



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE (GASOLINA) EN DISTINTAS MARCAS DE  
VEHÍCULOS CON SIMILAR CILINDRAJE”**

**Trabajo de titulación:**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**LUIS ARMANDO QUIZHPILEMA ACERO**

Riobamba – Ecuador

2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE (GASOLINA) EN DISTINTAS MARCAS DE  
VEHÍCULOS CON SIMILAR CILINDRAJE”**

**Trabajo de titulación:**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: LUIS ARMANDO QUIZHPILEMA ACERO**

**DIRECTOR: Ing. VÍCTOR DAVID BRAVO MOROCHO**

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Luis Armando Quizhpilema Acero

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

Yo, LUIS ARMANDO QUIZHPILEMA ACERO, 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, 17 de diciembre del 2021



**Luis Armando Quizhpilema Acero**

030242443-7

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECANICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Proyecto de investigación, “**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE (GASOLINA) EN DISTINTAS MARCAS DE VEHÍCULOS CON SIMILAR CILINDRAJE**”, realizado por el señor: **LUIS ARMANDO QUIZHPILEMA ACERO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso		
<b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-12-17
Ing. Víctor David Bravo Morocho		
<b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-12-17
Ing. Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares		
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-12-17

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo investigativo a mis padres gracias a sus esfuerzos realizados me han permitido llegar a cumplir una meta más en mi vida, siendo ellos un ejemplo de vida por inculcarme a seguir adelante a pesar de los tropiezos que se tiene en la vida.

A mi esposa e hijo por apoyarme en todo momento a pesar de las adversidades siempre estuvieron cuando los necesite.

**Luis Armando Quizhpilema Acero**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente le doy gracias a Dios por haberme permitido tener la familia que me ha regado, mi padre Noé Quizhpilema siempre fue mi más grande ídolo más que un padre fue un amigo que siempre me inculco en los deportes y estudios ayudándome a cumplir uno de mis sueños, mi madre María Dolores Acero a pesar de las adversidades siempre me apoyo y estuvo cuando la necesite, mi hermano Segundo Noé Quizhpilema no cabe palabras para explicar lo agradecido que estoy con la vida y con él porque siempre estuvo ahí guiándome en cada paso que daba con sus sabios consejos, mi esposa Verónica Guamán que llego a mi vida para ser un pilar fundamental para continuar sin derrumbarme agradecerle porque a pesar de los problemas nunca se rindió y siempre estuvo ahí apoyándome, mi hijo Oliver Quizhpilema a pesar de estar poco tiempo en mi vida se transformó en la razón de cada cosa que realizo.

**Luis Armando Quizhpilema Acero**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCION.....	xv

## CAPITULO I

1.	MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	2
1.1.	Justificación .....	2
1.1.1.	<i>Justificación teórica</i> .....	2
1.1.2.	<i>Justificación metodológica</i> .....	3
1.1.2.1.	<i>Método Bibliográfico</i> .....	3
1.1.2.2.	<i>Método científico</i> .....	3
1.1.2.3.	<i>Método analítico</i> .....	3
1.1.3.	Justificación Práctica.....	3
1.2.	Problematización.....	4
1.2.1.	Efectos al medio ambiente.....	4
1.2.2.	Efecto sobre el hombre .....	4
1.3.	Alcance .....	5
1.4.	Objetivos .....	6
1.4.1.	Objetivo general .....	6
1.4.2.	Objetivos específicos .....	6
1.5.	Hipótesis .....	6
1.6.	Estado del arte .....	7
1.6.1.	<i>Combustibles</i> .....	7
1.6.2.	<i>Gasolina</i> .....	7
1.6.3.	<i>Combustibles (Gasolina) en el Ecuador</i> .....	7
1.6.4.	<i>Octano</i> .....	8
1.6.5.	<i>Principales propiedades de la gasolina</i> .....	8
1.6.6.	<i>Tipos de combustión</i> .....	8



1.6.7.	<b>Torque y potencia</b> .....	11
1.6.8.	<b>Relación de compresión</b> .....	15
1.6.9.	<b>Tipo de pavimento en donde se realizará la prueba</b> .....	16
1.6.10.	<b>Consumo de combustible</b> .....	17
1.6.10.1.	<i>Factores para el consumo de combustible</i> .....	17
1.6.10.2.	<i>Factores de conducción para el consumo de combustible</i> .....	18
1.6.11.	<b>Prueba de consumo en otros países (Italia)</b> .....	19
1.6.12.	<b>Ciclo de conducción</b> .....	20
1.6.12.1.	<i>Ciclos de conducción en otros países</i> .....	20
1.6.13.	<b>Autos con consumo de combustible bajo</b> .....	24
1.6.14.	<b>Aplicación velocímetro Pro 2018</b> .....	24
1.7.	<b>Marcas elegidas para la prueba</b> .....	25
1.7.1.	<b>Chevrolet Aveo Activo</b> .....	25
1.7.1.1.	<i>Generalidades del motor Aveo Activo 1600 c.c.</i> .....	25
1.7.1.2.	<i>Sistema eléctrico y electrónico del motor</i> .....	26
1.7.1.3.	<i>Sistema de control electrónico del motor</i> .....	27
1.7.1.4.	<i>Sensores principales con las que cuenta el Aveo Activo</i> .....	28
1.7.1.5.	<i>Curva de torque y potencia del Aveo Activo</i> .....	29
1.7.2.	<b>Toyota Corolla</b> .....	29
1.7.2.1.	<i>Generalidades del motor Toyota Corolla 166c.c.</i> .....	30
1.7.2.2.	<i>Sistema de inyección electrónica</i> .....	31
1.7.2.3.	<i>Encendido electrónico</i> .....	31
1.7.2.4.	<i>Inyección de combustible</i> .....	32
1.7.2.5.	<i>Principales sensores</i> .....	32
1.7.2.6.	<i>Curva de torque y potencia del Toyota Corolla</i> .....	33
1.7.3.	<b>Hyundai Veloster</b> .....	33
1.7.3.1.	<i>Generalidades del motor Hyundai Veloster 1600 c.c.</i> .....	34
1.7.3.2.	<i>Sistema de inyección electrónica</i> .....	34
1.7.3.3.	<i>Alimentación de combustible</i> .....	34
1.7.3.4.	<i>Principales sensores</i> .....	35
1.7.3.5.	<i>Curva de torque y potencia del Hyundai Veloster</i> .....	35

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLOGICO</b> .....	36
----	---------------------------------	----

2.1.	<b>Estructura del método</b> .....	36
2.2.	<b>Diseño metodológico</b> .....	38
2.2.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	38
2.2.1.1.	<i>Descriptiva</i> .....	38
2.2.1.2.	<i>Experimental</i> .....	38
2.2.1.3.	<i>Exploratorio</i> .....	38
2.2.1.4.	<i>Cuantitativa</i> .....	38
2.2.1.5.	<i>Documental</i> .....	38
2.3.	<b>Tipos de método</b> .....	39
2.3.1.	<i>Método deductivo</i> .....	39
2.3.2.	<i>Método analítico</i> .....	39
2.4.	<b>Población y muestra</b> .....	39
2.4.1.	<i>Población</i> .....	39
2.4.2.	<i>Muestra</i> .....	39
2.4.3.	<i>Unidad de muestreo</i> .....	39
2.4.4.	<i>Unidad de análisis</i> .....	40
2.4.5.	<i>Tipo de muestreo</i> .....	40
2.5.	<b>Materiales y equipos</b> .....	40
2.5.1.	<i>Durante la prueba</i> .....	40
2.5.2.	<i>Equipo para el análisis del consumo</i> .....	40
2.6.	<b>Método de recolección de información</b> .....	41
2.6.1.	<i>Ubicación de la ruta</i> .....	41
2.6.2.	<i>Método de recolección de datos</i> .....	42
2.6.2.1.	<i>Vehículos utilizados para la prueba</i> .....	42
2.6.3.	<i>Método para determinar el consumo de combustible</i> .....	49
2.6.3.1.	<i>Requerimientos para la prueba de ruta</i> .....	50
2.6.4.	<i>Medición del consumo de gasolina (Ecopaís)</i> .....	50
2.6.5.	<i>Detalles de la ruta</i> .....	51
2.8.	<b>Análisis de variable</b> .....	52
<b>CAPITULO III</b> .....		54
3.	<b>MARCO DE RESULTADOS</b> .....	54
3.1.	<b>Resultados</b> .....	54
3.1.1.	<i>Resultados del Aveo Activo 1600 CC</i> .....	54

