

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.12 Análisis de datos reales vs OBD ecopaís-tramo 2 (Ambato/ Riobamba) A/C ON

El análisis aplicado a las 6 muestras receptadas en este tramo y condiciones de A/C se observa un ajuste del 26% y un coeficiente de variación del 15.15.

Tabla 43-3: Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Combustible (l)	6	0,26	0,07	15.15

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El análisis de varianza SC de tipo III mostrado en la tabla 44-3 aplicado a los datos mostrados en la tabla 43-3 determina un p valor de 0.3023 mayor a 0.05 propuesto en el modelo, dando un valor predictivo de la ausencia de variación de los valores de media en comparación.

Tabla 44-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	1	0,14	1.40	0,3023
Tipo de combustible	0,14	1	0,14	1.40	0,3023
Error	0,39	4	0,10		
Total	0,52	5			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla mostrada a continuación con respecto al test de Duncan aplicado a la serie de datos estable mediante la agrupación de valores de media entre variables de comparación una ausencia de diferencias significativas al no mostrar letras diferentes en su agrupación.

Tabla 45-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 0,0965 gl: 4

Tipo de combustible	Medias	n	E.E.	
OBD	1.90	3	0,18	A
REAL	2,20	3	0,18	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La gráfica 32-3 muestra una diferencia entre medias inferior a 0.05 con lo que se demuestra la inexistencia de diferencia significativa entre estas.

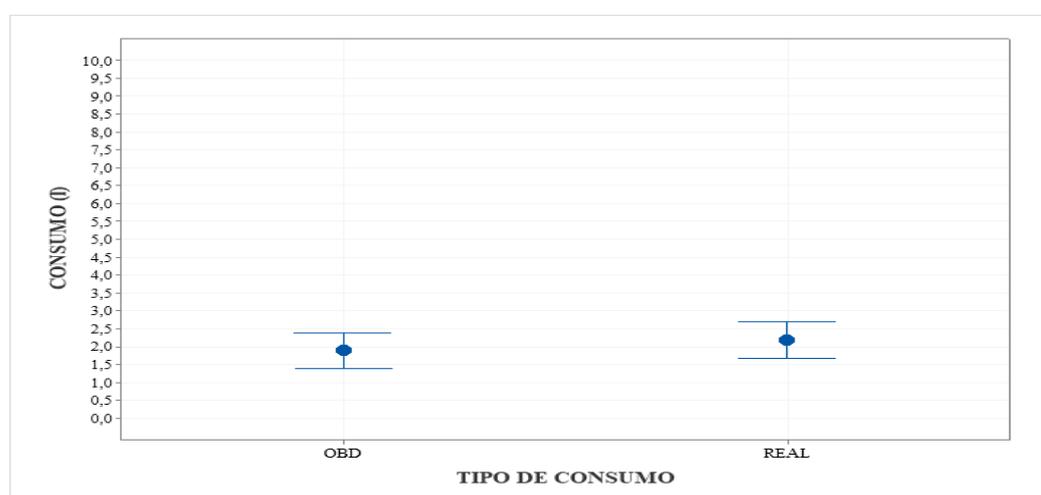


Gráfico 32-3: Intervalos de consumo (l) vs. Tipo de combustible tramo 2

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

En lo concerniente a las comparaciones realizadas entre los datos obtenidos via OBD y del equipo Jet Clean Plus se observa que en el único tramo donde presenta diferencia entre su valor de media es el correspondiente al tramo 2 (Ambato-Riobamba) con combustible extra, en ambas condiciones de accionamiento del A/C. El resto de los datos analizados no presentan diferencias significativas lo que indica que el análisis estadístico de consumo de combustible se puede hacer con datos obtenidos del puerto OBD o con los reales.

3.5.2.13 Análisis de datos de tiempo de viaje tramo Riobamba-Ambato.

El análisis de este tramo se efectuó sobre los 12 datos obtenidos en el recorrido, los resultados obtenidos en el análisis de varianza se muestran en la tabla 46-3 lo cual indica un 18% de datos se ajustan al modelo, con un coeficiente de variación de 6.02.

Tabla 46-3: Análisis de la varianza

RUTA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Riobamba-Ambato	Tiempo	12	0,18	0,00	6,02

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

De acuerdo con lo mostrado en la tabla 47-3 se puede destacar el p valor por su importancia al momento de predecir la presencia o ausencia de una diferencia significativa entre la media de los datos en estudio, ya que como se puede apreciar es mayor 0.05 lo que predice la inexistencia de la diferencia significativa, la cual se comprueba al realizar el test de Duncan.

Tabla 47-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,25	3	5,42	0,60	0,6350
COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	16,25	3	5,42	0,60	0,6350
Error	72,67	8	9,08		
Total	88,92	11			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 48-3 muestra un resumen de los resultados al aplicar el test de Duncan en el cual se puede observar la misma letra de agrupación en todas las medias en comparación lo que indica que no existe diferencia significativa entre estos.

Tabla 48-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 9,0833 gl: 8

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias	n	E.E.	
EXTRA A/C ON	49,00	3	1,74	A
EXTRA A/C OFF	49,33	3	1,74	A
ECOPAIS A/C ON	50,00	3	1,74	A
ECOPAIS A/C OFF	52,00	3	1,74	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La gráfica 33-3 muestra los resultados de manera ilustrativa facilitando la comprensión donde se evidencia que a pesar de la igualdad estadística la muestra con un mejor rendimiento se obtuvo del combustible tipo Extra en condiciones de A/C ON.