3.1.2.	<i>Resultados del Toyota Corolla 1600 CC.....</i>	56
3.1.3.	<i>Resultados con el Hyundai Veloster 1600 CC.....</i>	59
3.2.	<b>Resultado en función del tiempo y velocidad.....</b>	61
3.3.	<b>Resultados en las pruebas de ruta vs el consumo de los catálogos.....</b>	62
3.4.	<b>Cálculos de rendimiento del consumo de combustible.....</b>	63
3.5.	<b>Validación de las hipótesis mediante una prueba estadística.....</b>	65
3.5.1.	<i>Análisis Anova del consumo de gasolina en galones.....</i>	65
3.6.	<b>Análisis Anova del rendimiento del motor en km/L.....</b>	67
3.7.	<b>Análisis Anova del valor económico.....</b>	69
3.8.	<b>Discusión de resultados.....</b>	71
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	75
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	76
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Características del vehículo chevrolet aveo activo .....	43
<b>Tabla 2-2:</b>	Prestaciones y consumos homologados del aveo .....	43
<b>Tabla 3-2:</b>	Dimensiones, peso, capacidades del aveo .....	43
<b>Tabla 4-2:</b>	Motor de combustión del aveo .....	44
<b>Tabla 5-2:</b>	Transmisión del aveo.....	44
<b>Tabla 6-2:</b>	Características del vehículo toyota corolla.....	45
<b>Tabla 7-2:</b>	Prestaciones y consumo homologados del corolla .....	46
<b>Tabla 8-2:</b>	Dimensiones, peso, capacidades del corolla.....	46
<b>Tabla 9-2:</b>	Motor de combustión del corolla.....	46
<b>Tabla 10-2:</b>	Transmisión del corolla .....	47
<b>Tabla 11-2:</b>	Características del vehículo hyundai veloster.....	48
<b>Tabla 12-2:</b>	Prestaciones y consumo homologado del veloster .....	48
<b>Tabla 13-2:</b>	Pimensiones, peso, capacidad es del veloster .....	48
<b>Tabla 14-2:</b>	Motor de combustión del veloster .....	49
<b>Tabla 15-2:</b>	Transmisión del veloster.....	49
<b>Tabla 16-2:</b>	Designación de la nomenclatura.....	52
<b>Tabla 1-3:</b>	Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta obtenidos con el aveo	55
<b>Tabla 2-3:</b>	Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta con el toyota corolla ..	57
<b>Tabla 3-3:</b>	Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta del veloster .....	60
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados del consumo en función del tipo y velocidad promedio.....	62
<b>Tabla 5-3:</b>	Comparación de consumo en las pruebas de ruta vs los consumos establecidos por los fabricantes.....	63
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de varianza.....	66
<b>Tabla 7-3:</b>	Media de desviación estándar .....	66
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de varianza del rendimiento.....	68
<b>Tabla 9-3:</b>	Media de desviación estándar del rendimiento.....	68
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de varianza de la inversión en el consumo de combustible .....	69
<b>Tabla 11-3:</b>	Media de desviación estándar de la inversión en el consumo de combustible ....	70
<b>Tabla 12-3:</b>	Discusión de resultados en base al torque, potencia y relación de compresión...	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Ciclo Otto combustión teórica .....	9
<b>Figura 2-1:</b>	Ciclo Otto real fase de Admisión .....	10
<b>Figura 3-1:</b>	Ciclo Otto real fase de Explosión.....	10
<b>Figura 4-1:</b>	Ciclo Otto real fase de Escape .....	11
<b>Figura 5-1:</b>	Esquema para la obtención del par motor .....	12
<b>Figura 6-1:</b>	Curva de torque .....	13
<b>Figura 7-1:</b>	Curva de potencia.....	14
<b>Figura 8-1:</b>	Esquema del ciclo de vida de un pavimento .....	16
<b>Figura 9-1:</b>	Daños en la estructura de pavimento en la ruta.....	17
<b>Figura 10 -1:</b>	Consumo real prueba clasificación primera mitad 2019.....	20
<b>Figura 11-1:</b>	Aplicación velocímetro Pro.....	24
<b>Figura 12-1:</b>	Chevrolet Aveo activo para la prueba .....	25
<b>Figura 13-1.</b>	Ramal de control de motor y cables de batería.....	26
<b>Figura 14-1:</b>	Motor de arranque .....	16
<b>Figura 15-1:</b>	Alternador .....	27
<b>Figura 16-1:</b>	Modulo eletrónico del motor.....	28
<b>Figura 17-1:</b>	Toyota Corolla para la prueba.....	29
<b>Figura 18-1:</b>	Vista general del motor Toyota Corolla 2003.....	30
<b>Figura 19-1:</b>	Sistema de alimentación del Toyota Corolla.....	31
<b>Figura 20-1:</b>	Hyundai Veloster para la prueba.....	33
<b>Figura 21-1:</b>	Sistema de alimentación Hyundai Veloster .....	35
<b>Figura 1-2:</b>	Ubicación de la ruta establecida.....	41
<b>Figura 2-2.</b>	Vehículo Aveo utilizado en la primera prueba .....	42
<b>Figura 3-2:</b>	Vehículo Toyota Corolla utilizado en la segunda prueba .....	45
<b>Figura 4-2:</b>	Vehículo Hyundai Veloster utilizado en la tercera prueba .....	47
<b>Figura 1-3:</b>	Una parte del trayecto en la prueba de consumo con el Aveo .....	54
<b>Figura 2-3:</b>	Consumo en la primera prueba y valor en venta del Aveo .....	55
<b>Figura 3-3:</b>	Una parte del trayecto en la prueba de consumo con el Corolla .....	56
<b>Figura 4-3:</b>	Consumo en la primera prueba y valor en venta.....	57
<b>Figura 5-3:</b>	Una Parte del trayecto en la prueba de consumo con el Veloster .....	59
<b>Figura 6-3:</b>	Consumo en la primera prueba y valor en venta .....	59

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Curva de torque y potencia.....	15
<b>Gráfico 2-1:</b>	Ciclo de manejo proyecto artemis en vía urbana y rural .....	21
<b>Gráfico 3-1:</b>	Ciclo de conducción FTP .....	21
<b>Gráfico 4-1:</b>	Ciclo de conducción FTP 75 .....	22
<b>Gráfico 5-1:</b>	Ciclo de conducción JC08 .....	22
<b>Gráfico 6-1:</b>	Ciclo de conducción CUEDC.....	23
<b>Gráfico 7-1:</b>	Ciclo de conducción en Chile.....	23
<b>Gráfico 8-1:</b>	Curva torque y potencia del Aveo Activo .....	29
<b>Gráfico 9-1:</b>	Curva de torque y potencia del Toyota Corolla .....	33
<b>Gráfico 10-1:</b>	Curva de torque y potencia del Hyundai Veloster.....	15
<b>Gráfico 1-3:</b>	Comportamiento del rendimiento en km/galón del Aveo.....	15
<b>Gráfico 2-3:</b>	Comportamiento del dinero invertido en km/dólar .....	56
<b>Gráfico 3-3:</b>	Comportamiento del rendimiento en km/galón del Corolla .....	58
<b>Gráfico 4-3:</b>	Comportamiento del dinero invertido en km/dólar .....	56
<b>Gráfico 5-3:</b>	Comportamiento del rendimiento en km/galón del Hyundai Veloster .....	60
<b>Gráfico 6-3:</b>	Comportamiento del dinero invertido en km/dólar .....	61
<b>Gráfico 7-3:</b>	Consumo individual de combustible .....	67
<b>Gráfico 8-3:</b>	Rendimiento individual .....	69
<b>Gráfico 9-3:</b>	Gráfico individual de la inversion .....	70
<b>Gráfico 10-3:</b>	Comportamiento del consumo de combustible de los tres vehículos .....	71
<b>Gráfico 11-3:</b>	Comportamiento del rendimiento del motor de los tres vehículos .....	73
<b>Gráfico 12-3:</b>	Comportamiento de la inversión realizada en cada una de las pruebas .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Base de datos del consumo de los tres vehículos
- Anexo B:** Base de dato del rendimiento de los tres vehículos
- Anexo C:** Base de datos de la inversión de los tres vehículos
- Anexo D:** Base de datos en Minitab del consumo
- Anexo E:** Base de datos en Minitab del rendimiento
- Anexo F:** Base de datos en Minitab del valor del valor económico

## RESUMEN

En este trabajo investigativo se realizó un análisis comparativo de consumo de combustible de tres marcas distintas de vehículos con similar cilindraje, con el propósito de identificar que vehículo consume menor cantidad de combustible utilizando la gasolina Ecopaís, esto conlleva a identificar el rendimiento, consumo en cada una de los autos y por ende la cantidad de dinero que se invierte. Se realizó tres pruebas de ruta para cada vehículo, la ruta establecida fue CAÑAR-CUENCA-GUALACEO-CAÑAR con una distancia de 156 km, los vehículos seleccionados fueron: Chevrolet Aveo Activo, Toyota Corolla y Hyundai Veloster tomando en cuenta algunos factores como: el clima, velocidad, la misma cilindrada y ciclo de conducción, cabe mencionar que cada una de estos factores varían en un pequeño porcentaje en comparación de un auto al otro, una vez terminada con todas las pruebas se procede a introducir toda la información obtenida a una hoja Excel para determinar algunas variables como: el consumo, rendimiento, dinero invertido y algunas gráficas para su interpretación. Claro está que para tener resultados más cercanos a la realidad se deberá controlar exactamente los ciclos de conducción para cada vehículo en cada una de las pruebas y algunos factores que involucren el consumo, una vez terminada las pruebas se obtuvo que el vehículo que consume en menor cantidad es el Chevrolet Aveo con un consumo de 69.54 km/galón, el Toyota Corolla 60.90 km/galón y el Hyundai Veloster 44.88 km/galón, debido a la tecnología de cada vehículo, el peso y el coeficiente de arrastre aerodinámico, torque y potencia, se recomienda realizar pruebas en rutas con pendientes más pronunciadas para apreciar mejor la diferencia de consumo.