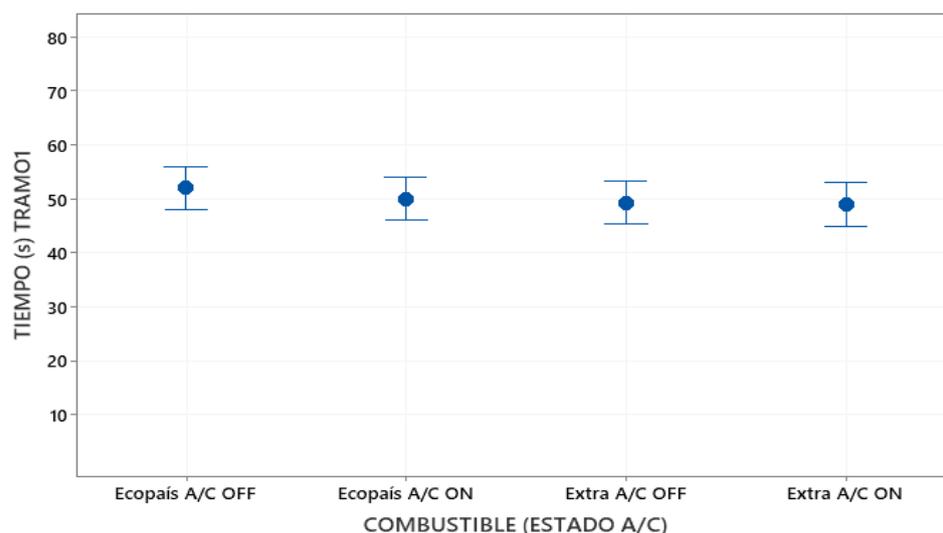


Gráfico 33-3: Tiempo vs. Estado de combustible tramo 1 (Riobamba-Ambato)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

3.5.2.14 Análisis de datos de tiempo de viaje tramo Ambato- Riobamba.

Los resultados obtenidos al aplicar un análisis de datos a las 12 muestras obtenidas en el recorrido correspondiente al tramo 2 (Ambato-Riobamba) determina un 10% de datos que se ajustan al modelo, así como también un coeficiente de variación de 7.91.

Tabla 49-3: Análisis de la varianza

RUTA	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ambato-Riobamba	Tiempo	12	0,10	0,00	7,91

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La tabla 50-3 muestra un resumen de los resultados al aplicar el análisis de varianza SC tipo III el más importante de estos el p valor que determina en este caso la inexistencia de una diferencia significativa entre las medias de los datos analizados ya que el mencionado valor es mayor a 0.05 este representa al intervalo de confianza que fue escogido para validar este estudio.

Tabla 50-3: Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,25	3	4,75	0,29	0,8310
COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	14,25	3	4,75	0,29	0,8310
Error	130,67	8	16,33		
Total	144,92	11			

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

El test de Duncan es utilizado para determinar afirmar lo propuesto por el p valor calculado en la tabla anterior, este test afirma que no existe la presencia de diferencias significativas por lo que los datos que se obtuvieron no representan un factor importante en su efecto sobre el consumo de combustible al igual que en el anterior tramo se puede afirmar que pese a la igualdad estadística el combustible con mejor rendimiento fue el de tipo Extra en condiciones de A/C OFF y Ecopais en condiciones de A/C off con una media de 50 minutos de viaje.

Tabla 51-3: Test:Duncan Alfa=0,05; Error: 16,3333 gl: 8

COMBUSTIBLE (ESTADO A/C)	Medias	n	E.E.	
EXTRA A/C ON	50,00	3	2,33	A
ECOPAIS A/C OFF	50,00	3	2,33	A
EXTRA A/C OFF	52,00	3	2,33	A
ECOPAIS A/C ON	52,33	3	2,33	A

Fuente: Autor

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

La representación gráfica mostrada a continuación facilita la comprensión de lo mencionado en el análisis correspondiente a este tramo, el cual emplea un nivel de confianza $\alpha=0.05$ en el cual se puede visualizar la ligera variación entre las medias en estudio

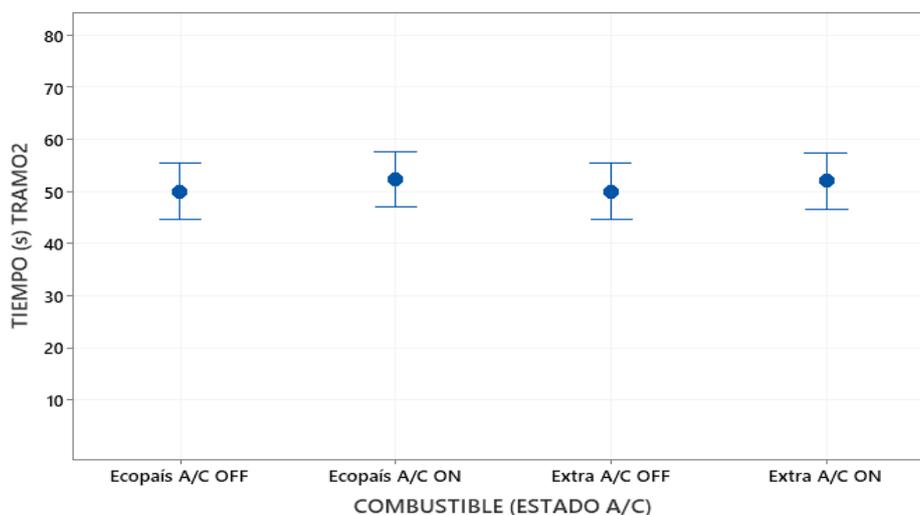


Gráfico 34-3: Tiempo vs. Estado de combustible tramo 2 (Ambato -Riobamba)

Realizado por: Eugenio Lizandro, 2021

En el análisis efectuado a la variable tiempo se determina la ausencia de diferencias significativas entre las medias en análisis, lo que indica uniformidad en la recolección de esta variable en cada uno de los recorridos, pero se observa que la cantidad de combustible consumido por el vehículo varía de manera proporcional ya que el menor consumo se obtuvo con el menor tiempo para el combustible extra en condiciones de A/C ON en el tramo 1 se determinaron 1.83 (l) y 49 minutos.