**Palabras claves:** <CONSUMO DE COMBUSTIBLE>, <ANÁLISIS COMPARATIVO>, <RENDIMIENTO>, <PRUEBAS DE RUTAS>, <ANÁLISIS ECONOMICO >



0460-DBRA-UPT-2022

2022-03-14




## SUMMARY

In this research, a comparative analysis of fuel consumption of three different brands of vehicles with similar displacement was carried out, with the purpose of identifying which vehicle consumes less fuel using Ecopaís gasoline. This leads to identify the performance, consumption in each of the cars and therefore the amount of money invested. Three route tests were carried out for each vehicle, the established route was CAÑAR-CUENCA - GUALACEO-CAÑAR with a distance of 156 km, the selected vehicles were: Chevrolet Aveo Activo, Toyota Corolla and Hyundai Veloster taking into account some factors such as: weather, speed, the same cylinder capacity and driving cycle. It is worth mentioning that each of these factors vary by a small percentage from one car to another. Once all the tests were completed, all the information obtained was entered into an Excel sheet to determine some variables such as: consumption, performance, money invested and some graphs for interpretation. In order to get results closer to reality, the driving cycles for each vehicle in each of the tests and some factors that involve consumption must be controlled exactly. Once the tests were completed, the vehicle that consumes the least amount of fuel is the Chevrolet Aveo with a consumption of 69.54 km/gallon, the Toyota Corolla 60.90 km/gallon and the Hyundai Veloster 44.88 km/gallon, due to the technology of each vehicle, weight and aerodynamic drag coefficient, torque and power. It is recommended to test on roads with steeper grades to better appreciate the difference in consumption.

**KEYWORDS:** <FUEL CONSUMPTION> <PERFORMANCE ANALYSIS> <ROAD TESTING> <ROAD TEST> <ECONOMIC ANALYSIS> <DRIVING CYCLE>.

ANGELA  
CECIBEL  
MORENO  
NOVILLO



Firmado digitalmente  
por ANGELA CECIBEL  
MORENO NOVILLO  
Fecha: 2022.03.16  
10:01:10 -05'00'

## INTRODUCCION

La gasolina a utilizar va estar de acuerdo a las posibilidades del consumidor y del tipo de vehículo que se conduzca, pero hay que tener presente varios factores como el rendimiento que va depender del tipo de gasolina, de la economía y por ende las emisiones, en nuestro país se comercializan dos tipos de gasolinas la denominada Súper que tiene un costo de \$ 2.28 por galón y Ecopais con un costo de \$ 1.75 por galón es la que utilizaremos para las pruebas de ruta (Andrade, 2018a).

Para el presente proyecto vamos a comparar el consumo de combustible de distintas marcas de vehiculos pero que tengan un similar o igual cilindraje, lo primero a realizar es determinar una ruta con al menos 150 km de recorrido en la sierra Ecuatoriana especificamente en el Austro, luego se procederá a realizar la implementacion de la bsase de datos en Microsorft Excel, posteriormente se realizará las pruebas en tres marcas distintas de vehiculos como Toyota, Chevrolet y Hyundai los cuales recorreran dicha trayectoria inciendo con la capacidad maxima de gasolina que pueda albergar su tanque de combutible al iniciar su rrecorrido, al recorrer cierta distancia y en un determinado tiempo se volvera a llenar el tanque de combutible, asi suscecivamente hasta completar la trayectoria , todos estos datos seran utilizados para el calculo del consumo de combustible en nuestro caso la gasolina (Ecopais), dichos calculos se los realizaran en el programa Microsorft Excel (Leyva, 2019).

Se realizó una comparación y análisis del consumo de gasolina tomando en cuenta el tiempo, el kilometraje, el dinero invertido y en base al consumo se podrá determinar el rendimiento de cada auto.

Por último, con los datos obtenidos con cada uno de los vehículos, después del recorrido se procede a realizar los cálculos correspondientes para determinar el consumo de cada vehículo en Microsoft Excel, los datos a ingresar son la fecha, el kilometraje que tiene cada vehículo al inicio de la prueba, la cantidad de galones consumidos durante el trayecto (Lima Oyola, et al., 2016a, p. 56).

## **CAPÍTULO I**

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

#### **1.1. Justificación**

##### *1.1.1. Justificación teórica*

El consumo de combustible es un indicador de extraordinaria importancia para caracterizar un vehículo, por su trascendencia en sus costos de operación y su incidencia en la emisión de contaminantes al medio.

En los países Europeos se utilizan gasolina con alto octanaje de 95 y 98, la gasolina más utilizada es la de 95 octanos que es el mínimo permitido, este tipo de gasolina brinda algunas ventajas como su precio, la facilidad para el arranque en frío, ayuda a la disminución de emisiones contaminantes debido a que contiene bajo nivel de azufre, mientras que la gasolina de 98 octanos proporciona un rendimiento mayor debido a que contiene nuevo aditivos y menos cantidad de azufre en comparación a la gasolina de 95 octanos, esto va ayudar a disminuir el consumo y por supuesto mejora las prestaciones del motor, cabe recalcar que estas ventajas son recomendadas para vehículos de alta cilindrada (Alvic, 2016).

En el Ecuador, se emplean diferentes tipos gasolinas las cuales se designan en función de su número de octano como la denominada Extra (87 octanos) y la gasolina Súper con 92 octanos, no obstante, existe actualmente en el país un biocombustible a base de combustible Extra y 5 % de bioetanol a base de caña de azúcar, denominado Ecopaís. Este combustible tiene las propiedades similares a la base del Extra salvo por la adición del bioetanol como alternativa a combustibles no fósiles (Andrade, 2018b).

En este mismo contexto el combustible que se va a usar siempre queda a consideración del consumidor, sin embargo, no resta importancia comprobar, los efectos que ocasionan en cuanto a rendimiento, economía y en los resultados en las emisiones de los diferentes tipos de combustibles disponibles en Ecuador, en tal sentido el rendimiento del combustible de los vehículos dependerá de la marca del vehículo y el cilindraje que presente el motor.

Entonces la dificultad de evaluar el consumo, a partir de los valores suministrados por el fabricante, radica en que: Son valores puntuales, es decir, determinados para un valor de velocidad promedio, las velocidades para los cuales se evalúa, el consumo no es igual, aún para un mismo fabricante, las normas utilizadas en la evaluación experimental son diferentes, en función del país de procedencia del vehículo (Andrade, 2018c).

La problemática que siempre se encuentra es el tema económico a la hora de adquirir o conservar un auto, en la siguiente investigación se pretende analizar cuál de las tres marcas de vehículos Chevrolet, Toyota o Hyundai me brinde un mayor rendimiento, un menor consumo de gasolina y me genere una menor inversión, el vehículo que me genere todos estos parámetros será el más conveniente, se pretende realizar una prueba con estas tres marcas de vehículos en una ruta establecida, recopilando datos del consumo, recorrido y la cantidad de dinero invertido en dicho trayecto mediante una hoja de cálculos en Excel.

### ***1.1.2. Justificación metodológica***

Para este proyecto de tipo investigativo se plantean estos métodos:

#### ***1.1.2.1. Método Bibliográfico***

Por medio de este método se va analizar y recolectar información sobre los combustibles en Ecuador y su consumo para determinar cuál de los tres vehículos consume en menor cantidad, este método ayudara para definir la introducción de nuestro proyecto investigativo en base a libros, artículos científicos, artículos de revistas etc.

#### ***1.1.2.2. Método científico***

Este método ayudara a determinar cuál de los tres vehículos de marcas distintas consume menos combustible, su rendimiento y el dinero invertido, posteriormente la recolección de datos, cálculos hasta llegar a los resultados.

#### ***1.1.2.3. Método analítico***

Por medio de este método a partir de los resultados que se obtengan se puede llegar a las conclusiones, de que vehículo es el más óptimo teniendo en cuenta siempre el valor económico.

### ***1.1.3. Justificación Práctica***

Una vez realizada las pruebas, mediante los resultados que se obtengan se determina que vehículo consume menor cantidad de combustible teniendo en cuenta varios factores, la velocidad promedio a la que se vaya a conducir, años de fabricación del vehículo, cilindrada, las condiciones del medio ambiente a las que esté sometido el auto, el tráfico etc.

## **1.2. Problematicación**

Uno de los principales inconvenientes a la hora de administrar un vehículo es el tema económico debido al consumo de combustible, por ende, siempre se busca un auto de una determinada marca que ofrezca comodidad y sobre todo que consuma menor cantidad de gasolina con un mayor recorrido (Lima Oyola, et al., 2016b, p. 5).

La problemática a la hora de comprar o conservar un vehículo se presenta siempre en todos los consumidores, más en las personas que poseen menor conocimiento sobre vehículos, debido a que en el mercado automotriz existe muchas marcas reconocidas y prestigiosas y al momento de comprar uno siempre existe la duda de que auto es el más conveniente, día a día en nuestro país ingresan nuevas marcas y por lo tanto genera más dudas en cuanto a la elección de un vehículo, por lo que siempre se busca es potencia, comodidad, rendimiento y consumo de combustible (Lima Oyola, et al., 2016c, p. 57).