Mientras que el consumo máximo de este combustible se refleja con una mayor cantidad de tiempo en condiciones de A/C OFF para el tramo 1 2.02 (l) y 49.33 minutos.

3.6 Prueba de hipótesis

La comprobación de la hipótesis planteada se hizo a través de la prueba de Duncan.

3.6.1 Modelo matemático

El presente estudio tuvo como propósito probar como repercute el uso del aire acondicionado de un vehículo Kia Rio 2019 en el consumo de combustible, tanto para el tramo 1 como para el tramo 2, cabe recalcar que el mismo análisis se utiliza para los dos tipos de combustible en estudio, para ello se presenta el siguiente enunciado del problema en las ecuaciones mostradas en la tabla 52-3.

De acuerdo con la tabla mencionada la ecuación 4 representa a la hipótesis nula que expresa que no existe una diferencia significativa en referencia a β en condiciones de A/C ON vs A/C OFF y la ecuación 5 hace referencia a la hipótesis alternativa la cual indica que existe una diferencia significativa entre las medias en comparación.

De manera similar la ecuación 6 plantea la hipótesis nula que apunta a que no existe una diferencia significativa de la variable β con combustible ecopaís en condiciones de A/C ON y A/C OFF y la ecuación 7 que plantea la hipótesis alternativa la cual indica que si existe una diferencia significativa entre la media de muestra en comparación.

Según lo propuesto en la ecuación 8 misma que representa a la hipótesis nula la cual enuncia que no existe una diferencia significativa entre medias de la variable β con combustible extra en condiciones de A/C ON y ecopaís en condiciones de A/C ON y la ecuación 9 expresa lo contrario. La hipótesis nula representada por la ecuación 10 decreta que no existe una diferencia significativa entre las muestras de la variable β con combustible extra en condiciones de A/C OFF y ecopaís en iguales condiciones de A/C, la ecuación 11 señala que si existe una diferencia significativa entre muestras.

La ausencia de una diferencia significativa entre la variable en análisis β con combustible extra y ecopaís en condiciones de A/C ON y A/C OFF respectivamente está representada por la hipótesis nula en la ecuación 12, la ecuación 13 expresa la existencia de una diferencia significativa entre las muestras analizadas considerando este enunciado como la hipótesis alternativa.

La misma condición aplica para la ecuación 14 que representa la hipótesis nula que analiza la inexistencia de una diferencia significativa entre las medias de la variable β con combustible ecopaís en condiciones de A/C ON y el de tipo extra en condiciones de A/C OFF, la ecuación 15 representa la hipótesis alternativa la cual indica lo contrario a lo expresado en la hipótesis nula.

Tabla 52-3: Modelado matemático de hipótesis

$H_0: \mu_{\beta EXON} = \mu_{\beta EXOFF}$	(4)	$H_1: \mu_{\beta EXON} \neq \mu_{\beta EXOFF}$	(5)
$H_0: \mu_{\beta ECON} = \mu_{\beta ECOFF}$	(6)	$H_1: \mu_{\beta ECON} \neq \mu_{\beta ECOFF}$	(7)
$H_0: \mu_{\beta EXON} = \mu_{\beta ECON}$	(8)	$H_1: \mu_{\beta EXON} \neq \mu_{\beta ECON}$	(9)
$H_0: \mu_{\beta EXOFF} = \mu_{\beta ECOFF}$	(10)	$H_1: \mu_{\beta EXOFF} \neq \mu_{\beta ECOFF}$	(11)
$H_0: \mu_{\beta EXON} = \mu_{\beta ECOFF}$	(12)	$H_1: \mu_{\beta EXON} \neq \mu_{\beta ECOFF}$	(13)
$H_0: \mu_{\beta ECON} = \mu_{\beta EXOFF}$	(14)	$H_1: \mu_{\beta ECON} \neq \mu_{\beta EXOFF}$	(15)

Donde:

β = Variable en análisis. (C, Tr, y Ta)

C=consumo de combustible

Tr=temperatura de refrigerante

Ta=temperatura ambiente.

$\mu_{\beta EXON}$ = Media del consumo extra con A/C ON

$\mu_{\beta EXOFF}$ = Media del consumo extra con A/C OFF

$\mu_{\beta ECON}$ = Media del consumo ecopaís con A/C ON

$\mu_{\beta ECOFF}$ = Media del consumo eco con A/C OFF

Fuente: Autor

Realizado por: (Eugenio, 2020)

CONCLUSIONES

Para la selección de un vehículo es importante conocer los modelos más comercializados a nivel nacional, Kia con aproximadamente 4530 unidades vendidas, según la base de datos más actual de la AEADE, siendo el caso para la presente investigación el modelo Kia Rio 2019 con una aceptación del 16.8%, por otra parte este modelo de vehículo opera con un combustible de tipo gasolina ya sea Extra o Ecopaís, conociendo que fueron estas las más vendidas en el país en el año 2019 según el informe presentado por Petroecuador, además el empleo de cada combustible será dependiendo de la región en la cual este circulando, por lo tanto, en la presente investigación se prioriza esta clasificación de combustible para obtener una base de datos confiable y accesible para futuras investigaciones, así como también para el conocimiento de la sociedad.