En base al consumo de combustible también se determinará que vehículo contaminara en mayor cantidad, la contaminación como sabemos crece a diario debido al incremento de vehículos que circulan, el factor es el combustible de mala calidad que se utiliza en el parque automotor en nuestro país Ecuador, en Europa según las normas Euro 5 y 6 son las que miden la cantidad de azufre en los combustibles va en un rango de 0 -10 partes por millón, mientras que en Ecuador la gasolina llega a una concentración de 60 partes por millón de azufre, por lo tanto es primordial utilizar un vehículo que consuma menor cantidad de gasolina y por lo tanto su contaminación será menor (Machado, 2019a).

### ***1.2.1. Efectos al medio ambiente***

La contaminación ambiental por parte de los motores de combustión interna va en aumento debido al crecimiento del parque automotriz que es un problema social que surge por la utilización excesiva de automóviles esta contaminación genera el fenómeno llamado efecto invernadero que es producido por gases tales como: CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, el gas metano, dióxido de nitrógeno etc. estos gases ayudan al calentamiento del planeta (Tipanluisa, et al., 2017a, p. 5).

### ***1.2.2. Efecto sobre el hombre***

Los gases que expulsan los motores de combustión afectan sobre la salud humana estas sustancias tóxicas perjudiciales son: óxido de nitrógeno, dióxido de carbono, los hidrocarburos y el hollín son sustancias que con el contacto humano pueden causar daños graves como el cáncer ya que son sustancias cancerígenas (Tipanluisa, et al., 2017b, p. 5).

### **1.3. Alcance**

Para realizar el presente trabajo investigativo se debe establecer la ruta en la cual los automóviles serán sometidos a pruebas de comparación de consumo de gasolina de tres marcas distintas de vehículos que se desarrollará en el Austro Ecuatoriano en este caso comprenderá Cañar, Cuenca y el cantón Gualaceo que será la ruta de prueba.

Las pruebas se realizan en tres marcas de vehículos específicamente Toyota, Chevrolet y Hyundai con un cilindraje similar los mismos recorrerán la ruta antes mencionada para poder realizar el análisis del consumo de gasolina Ecopaís en este caso.

Al realizarse la prueba se tiene en cuenta algunos parámetros como el kilometraje del motor al inicio de la prueba, capacidad de su tanque de combustible, el rendimiento de cada motor y la cantidad de dinero invertido.

Con los resultados que se obtengan se introduce en la hoja de cálculos Excel para sus respectivos análisis sobre el consumo y de esta manera determinar que motor es el más conveniente en cuanto al consumo, rendimiento y la contaminación todo esto dependerá de muchos factores como: cilindraje, años de fabricación del vehículo y las condiciones en las que se encuentra el motor.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Analizar el consumo de gasolina de vehículos de diferentes marcas con similar cilindraje, mediante pruebas de ruta, para determinar que vehículo consume menor cantidad de combustible.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Establecer y caracterizar los vehículos que se utilizaran para la investigación
- Implementar una base de datos para el cálculo del consumo de gasolina
- Analizar el consumo de combustible en cada uno de los vehículos que se utilizaran en la investigación.
- Identificar el rendimiento del motor en base al consumo de combustible de las marcas que se utilizaran en la investigación.
- Establecer un estudio económico de acuerdo a las pruebas realizadas.

## **1.5. Hipótesis**

El consumo de combustible de los tres tipos de vehículos de prueba es distinto al realizar un recorrido en una ruta de prueba que comprende 156 km en las provincias de Cañar y Azuay.

A1: Aveo Activo, A2: Toyota Corolla, A3: Hyundai Veloster

Ho: Promedio de consumo de A1 = al promedio del consumo de A2= al promedio el consumo del A3

H1: al promedio del consumo de A1r  $\neq$  al promedio del consumo de A2 $\neq$  al promedio el consumo de A3

## **1.6. Estado del arte**

### **1.6.1. Combustibles**

#### **1.6.2. Gasolina**

Es un producto que se obtiene del petróleo mediante una serie de procesos, es utilizada para todo tipo de automóviles que contienen motores de combustión interna y otros tipos de máquinas y diversos usos (Castillo, 2011).

#### **1.6.3. Combustibles (Gasolina) en el Ecuador**

Según la empresa Petroecuador se establece los precios de la gasolina del 11 de octubre al 10 de noviembre del 2020, el precio para el consumidor se fija en \$ 1.75 por galón para la gasolina Extra y la gasolina Ecopaís, \$ 2.28 por galón para la gasolina Súper (El Comercio , 2020).

La empresa Petroecuador en el año 2011 importó gasolina con un número de octano alto para así mezclarlos y procesarlos para la obtención de la gasolina Ecopaís y Extra con un número de octano entre 81-87 y para la gasolina súper con un número de octano entre 90-92, pese a la importación de gasolina con un alto octanaje sigue siendo muy contaminante para el medio ambiente pero cabe recalcar que se redujeron un porcentaje alto las emisiones contaminantes (El Comercio , 2012).

#### **Ecopaís**

Es un combustible (Gasolina) que es un proyecto que se realizó en la ciudad de Loja con el fin de contaminar menos y por ende es amigable con el medio ambiente, Petroecuador es la que produce y distribuye a nivel nacional, esta gasolina tiene muchas ventajas como la reducción de gases contaminantes como el CO<sub>2</sub>, disminuye la salida de divisas debido a que se importan en menor cantidad Naftas de alto octano los mismos que se utilizan en la fabricación de gasolinas, también debido a que es un combustible con base de caña de azúcar beneficia al sector cañicultor y a los que producen el etanol y esto beneficiaría a que se tenga un mayor empleo, la cantidad de octanos de esta gasolina es de 85 (PETROECUADOR, 2019a).

Esta gasolina se encuentra elaborada con Nafta alto y Etanol bajo, esto con el propósito de cumplir con los requisitos de calidad que requiere la norma IEM 935, este combustible cumple con los mismos estándares de calidad que la gasolina denominada Extra (PRETROECUADOR, 2019b).



## **Súper**

Es una de las gasolinas comercializadas en nuestro país, contienen un mayor número de octanos en comparación a la gasolina Extra o Ecopáís con un número de 92 octanos para vehículos de altas prestaciones. Este tipo de gasolinas es utilizado en motores de relación de compresión alta, su composición es de hidrocarburos isoparafínicos y aromáticos que beneficia a elevar el índice de octano los cuales ayudan a soportar las altas presiones y elevadas temperaturas (PETROECUADOR, 2019c).

### **1.6.4. Octano**

El octanaje o índice de octano mide la capacidad de anti detonación de la gasolina, es decir, hasta qué punto está aguanta sin detonar prematuramente. Este fenómeno se produce cuando la mezcla explosiona antes de que se ordene la chispa producida por la bujía y, por tanto, el pistón aún no está situado en el lugar adecuado (PETROECUADOR, 2019d).

### **1.6.5. Principales propiedades de la gasolina**

- Poder calorífico
- Viscosidad
- Numero de octano
- Densidad

### **1.6.6. Tipos de combustión**

En el funcionamiento de un motor de combustión interna se genera diferentes tipos de combustión, esto dependerá de la mezcla aire combustible, según (Lima Oyola, et al., 2016d, p. 6) se puede tener distintos tipos de combustión:

- **Combustión completa**

En la combustión completa se da porque el combustible a combustionado completamente y esto genera la expulsión del gas conocido como oxido de carbono (CO) (Lima Oyola, et al., 2016e,p. 6).

- **Combustión incompleta**

la combustión incompleta produce el monóxido de carbono, esto debido a que no hay suficiente oxígeno para que pueda reaccionar con todo el carbono existente, también se puede presenciar hidrocarburos no quemados esto porque no todos los hidrocarburos son parte de la reacción debido al escaso tiempo en la combustión (Lima Oyola, et al., 2016f,p. 6).

- **Combustión con exceso de aire**

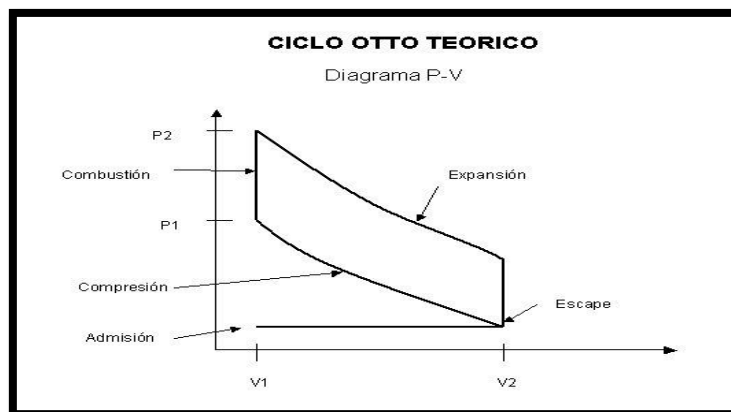
Este tipo de combustión se da con una mezcla estequiometría en menor cantidad a la del carburante (Leyva, 2019b).

- **Combustión con defecto de aire**

Este tipo de combustión se da con una mezcla estequiometría en mayor cantidad a la del carburante (Leyva, 2019c).

- **Combustión teórica**

Este tipo de combustión se realiza a partir de la energía química de un combustible que es transformada en energía mecánica que combustiona dentro de la cámara, cuando se da la combustión, el hidrógeno va mezclarse con el oxígeno dando como resultado agua, también el oxígeno y el carbono van a mezclarse formando óxido de carbono, el nitrógeno no interviene en la mezcla química (Leyva, 2019d).



**Figura 1-:** Ciclo Otto combustión teórica

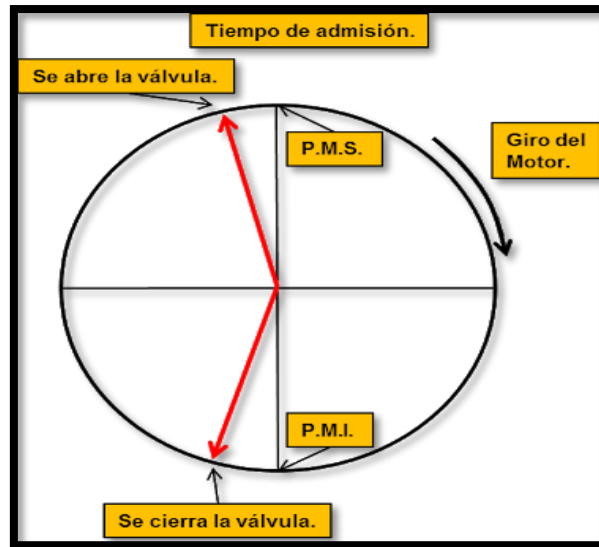
Fuente: (Moreno, 2010)

- **Combustión real**

En esta combustión la bencina (Súper), plomo (Extra) y el azufre (Diesel) son elementos químicos que van afectar a la relación estequiométrica, en la combustión real se va a comportar de la siguiente manera.

**Admisión:** en esta fase existen pérdidas de succión por medio de los anillos por ende no hay un llenado completo en el cilindro, podemos encontrar una presión inferior a la atmosférica, para poder compensar las pérdidas que existen en esta fase, la válvula de admisión deberá abrirse antes

de que el pistón llegue al punto muerto superior, así permitirá que los gases entren antes de que el pistón empiece de descender (Machado, 2019b).

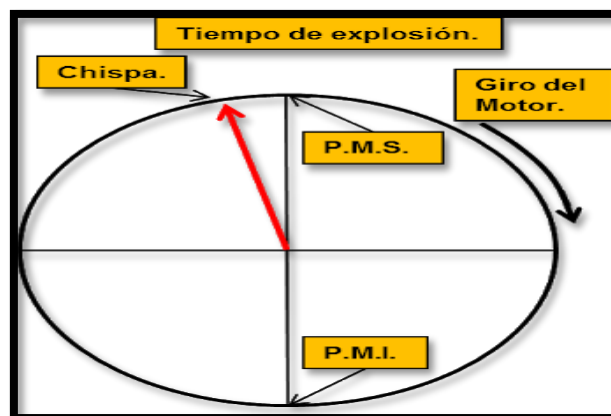


**Figura 2-1:** Ciclo Otto real fase de Admisión

Fuente: (Todomecanicabasica, 2012)

**Compresión:** Esta fase es similar a lo que acontece en el ciclo practico, la perdida de presión por medio de los anillos del pistón provoca que la presión en el cilindro disminuya con valores que no son deseados por los fabricantes (Machado, 2019c).

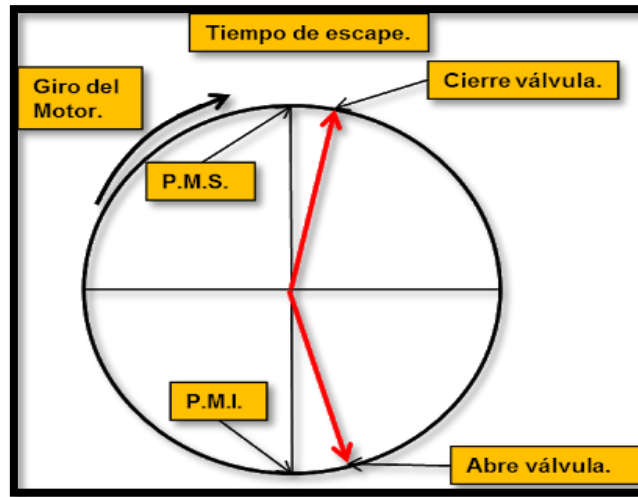
**Explosión:** para aprovechar al máximo la combustión se necesita que la chispa salte antes de que el pistón alcance el punto muerto superior (Machado, 2019d).



**Figura 3-1:** Ciclo Otto real fase de Explosión

Fuente: (Todomecanicabasica, 2012)

**Escape:** En esta fase se expulsara los gases residuales, para que esto ocurra la valvula de escape tiene que abrirse antes de que el piston se encuentre en el punto muerto inferior.



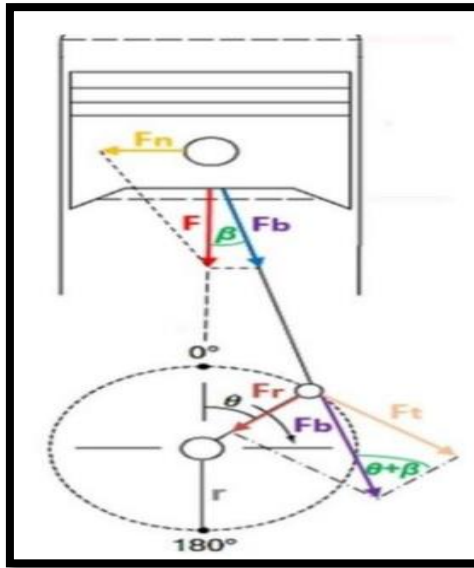
**Figura 4-1:** Ciclo Otto real fase de Escape

Fuente: (Todomecanicabasica, 2012)

### 1.6.7. Torque y potencia

#### Torque

Cuando se realiza la combustión de la mezcla aire – combustible, generado por la acción de la chispa eléctrica, esta genera el aumento de la presión y temperatura dentro de los cilindros. La presión producida en el interior genera una fuerza de empuje  $F$  sobre el pistón que lo desplaza generando el mecanismo de movimiento biela- manivela, donde el movimiento es lineal del pistón en el interior de cilindro traduciéndolo en movimiento rotatorio del cigüeñal. La fuerza que actúa sobre el pistón es proporcional a la presión media efectiva durante la carrera de expansión, la misma que depende del grado de llenado de los cilindros, de la relación de compresión, de la cilindrada y de la eficacia con que se desarrolla la combustión. En el esquema de la Figura 5-1, la fuerza  $F$  ejercida sobre el pistón se descompone en la fuerza  $Fb$  que actúa sobre la cabeza de biela y en la  $Fn$  que produce un empuje lateral sobre las paredes del cilindro (Castillo, 2017b).



**Figura 5-1:** Esquema para la obtención del par motor

Fuente: (Castillo, 2017)

Mediante el producto de la fuerza  $F_b$  por el radio  $r$  de la manivela se determina el torque o par motor, que se refleja en la ecuación (1).

$$T = F_b \cdot r \quad (1)$$

T: Torque o para motor (N.m)

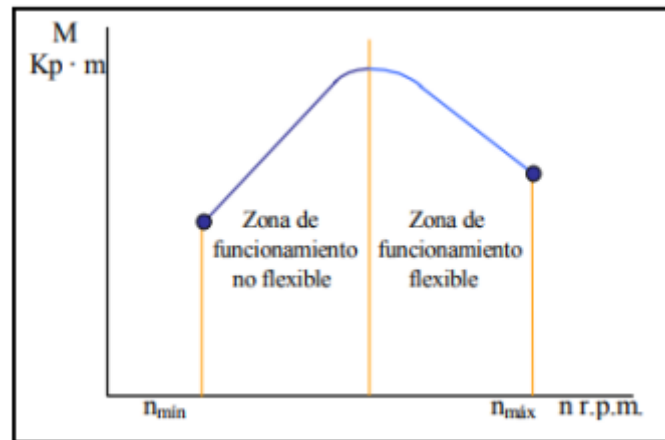
$F_b$ : Fuerza sobre la biela (N)

$r$ : radio de la manivela del cigüeñal (m)

La fuerza  $F$  que produce el torque es variable, que en un motor de 4 tiempos es máxima en el momento que se lleva a cabo la fase de combustión y su posterior expansión en el cilindro, siendo negativo el torque en las demás fases. Dentro de la etapa donde se genera trabajo el rendimiento del motor no es igual en todos los puntos, depende del régimen de giro y consecuentemente de la fuerza de empuje que se genera. Es así que el número de revoluciones limita el llenado correcto de los cilindros y, por tanto, el par motor. A bajas revoluciones la combustión de la mezcla no resulta óptima debido a la escasa inercia que poseen los gases que provoca que el llenado del cilindro no sea el ideal, al igual que su vaciado. Por otro lado, si el motor funciona a un elevado régimen, tampoco el llenado de los cilindros es completo debido al escaso tiempo que dispone el gas para ocupar todo el espacio disponible (Castillo, 2017c).

En la curva del torque que se visualiza en la figura 6-1, se puede considerar que está dividida en dos regiones, una de funcionamiento no flexible y la otra de funcionamiento flexible, las dos

zonas están limitadas por un régimen de giro al que motor ofrece el máximo par determinado por los fabricantes del vehículo (Ladino, 2018a).