Al tratarse de un estudio sin referencias previas, los valores obtenidos con la adaptación del equipo Jet Clean Plus directamente a la línea de alimentación del motor con una diferencia de 8% de consumo entre la gasolina extra y ecopaís en condiciones de A/C ON y una diferencia del 10% en condiciones de A/C OFF, esto para el tramo 1, mientras que para el tramo 2 en condiciones de A/C ON la diferencia es del 11%, en cuanto a la condición de A/C OFF la diferencia es de 8,6%, siendo en ambos tramos el combustible con mayor rendimiento en las pruebas realizadas, complementando la adquisición de datos a través del puerto OBD-II en referencia con los datos denominados reales, existe una diferencia de 2,01% entre los combustibles extra y ecopaís en condiciones de A/C ON, de manera similar pero en condiciones de A/C OFF la diferencia de consumos reales y OBD-II es del 5.92% todos estos datos corresponden al tramo 1, del mismo modo las diferencias para el tramo 2 en condiciones de A/C ON Y A/C OFF corresponden al 4.14% y 1.012% estos datos son de importancia relevante para su posterior análisis empleando varios softwares estadísticos.

Conforme con el análisis realizado a los valores de consumo de combustible extra y Ecopaís en los dos tramos se puede establecer que en el tramo 1 el combustible con menor consumo registrado fue el de tipo extra en condiciones de A/C ON con un tiempo de 49 minutos y un volumen promedio de 1.83 litros, mientras que en el tramo 2 el volumen promedio de consumo fue 2.02 litros, obteniendo así un consumo total de 3.85 litros, esto por la configuración geográfica y el flujo de tránsito, una de las ventajas de conocer el consumo de combustible es que esto permite al conductor hallar un modelo de conducción apropiado en la ruta además de buscar estrategias para economizar e inclusive analizar brevemente si existe alguna anomalía en el sistema de alimentación del vehículo, por lo que esta base de datos estará disponible para su utilización acorde a sus necesidades.

El análisis concerniente a la comparación de medias entre datos OBD y reales demuestran que no existe una diferencia significativa entre la mayoría de los datos, presentando una diferencia inferior al 5 % de la mayoría de datos recolectados en iguales condiciones de funcionamiento del A/C con un mismo tipo de combustible, por lo que realizar el análisis con cualquiera de los dos tipos de adquisición de datos no afectaría de manera significativa el resultado final del análisis de consumo de combustible.

El VSP en esta investigación ha sido de vital importancia ya que permite validar y controlar la adquisición de datos, en base a cálculos, esto se ha realizado con los datos recolectados del puerto de comunicación OBD-II, ya que de manera digital se obtienen los datos necesarios para los respectivos cálculos además del consumo de combustible global o trip fuel, sin embargo se ha interpretado los datos obtenidos mediante una comparación gráfica entre VSP vs altura y consumo de combustible vs altura, con lo que se determina un incremento de consumo cuando los valores de VSP son positivos y altos, estas características se presentan generalmente cuando el vehículo se encuentra en ascenso de pendientes y requiere de mayor energía cinética para desplazarse, esto a su vez demanda un mayor flujo de combustible incrementando el consumo, por el contrario, el comportamiento del VSP actúa de manera opuesta con resultados negativos en circunstancias de descenso puesto que el vehículo se desplaza gracias a la energía cinética y potencial acumulada, razón por la cual el consumo en esta condición se reduce esto se debe principalmente al corte inyección con el que cuentan los vehículos ideado principalmente para economizar combustible y por motivos de seguridad.

Finalmente en base a todas las estadísticas analizadas en esta investigación se determina que la variable (temperatura ambiente) no influye en el consumo de combustible, en su análisis de varianza presenta una probabilidad de 0.2645%, en cuanto al análisis de temperatura de refrigerante se observa un incremento mínimo cuando se activa el aire acondicionado, tomando en cuenta el p valor el cual es $< 0.01\%$, el cual invalida la Hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual menciona que afecta de cierta forma el empleo del aire acondicionado indistintamente del tipo de combustible empleado en la ruta seleccionada.

RECOMENDACIONES

Para la ejecución de pruebas es importante contar con la seguridad activa y pasiva del vehículo, además realizar un mantenimiento preventivo de modo que no exista factores que alteren durante el funcionamiento y por ende en la adquisición de datos.

Durante la instalación del equipo Jet Clean Plus, es necesario contar con los acoples adecuados, así como las herramientas necesarias para evitar posibles fugas en el sistema de alimentación de modo que no exista riesgo de causar un accidente o dañar la integridad personal y la de terceras personas.

Durante el funcionamiento de un motor es importante considerar la presión de combustible existente en la riel de inyectores por lo que la bomba de combustible genera una presión de entre 3 a 4 bares en el vehículo seleccionado, puesto que al generar una presión manual con el equipo Jet Clean Plus tiende a salir de sus límites por lo que se recomienda diseñar un pequeño depósito graduado en la cual incluya una bomba de combustible recomendada por el fabricante con la presión adecuada y esta sea alimentada sin corromper el cableado original, ya que podría generar un código de avería debido a las manipulaciones mencionadas en el apartado 3.7, de modo que la obtención de datos sea más próxima al consumo de combustible real.