**Figura 6-1:** Curva de Torque

Fuente: (Ladino, 2018)

## Potencia

La potencia hace referencia a cuantas veces está disponible el torque en el tiempo, es decir con que velocidad se puede disponer del par, la potencia desarrollada en el motor depende de la relación de compresión y también de la cilindrada, mientras mayor sean estos valores mayores será la explosión y por ende mayor fuerza aplicara el pistón, dependerá también de las revoluciones por minuto que gire el motor, la potencia se determina mediante la ecuación (2).

$$P = T * W = \frac{T * n}{60} / 2\pi \quad (2)$$

P: Potencia del motor (kW)

T: Torque o par motor (N.m)

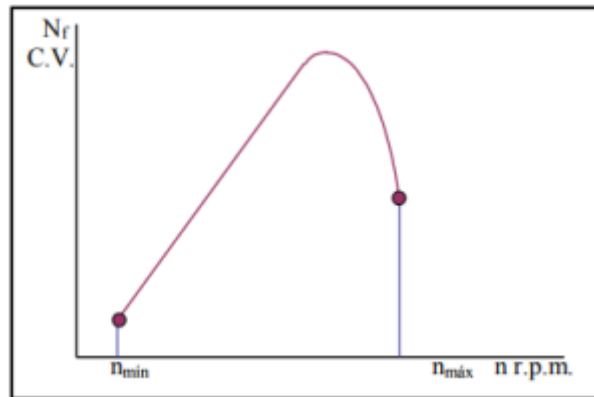
W: Velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)

N: Revoluciones por minuto(rpm)

Cundo se alcanza la potencia máxima, el exceso de revoluciones ocasiona que esta disminuya debido a que el sistema de inyección de combustible tiene un límite operativo, superado el mismo no tiene precisión suficiente para inyectar el combustible eficazmente (Castillo, 2017d).

Podemos observar en la figura que indica que a medida que incrementa el régimen de giro mayor será la potencia de freno de forma parcialmente lineal, esto ocurre solo hasta cuando se llega a una velocidad angular del cigüeñal es decir a una velocidad nominal en el que, por seguridad del

motor actúa el regulador disminuyendo la entrada de combustible. A partir de dicho régimen de giro la potencia disminuye hasta llegar a un valor que, para un alto régimen de giro es bajo (Ladino, 2018b).



**Figura 7-1:** Curva de Potencia

Fuente: (Ladino, 2018)

### Curvas de Par

**A plena carga:** es habitualmente proporcionada por el fabricante, y muestra el par máximo proporcionada por el motor a cada régimen de giro cuando la carga es máxima, es decir cuando la palanca del acelerador esta pisado al fondo.

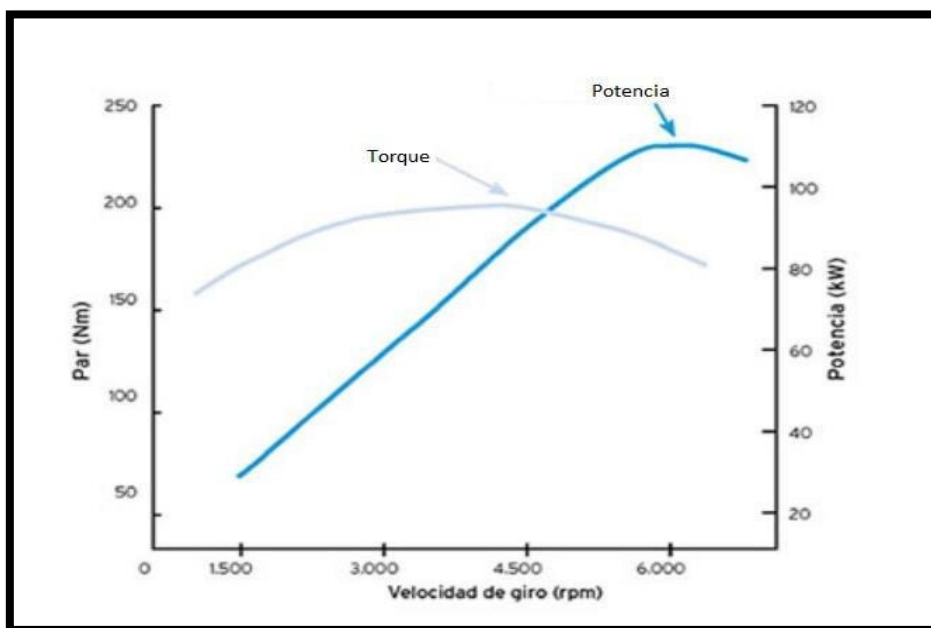
**A carga parcial:** muestra el proporcionado por el motor a diferentes posiciones del pedal del acelerador como por ejemplo 25 %, 50 % o 75% de su recorrido.

### Curvas de potencia

**A Plena carga:** también es proporcionada por el fabricante y muestra el valor de la potencia que entrega el motor a cada régimen de giro cuando la carga es máxima, es decir la palanca del acelerador pisado al fondo.

**Carga parcial:** muestra la potencia entregada por el motor en función de las revoluciones del mismo, cuando la carga es menor de la máxima, es decir a posiciones del pedal del acelerador por ejemplo en posiciones de su recorrido en un 25 %, 50 % o 75 %.

De las curvas de par y potencia se puede visualizar que la máxima potencia no corresponde al máximo par entregado por el motor, en la mayoría de los motores se representa un máximo par alrededor de un 70 % de la velocidad nomina, es decir, de aquel al que se produce la máxima potencia, como se observa en la figura (Ladino, 2018c).



**Gráfico 1-1:** Curva de Torque y potencia

Fuente: (Castillo, 2017)

### Como influye el torque y la potencia en el consumo de combustible

Para determinar cómo ahorrar combustible con relación al torque se debe saber que para cada auto existe un punto máximo de torque, es decir un punto en donde se obtiene la máxima fuerza que puede realizar el motor para mover los pistones, bielas y cigüeñal, dicho punto se lo conoce como rango útil de par motor, se produce cuando el proceso de combustión se realiza de forma óptima obteniendo la mayor potencia con el menor consumo de combustible que es lo que busca siempre en un vehículo, el punto máximo de torque se relaciona con las RPM, es decir de lo rápido que se realice el proceso de combustión, cuando las revoluciones son muy lentas no llega la cantidad exacta de combustible a los cilindros y la potencia es baja, conforme este proceso se acelera, más gasolina llega a los cilindros y aumenta la fuerza de los pistones por ende aumenta el torque y la potencia llegando a un punto óptimo, mientras que el torque se genere a más bajas revoluciones es mejor ya que la combustión se generaría de manera óptima por lo cual el consumo será menor (Sosa, 2019).

#### 1.6.8. Relación de compresión

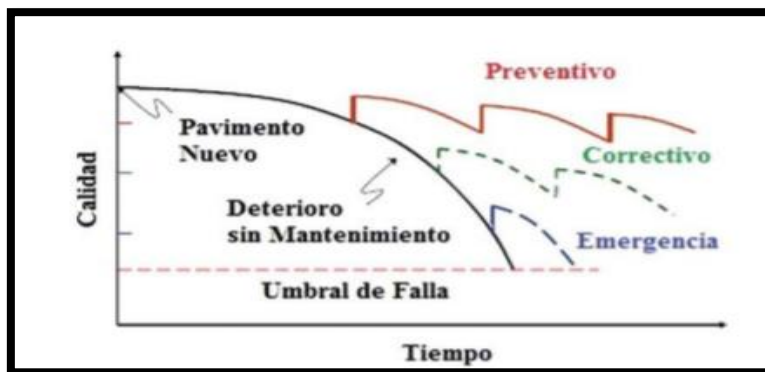
Uno de los factores que más afectan al funcionamiento de un motor es sin lugar a dudas es la relación de compresión. Se trata de un dato que determina en gran medida su rendimiento



térmico. Es decir, la forma en que aprovecha la energía proveniente de la combustión para transformarla en movimiento, se trata de la relación que existe entre el volumen de la mezcla aire/combustible cuando está comprimida y su volumen una vez que ya se ha detonado. Aunque para ser exactos, en los motores diésel lo que se comprime es solo aire, porque para motores a gasolina se inyecta después, la relación de compresión se expresa como dos números que permiten mensurar una proporción. Por ejemplo: 10 a 1, 11 a 1, 14 a 1 o el valor que sea, que solo quiere decir que la mezcla se expande 10, 11 o 14 veces una vez que ha ardido, cuanto más diferencia haya entre los dos volúmenes comparados, más rendimiento térmico tendrá el motor, porque más aprovechará su expansión para generar movimiento (Hernández Alconcer, et al., 2014,p. 37).

**1.6.9. Tipo de pavimento en donde se realizará la prueba**

Al momento de conducir hay que tener siempre en cuenta en qué tipo de carretera se va a desplazar para analizar el consumo de combustible, no va ser lo mismo manejar en una carretera pavimentada que en una carretera de tierra o una carretera con muchas pendientes e imperfecciones.



**Figura 8-1:** Esquema del ciclo de vida de un pavimento

Fuente: (Falconi, 2019a)

Las vías en donde se va realizar las pruebas va comprender la ruta que involucra al cantón Cañar, Azogues, Gualaceo y la ciudad de Cuenca, en el Austro Ecuatoriano el mantenimiento de las vías no ha sido implementada de manera adecuada por lo que se deteriora en un lapso determinado de tiempo esto afecta a los usuarios incrementando así los costos para los viajes, en la ruta antes mencionada comprende una carretera de hormigón y asfalto en condiciones medias debido al deterioro ya sea por el uso, por fallas geológicas o por efectos de la naturaleza (lluvia, sol, viento) (Falconi, 2019a).