BIBLIOGRAFIA

ACOSTA CORRAL, Miguel Antonio, & TELLO FLORES, William Paúl. Estudio del aire acondicionado en el consumo de combustible, potencia del motor y confort térmico en la cabina de un vehículo liviano. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador. 2016. [Consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15960>

AEADE. *AEADE ANUARIO 2019*. [Blog]. [Consulta: 11 mayo 2021]. Disponible en: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.

BAENA, G. *Metodología de la Investigación*. 3^a ed. Azcapotzalco-México: Grupo editorial Patria, 2017, ISBN 9786077447528.

BALZARINI, Mónica; et al. *InfoStat* [en línea]. Córdoba-Argentina: Editorial Brujas, 2008. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario

BOLUADA Carlos; et al. "*The chemical complexity of automotive gasolines*". *Researchgate* [en línea], 2019 2(2), pp. 51–79. [Consulta: 20 junio 2021] ISSN 2636-2171. Disponible en: <https://doi.org/10.22206/cyap.2019.v2i2.pp51-79>

BOSH. *Sistemas de Inyección Electrónica* [blog]. [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PD_F_59963.pdf

CANTOS ROJAS, Juan Sebastián. y TOLEDO Garzón, Juan Gabriel. Análisis del impacto económico generado por los niveles de servicio de las vialidades en el centro histórico de la ciudad de Cuenca [en línea]. (Trabajo de Titulación) Universidad Politécnica Nacional, Cuenca-Ecuador. 2015. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7909>.

CHOI, S.C.; et al. "*Optimal fuel-cut driving method for better fuel economy*". *International Journal of Automotive Technology* [en línea], 2013, (South Korea) 14 (2) pp. 183–187. [Consulta: 26 junio 2021]. ISSN 1976–3832. Disponible en: [DOI 10.1007/s12239](https://doi.org/10.1007/s12239).

DARÍO, H.; et al. "*Comparación de las emisiones en motores que utilizan combustible e0 y e10 en régimen transitorio*". *Revista de Ingeniería Energética* [en línea], 2018, (Colombia) 39(1), pp. 3–12. [Consulta: 26 junio 2021]. ISSN 1815-5901. Disponible en : http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59012018000100002

DOULGERIS, S.; et al. "*Science of the Total Environment Real world fuel consumption prediction via a combined experimental and modeling technique*". *Science of the Total Environment* [en línea], 2020, 734, pp. 139254. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139254>.

ELM ELECTRONICS INC., 2014. *ELM327 OBD to RS232 Interpreter*. [Blog]. [Consulta: 03 junio 2021] Disponible en: <https://www.elmelectronics.com/wp-content/uploads/2016/07/ELM327DS.pdf>.

ENCALADA CAJISACA, Franklin Rafea, & ÑAUTA Uzhca, Pablo Gustavo. Incidencia del tipo de gasolinas, aditivos y equipos optimizadores de combustible comercializados en la ciudad de Cuenca, sobre las emisiones contaminantes emitidas al aire. [en línea]. (Trabajo de Titulación) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador. 2015. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6115>

GILMAN, E.; et al. "*Fuel consumption based on route choice*". *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration* [en línea], 2011, 4(1), pp. 1–2. Disponible en:

http://ubicomp.oulu.fi/files/iwsss_17_fuel_consumption.pdf.

GONZÁLEZ, Miguel. *Sistemas de seguridad y confortabilidad*. Madrid-España: Editex, 2006, ISBN 8497714008.

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto; & DE LA VARA SALAZAR, Roman. *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. 3ª ed. Mexico: McGraw Hill, 2013, ISBN 978-607-15-0929-1.

HERNANDEZ R.; et al *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México: McGraw Hill, 2014, ISBN 9781456223960.

HU Jiangchuan; & CHRISTOPHER Frey. "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* [en línea], 2017, (United State of America) [Consulta: 01 julio 2021]. 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

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN 2341, *Derivados del petróleo. productos relacionados con el petróleo y afines. definiciones*.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN 2478, *Etanol anhidro. requisitos*.

KEYHANI Ali. "Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems". Wiley [en línea], 2011, (United State of America) 3(1). [Consulta: 06 julio 2021]. ISBN 978-1-119-57334-0. Disponible en: https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpDSPGRES3/viewerType:toc//root_slug:design-smart-power-grid/url_slug:design-of-smart-power-grid-renewable-energy-systems-3rd-edition?b-q=Fossil_fuels&b-subscription=true&b-group-by=true&b-sort-on=default&b-content-tyt.

KHAN Tanzila, & FREY Henry. "Effect of Air-Conditioning on Light Duty Gasoline Vehicles Fuel Economy". *Transportation Research Record* [en línea], 2019, (United State of America) 2673(5) , pp. 131–141. [Consulta: 09 julio 2021].ISSN 21694052. Disponible en: [DOI 10.1177/0361198119838507](https://doi.org/10.1177/0361198119838507).

KIA. *Ficha técnica*. [blog]. [Consulta: 22 mayo 2021]. Disponible en <https://www.kia.com/ec/showroom/rio-sedan/features.html>

KO Kwangho.; et al. 2010. "An Experimental Study on Reduction of CO 2 Exhausted Emission by using Fuel-cut Function of Vehicles". *Semantic Scholar* [en línea], 2010, (Korea) 18 (1), pp. 86–92. [Consulta: 11 julio 2021]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Experimental-Study-on-Reduction-of-CO2-Exhausted-Ko-Jeong/c39ec2f9e3b8d64de787362aeb05728ef299f36b#citing-papers>

LERMA H. D. *Metodología de la investigación*. 4ª ed. Colombia. Ecoe Ediciones.2009. ISBN 9789586486026.

LIQUI MOLY. *Información del producto*. [Blog]. [Consulta: 14 julio 2021]. Disponible en: https://products.liqui-moly.com/unidad-jetclean-plus.html?store=limo_b2b_com_es&from_store=limo_b2b_com_it.

MINISTERIO COORDINADOR DE SECTORES ESTRATÉGICOS. *Consumo de energía por sector y fuente*. [Blog]. [Consulta: 25 julio 2021] Disponible en: <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/balance-energetico/>.

MOGRO ZAMBRANO Antonio Eduardo, & HUERTAS Ignacio José. "Impact of the Vehicle Air Conditioning on Fuel Consumption under Real-world Conditions". *2020 IEEE Andescon*, [en línea], 2020, (Ecuador), pp. 1-5. [Consulta: 20 Agosto 2021]. Disponible en : [doi: 10.1109/ANDESCON50619.2020.9272041](https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272041).

OCTECH. *Getting Started with OBD Fusion*. [blog],2020, (United States of America) [Consulta: 22 julio 2021]. Disponible en: <https://www.obdsoftware.net/software/obdfusion>

PARDIÑAS José; et al. *Sistemas auxiliares del motor*. España: Editex, 2018. ISBN 9788491614197.

PAYRI GONZALES, Francisco; & DESANTES Fernández, José. *Motores de Combustión Interna Alternativos*. España: Editorial Reverté, 2011. ISBN 9788483637050.

PETROECUADOR. *Loja cuenta con Ecopaís, una gasolina amigable con el medio ambiente*. [blog]. 2018. (Ecuador). [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=5254>.

PETROECUADOR. *Informe estadístico*. [blog]. 2020. (Ecuador). [Consulta: 08 agosto 2021] Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/08/INFORME-ESTADISTICO-JULIO-2020.pdf>

RONDÓN A.; et al. "Fuel Consumption and Emissions Analysis of a Light Vehicle Fuelled with Two Ethanol–Gasoline Blends in Urban Driving Conditions of Lima Metropolitana". *World Electric Vehicle Journal* [en línea], 2021, (Perú) 12 (3) pp. 99. [Consulta: 26 agosto 2021]. ISSN 2032-6653. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/wevj12030099>.

SHETE, K. "Influence of Automotive Air Conditioning load on Fuel Economy of IC Engine Vehicles". *International Journal of Scientific & Engineering Research* [en línea], 2015, 6(8), pp. 1367–1372. [Consulta: 28 septiembre 2021]. ISSN 2229-5518. Disponible en: <https://www.ijser.org/researchpaper/Influence-of-Automotive-Air-Conditioning-load-on-Fuel-Economy-of-IC-Engine-Vehicles.pdf>

HERNANDEZ VIDAL, Junior Marcel, 2009. Análisis De Emisiones Producidas Por El Uso De Mezclas Etanol-Gasolina En Vehículos Del Área Campus Monterrey [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Tecnológico de Monterrey, México. 2009. [Consulta: 18 septiembre 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11285/569306>

ZENG, W.; et al. 2015. "Exploring Trip Fuel Consumption by Machine Learning from GPS and CAN Bus Data". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* [en línea], 2015, (Japón) 11(1), pp. 906–921. EISSN 1881-1124. Disponible en: <https://doi.org/10.11175/easts.11.906>

ZHU, R.; et al., 2016. "Impact of alcohol gasoline on fuel consumption and tailpipe emissions of a China IV passenger car". *Chinese Control Conference* [en línea], 2016, (China), pp. 8795-8800. [Consulta: 10 mayo 2021]. ISSN 21612927. Disponible en: <http://doi.org/10.1109/CHICC.2016.7554762>

ANEXOS

ANEXO A: REQUISITOS DE LA GASOLINA SUPER (92 OCTANOS) SEGÚN LA NORMA NTE INEN

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	92,0	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	190	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	4,0	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	35,0	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	2,0	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	25,0	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
<p>NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.</p> <p>^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.</p> <p>^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.</p> <p>^c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.</p>				

ANEXO B: REQUISITOS DE LA GASOLINA SUPER (92 OCTANOS) SEGÚN LA NORMA NTE INEN

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Número de octano Research (RON) ^a	--	87	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10 %	°C	--	70	ASTM D86
50 %	°C	77	121	ASTM D86
90 %	°C	--	189	ASTM D86
Punto final	°C	--	220	ASTM D86
Residuo de destilación	% ^b	--	2	ASTM D86
Relación vapor – líquido a 60 °C	--	--	20	ASTM D5188
Presión de vapor	kPa	--	60	ASTM D323 ASTM D4953 ASTM D5191
Corrosión a la lámina de cobre (3 h a 50 °C)	--	--	1	ASTM D130
Contenido de gomas	mg/100 mL	--	3	ASTM D381
Contenido de azufre	% ^c	--	0,065	ASTM D2622 ASTM D4294 ASTM D5453
Contenido de aromáticos	% ^b	--	30	ASTM D1319
Contenido de benceno	% ^b	--	1	ASTM D3606 ASTM D5580 ASTM D6277 ASTM D6730
Contenido de olefinas	% ^b	--	18	ASTM D1319
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	ASTM D525 ASTM D7525
Contenido de oxígeno	% ^c	--	2,7	ASTM D4815 ASTM D5845
Contenido de plomo	mg/L	--	No detectable	ASTM D3237 ASTM D5059 ASTM D5185
Contenido de manganeso	mg/L	--	No detectable	ASTM D3831 ASTM D5185
Contenido de hierro	mg/L	--	No detectable	ASTM D5185
<p>NOTA. En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor, este puede llegar hasta 62 kPa.</p> <p>^a Para determinar el número de octano Research en ciudades de altura, se debe considerar la ecuación descrita en NTE INEN 2102.</p> <p>^b % corresponde a fracción de volumen expresada en porcentaje.</p> <p>^c % corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.</p>				

ANEXO C: ESPECIFICACIÓN DE NEUMÁTICOS.