**Figura 9-1:** Daños en la estructura de pavimento en la ruta

**Fuente:** (Falconi, 2019a)

#### ***1.6.10. Consumo de combustible***

Cuando conducimos un vehículo el consumo de combustible no va ser el mismo, todo va depender en las condiciones en las que se vaya a conducir, se va a presentar un mayor empleo de gasolina cuando se pause o se detenga varias veces en un recorrido, el consumo va ser menor cuando se mantenga una sola velocidad, tener en cuenta también que el gasto de combustible va ser diferente en un motor de 8 cilindros o al de uno de 4 cilindros y también dependerá del tipo de sistema de cada vehículo, según estudios realizados el promedio de consumo es de un litro por cada 12 kilómetros de recorrido (Choudhury, 2017).

##### ***1.6.10.1. Factores para el consumo de combustible***

- Va depender de la eficiencia energética de los motores.
- También depende de la manera de operación como: factores de carga, velocidad y la marcha en vacío.
- El ambiente en donde estoy circulando.
- Aerodinámica

Es el estudio sobre los fluidos del aire, el consumo va depender en gran medida de la aerodinámica de cada vehículo, este valor se mide con coeficiente  $C_x$  que es igual a 1 mientras más bajo sea dicho coeficiente mejor va ser la aerodinámica del auto por consiguiente el vehículo va tener menor resistencia al avance lo que favorece al consumo, el valor de 0.3 es un promedio de buen coeficiente aerodinámico.

La aerodinámica de cada auto tiene varios objetivos, así como un conjunto de acciones y efectos que ejerce el aire sobre el auto mientras se encuentra en movimiento, para lograr que estos factores sean los más favorables (Fraija, 2006).

- La carga del vehículo.

#### 1.6.10.2. Factores de conducción para el consumo de combustible

- Conductor

La persona encargada del volante va ser el responsable principal de una conducción eficiente, va depender de cómo son sus reacciones, la velocidad a la que vaya circular, como realizas sus cambios de marcha y con qué frecuencia realizas sus paradas (Cheng, 2015a).

- Aire acondicionado

El aire acondicionado su consumo va en un rango de un 5% a un 20 % del combustible, va depender de la temperatura y no de la velocidad (Cheng, 2015b).

- Ventanas

En un caso muy particular va depender de la velocidad en la que circule el auto a partir de los 90 km/h va consumir más energía debido a que empeoramos la aerodinámica del auto (Cheng, 2015c).

- La velocidad del vehículo y la resistencia del viento

Existe una relación directa entre la velocidad del vehículo y el consumo de gasolina, debido que al acelerar más va consumir mucha más gasolina debida a que el motor trabaja con mayor intensidad y va aumentar si conducimos por un trayecto en contra del viento (Cheng, 2015d).

- El factor freno

Se recomienda frenar durante las bajadas, pero tratando de realizar lo menos frecuente posible debido al frenado excesivo puede ocasionar el aumento en el consumo de combustible y que se dañen o se recalienten los frenos (Cheng, 2015e).

- Acelerador y cambio de marcha

Para reducir el consumo de combustible es necesario optimizar los cambios de marcha y siempre tener en cuenta al momento de conducir hacerlo el mayor tiempo posible marchas más largas y bajas revoluciones siempre tratando de conducir en 4ta y 5ta marcha si es posible (Cheng, 2015f).

### ***1.6.11. Prueba de consumo en otros países (Italia)***

En el año 2019 en Italia se realizó una prueba de automóviles en la que consistía, que vehículo consumen menor cantidad de combustible o menor cantidad de electricidad, los cuales se clasificaron en categorías como: motores a gasolina, Gasóleo, motores híbridos, motores eléctricos y GLP (Gemelli, 2019a).

En la prueba realizada, fue en un trayecto que recorrieron de Roma a Forlì con una distancia de 360 kilómetros, donde se compara a los vehículos en términos de eficiencia y el consumo de combustible o electricidad, en esta prueba los resultados que se obtienen son en litros por cada 100 km de recorrido y en km por litros, los resultados fueron los siguientes:

**Motores a gasolina** Consume 4.30 L/100 Km, este consumo fue obtenido en un recorrido de 360 km por un Mazda 3.2 Skyactiv GM Híbrido, 4.35 l/100 km por un Audi A1 Sportback, 4.70 L/100 km por un Mercedes A200.

**Motores a Diesel** Consume 3.80 l/km en un recorrido de 360 km logrado por un Peugeot 580, 3.85 L/100 km logrado por un Seat Ibiza Fr 1.6, 4.20 L/100 km logrado por un Kia ProCeed Gt.

**GPL** Consume 6.60 kg/100 km en un recorrido de 360 km logrado por un Renault Twingo Duel2, 7.60 Kg/100 km logrado por un Dacia Duster GLP 1.6.

**Híbridos** Consume 3.2 L/100 km en un recorrido de 360 km logrado por un Toyota Prius Awd-i, 3.90 L/100 Km logrado por un Toyota Corolla Style 1.8 Hybrid, 4.35 L/100 Km logrado por un Lexus UX 250h F-Sport.

**Híbridos Enchufables** Consume 3.45 L/100 km en un recorrido de 360 km logrado por un Mercedes E300, 5.55 L/100 Km logrado por un BMW 225xe iPerformance, 5.95 L/100 Km logrado por un Mitsubishi Outlander

#### **Eléctricos**

Consume 19 KWh/100 km en un recorrido de 360 km logrado por un Audi e-tron 55 (Gemelli, 2019b).



**Figura 10 -1:** Consumo real prueba clasificación primera mitad 2019

Fuente: (Gemelli, 2019)

### **1.6.12. Ciclo de conducción**

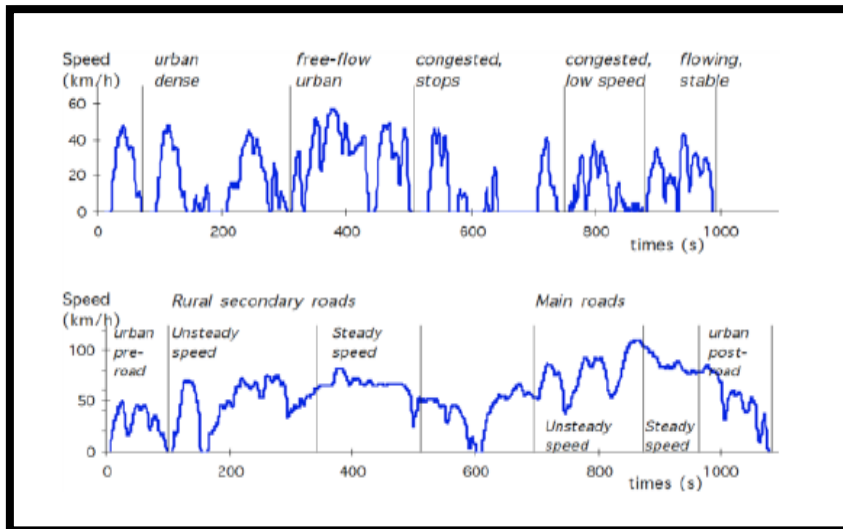
Esto va depender mucho de las características de conducción de cada conductor debido a que cada uno tiene su propio modo de manejo, además tener en cuenta las condiciones climáticas (lluvia, sol, neblina etc.) y el tráfico vehicular (Gonzalez, 2005).

#### **1.6.12.1. Ciclos de conducción en otros países**

### **Conducción a nivel mundial**

- **Proyecto Artemis**

Este proyecto se basa en los ciclos de conducción de los países de Italia, Suiza y Francia, para la toma de datos se lo realiza con Modem-Hyzem, este procedimiento se basa en tomar en cuenta la velocidad, aceleración, el tipo de vía, el tiempo en el que el vehículo permanece sin movimiento (Hernandez Alconcer, et al., 2014a,p. 38).

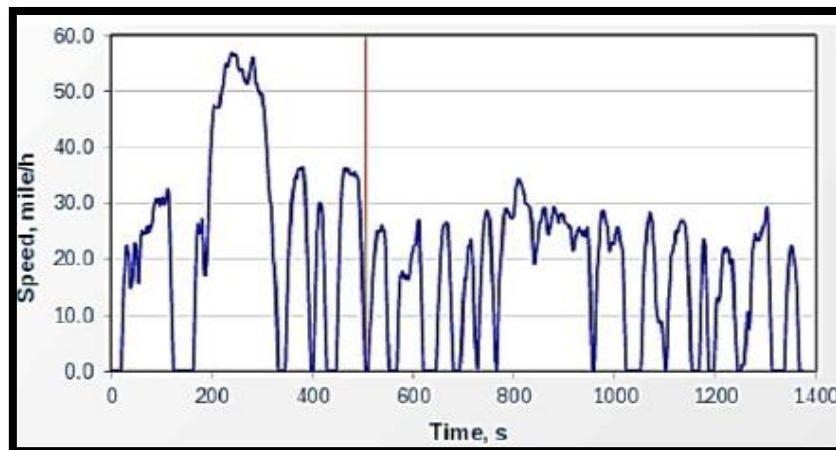


**Gráfico 2-1:** Ciclo de manejo proyecto ARTEMIS en vía urbana y rural

Fuente: (Hernandez Alconcer, et al., 2014a,p. 38).