Características técnicas & Información para el consumidor

NEUMÁTICOS Y LLANTAS

Para Europa

Tipo de rueda	Tamaño de los neumáticos	Tamaño de las llantas		Presión de inflado bar (psi, kPa)				Par de apriete de las tuercas kg•m (lb•pie, N•m)
				Carga normal		Carga máxima		
				Delantero	Trasero	Delantero	Trasero	
Neumático normal	175/70R14	5,5J X 14		2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	9-11 (65-79, 88-107)
	185/65R15	5,5J X 15	Excepto por debajo de 2 paquetes	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	
			U2 1,1 + ISG (Para Europa)	2,4 (35,240)	2,2 (32,220)	2,4 (35,240)	2,2 (32,220)	
			U2 1,1 + ISG + Bajo consumo de combustible (Para Europa)	2,6 (38,260)	2,6 (38,260)	2,6 (38,260)	2,6 (38,260)	
			U2 1,4 + ISG, K 1,25 + ISG, r 1,4 + ISG (Para Europa)	2,5 (36,250)	2,3 (33,230)	2,5 (36,250)	2,3 (33,230)	
	195/55R16	6,0J X 16		2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	
205/45R17	6,5J X 17		2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)	2,2 (32,220)		
Neumático de repuesto pequeño	T115/70D15	3,5J X 15		4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	
	T125/80D15			4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	4,2 (60, 420)	

* ATENCIÓN

Recomendamos que al cambiar los neumáticos, use el tamaño original de los neumáticos que traía su vehículo nuevo. Si no es así, puede afectar a la prestación del conducción.

ANEXO D: TABLAS DE REGISTRO DE DATOS COMBUSTIBLE EXTRA

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	01			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	9:20		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	10:10		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA	X		NO		X	Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	26		
	NUBLADO				FINAL	25		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5	VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.831			
VOLUMEN FINAL (L)		3						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	02			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	10:32		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	11:32		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA	X		NO		X	Medio	
							Alto	X
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	25		
	NUBLADO				FINAL	29		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5	VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.12			
VOLUMEN FINAL (L)		2.75						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.25						
OBSERVACIONES: Presencia de transporte pesado por lo que se incrementó el tiempo de viaje.								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	03		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	12:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	12:47		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA	X		NO	X		Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO		TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	28		
	NUBLADO	X			FINAL	25		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.785		
VOLUMEN FINAL (L)		3.1						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.9						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	04		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	13:10		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	13:59		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO	X		Medio	
							Alto	X
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	32		
	NUBLADO				FINAL	26		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.949		
VOLUMEN FINAL (L)		2.7						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.3						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	05		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	14:10		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	15:00		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO	X		Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	28		
	NUBLADO				FINAL	26		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.094		
VOLUMEN FINAL (L)		2.85						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.15						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	06		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	15:15		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	16:02		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO	X		Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	27		
	NUBLADO				FINAL	31		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.856		
VOLUMEN FINAL (L)		2.6						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.4						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	07			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	10:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	10:48		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA	X		NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		29		
	NUBLADO			FINAL		26		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.877		
VOLUMEN FINAL (L)		3.1						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.9						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	08			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	11:10		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	12:02		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		27		
	NUBLADO			FINAL		32		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.892		
VOLUMEN FINAL (L)		2.9						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.1						
OBSERVACIONES: Presencia de transporte pesado por lo que se incrementó el tiempo de viaje.								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	09			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	12:20		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	13:07		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA	X		NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	32.6		
	NUBLADO				FINAL	29		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.681		
VOLUMEN FINAL (L)		3.25						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.75						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	10			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	13:45		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	14:36		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	28		
	NUBLADO				FINAL	30		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.9		
VOLUMEN FINAL (L)		3.15						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.85						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	11			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	14:45		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	15:38		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA	X		NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	32		
	NUBLADO				FINAL	28		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.75		
VOLUMEN FINAL (L)		3.15						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.85						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	12			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	15:45		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	16:32		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS		ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA	X		NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	26		
	NUBLADO				FINAL	28		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.856		
VOLUMEN FINAL (L)		2.96						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.04						
OBSERVACIONES:								

ANEXO E: TABLAS DE REGISTRO DE DATOS COMBUSTIBLE ECOPAÍS

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	13			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	9:30		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	10:17		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo	X	
	EXTRA			NO		X	Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO		TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	25		
	NUBLADO	X				FINAL	28	
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.08		
VOLUMEN FINAL (L)		2.75						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.25						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	14			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	10:30		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	11:23		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA			NO		X	Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	29		
	NUBLADO					FINAL	26	
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.3		
VOLUMEN FINAL (L)		2.45						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.55						
OBSERVACIONES: Presencia de transporte pesado por lo que se incrementó el tiempo de viaje.								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	15	
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	11:40	
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	12:35	
AÑO	2019						
CONDICIONES DE LA PRUEBA							
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo
	EXTRA			NO	X		Medio
							Alto
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		28	
	NUBLADO			FINAL		32.2	
	LLUVIOSO						
DATOS DE CONSUMO EN RUTA							
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II			
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.45	
VOLUMEN FINAL (L)		2.2					
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.8					
OBSERVACIONES:							

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	16	
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	12:45	
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	13:34	
AÑO	2019						
CONDICIONES DE LA PRUEBA							
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI		TRÁFICO	Bajo
	EXTRA			NO	X		Medio
							Alto
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		30	
	NUBLADO			FINAL		26	
	LLUVIOSO						
DATOS DE CONSUMO EN RUTA							
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II			
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.368	
VOLUMEN FINAL (L)		2.1					
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.9					
OBSERVACIONES:							

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	17			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	14:15		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	15:09		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA			NO		X	Medio	
							Alto	X
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	27		
	NUBLADO				FINAL	31		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.33		
VOLUMEN FINAL (L)		2.5						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.5						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Nº DE PRUEBA:	18			
DATOS DEL VEHICULO				FASE	TRAMO	HORA		
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	15:30		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	16:18		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	TRÁFICO	Bajo		
	EXTRA			NO		X	Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	29		
	NUBLADO				FINAL	26		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.67		
VOLUMEN FINAL (L)		2.2						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.8						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	19		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	10:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	10:48		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA			NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO		TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	28		
	NUBLADO	X			FINAL	23		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.62		
VOLUMEN FINAL (L)		3						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	20		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	11:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	11:52		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	X
	EXTRA			NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C		INICIAL	25		
	NUBLADO				FINAL	29		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.55		
VOLUMEN FINAL (L)		3.1						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		1.9						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	21		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	12:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	12:50		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA			NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C			INICIAL	33	
	NUBLADO					FINAL	29	
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.9		
VOLUMEN FINAL (L)		2.7						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.3						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					N° DE PRUEBA:	22		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	13:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	13:54		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA			NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C			INICIAL	30	
	NUBLADO					FINAL	27	
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.18		
VOLUMEN FINAL (L)		2.5						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.5						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	23		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Riobamba	14:00		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Ambato	14:52		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA			NO			Medio	X
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		29		
	NUBLADO			FINAL		32.4		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		2.05		
VOLUMEN FINAL (L)		2.6						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.4						
OBSERVACIONES:								

DATOS DE LA PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE					Nº DE PRUEBA:	24		
DATOS DEL VEHICULO					FASE	TRAMO	HORA	
MARCA	KIA	CILINDRADA DEL MOTOR (CC)	1368	INICIAL	Ambato	15:05		
MODELO	RIO	PESO DEL VEHICULO (KG)	1315	FINAL	Riobamba	15:56		
AÑO	2019							
CONDICIONES DE LA PRUEBA								
TIPO DE COMBUSTIBLE	ECOPAÍS	X	ACCIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	SI	X	TRÁFICO	Bajo	
	EXTRA			NO			Medio	
							Alto	
CLIMA	SOLEADO	X	TEMPERATURA AMBIENTE °C	INICIAL		31		
	NUBLADO			FINAL		27		
	LLUVIOSO							
DATOS DE CONSUMO EN RUTA								
EQUIPO JET CLEAN PLUS				DISPOSITIVO OBD II				
VOLUMEN INICIAL (L)		5		VOLUMEN DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO DURANTE EL RECORRIDO (L)		1.975		
VOLUMEN FINAL (L)		2.8						
VOLUMEN DE CONSUMO (L)		2.2						
OBSERVACIONES:								

ANEXO F: FOTOGRAFIAS.

Punto de partida y final en la ciudad de Riobamba



Punto de partida y final en la ciudad de Ambato.



Preparación del equipo Jet clean Liqui Moly

Remoción de tapa roscada del equipo



Llenado del equipo con combustible



Medición de combustible para pruebas
combustible para pruebas



Presurización del Equipo previo a
instalación.



PREPARACIÓN DEL VEHÍCULO PARA INSTALAR EL EQUIPO.

Extracción del fusible de la bomba de combustible.



Desmontaje de las líneas de alimentación de combustible (salida y retorno)



Remoción del asiento posterior.



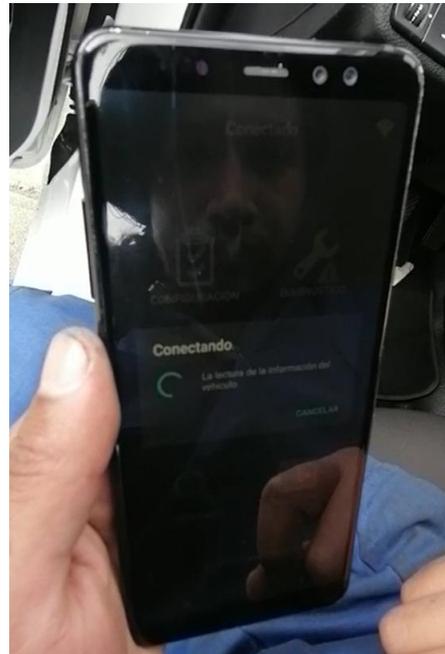
Instalación del Equipo en el vehículo.



Arranque del vehículo.



Conexión del equipo OBD con el dispositivo móvil y la aplicación OBD FUSION.



Instalación del Equipo OBD ELM-327



Visualización de parámetros de funcionamiento del vehículo en la aplicación OBD FUSION