- **FTP 72 Y FTP 75**

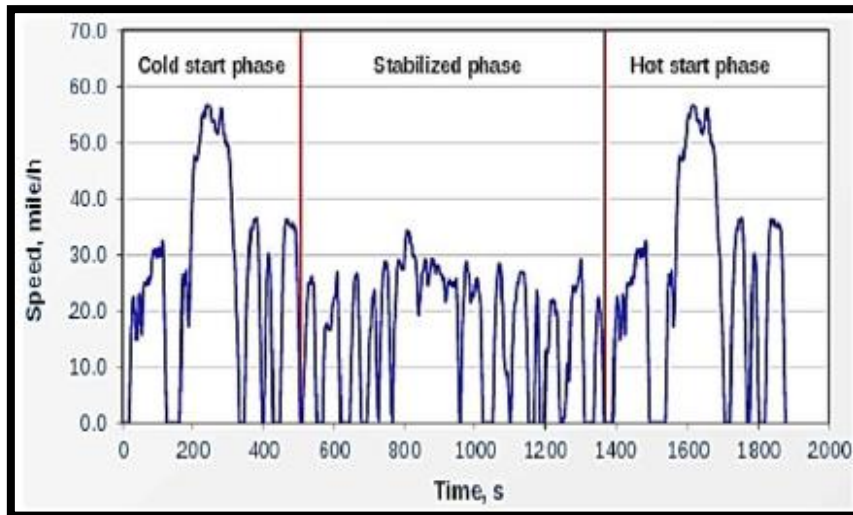
La prueba FTP 72 se lo realiza en los EEUU por medio de una simulación en una vía urbana con un dinamómetro de chasis, se lo aprecia en la figura 9-1, para esta prueba se considera una distancia de 12.07 km y una máxima velocidad de 91.24 km/h, la prueba consiste en dos fases una en fría y la otra después de 10 minutos cuando el motor a estado sin movimiento (Hernández Alconcer, et al., 2014b,p. 38).



**Gráfico 3-1:** Ciclo de conducción FTP

Fuente: (Hernández Alconcer, et al., 2014b,p. 38).

La prueba **FTP 75** se lo realiza en una fase en donde el motor del vehículo se encuentra detenido, esta fase es la que inicia después de los 10 minutos conocida como fase caliente como se puede apreciar en la figura 10-1 (Hernández Alconcer, et al., 2014c,p. 39).

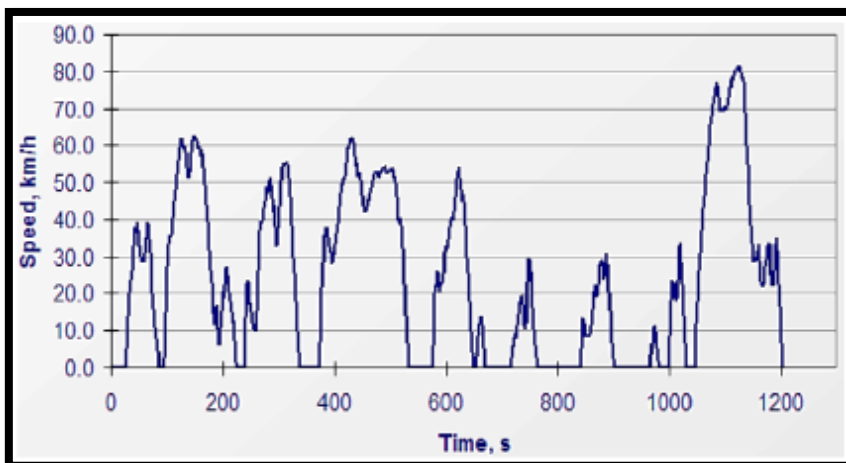


**Gráfico 4-1:** Ciclo de conducción FTP 75

Fuente: (Hernández Alconcer, et al., 2014c,p. 39).

- **Ciclo JC08**

Este tipo de ciclo de conducción se lo realiza en el país de Japón en un dinamómetro (ver en la figura 11-1), este análisis se realizó en un tiempo de 20.06 minutos con una velocidad de 81.59 km/h en una distancia total de 8.17 km (Hernández Alconcer, et al., 2014d,p. 40).

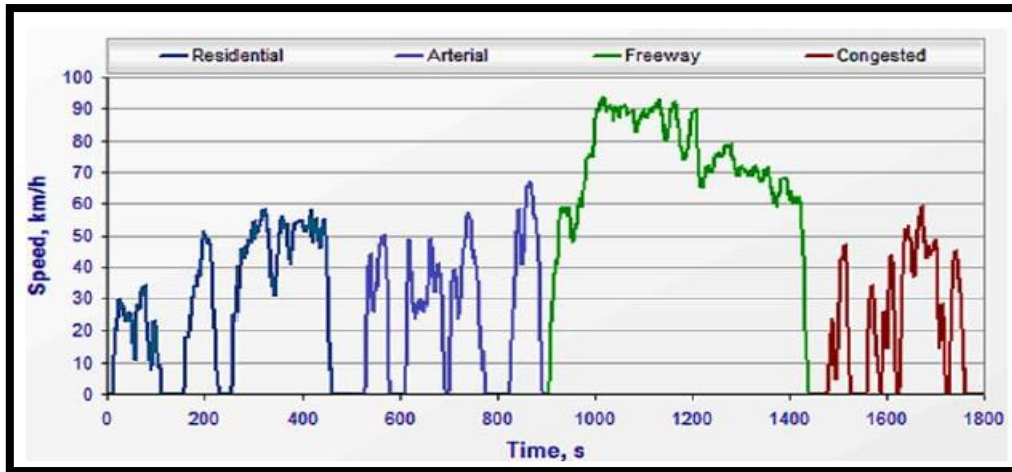


**Gráfico 5-1:** Ciclo de conducción JC08

Fuente: (Hernández Alconcer, et al., 2014d,p. 40).

- **Ciclo CUEDC**

Estos ciclos se desarrollan en Australia mediante un dinamómetro de chasis (ver figura 12-1), este ciclo se realiza en cuatro partes: en tráfico congestionado, en autopistas libres, vías principales y carreteras secundarias (Hernández Alconcer, et al., 2014e,p. 40).

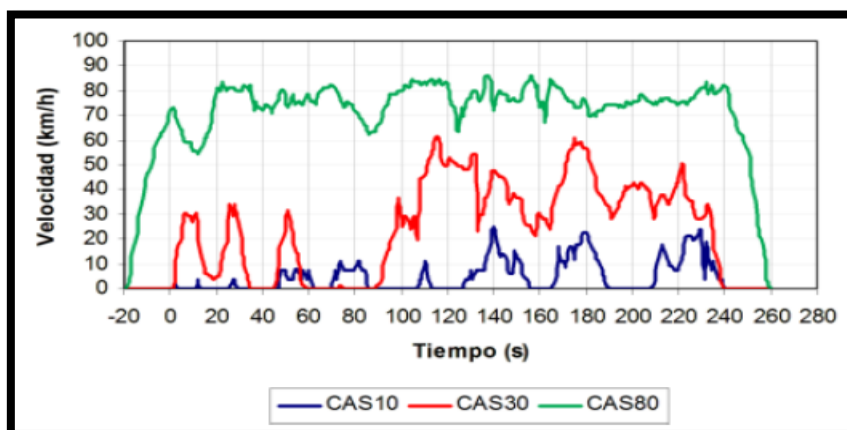


**Gráfico 6-1:** Ciclo de conducción CUEDC

Fuente: (Hernández Alconcer, et al., 2014e,p. 40).

- **Ciclo de conducción en Chile**

Este ciclo fue desarrollado en la ciudad de Santiago para vehículos livianos, con el objetivo de obtener ciclos de conducción que se basan en función de la velocidad, se obtuvo 10 ciclos con una velocidad de 26.6 Km/h estos constan de tres fases: arcos viales, velocidad-tiempo y un procesamiento (figura 13-1).



**Gráfico 7-1:** Ciclo de conducción en Chile

Fuente: (Hernandez Guzman, et al., 2014,p. 46)



### 1.6.13. Autos con consumo de combustible bajo

Ya antes hemos mencionado que el factor económico es de vital importancia sobre todo en países de Latinoamérica, por esa razón cabe recalcar que el consumo de combustible va ser muy importante a la hora de comprar un vehículo, a continuación, se presenta los autos con menor consumo de combustible según OCU:

- Volkswagen up con un consumo de 2.96 L/100km
- Mazda 2D-105 con un consumo de 3.29L/100km
- Toyota Prius ronda un consumo de 3.46 L/100km
- Volkswagen Golf que consume alrededor de 3.49 L/100km
- Skoda Octavia con 3.60 L/100km etc.

### 1.6.14. Aplicación velocímetro Pro 2018



**Figura 11-1:** Aplicación velocímetro Pro

Fuente: (Google Play , 2018)

Esta aplicación es un programa, uno de los más populares el cual me permite medir la velocidad, es un velocímetro de nuevo diseño y con características diferentes para satisfacer al clientela con relación a las versiones anteriores, el nuevo Spedometer Pro es una versión mejorada, esta guarda datos de forma automática como: la máxima y media velocidad, la ruta recorrida, grafico interactivo que va mostrar la relación de la velocidad, estos datos están dispuestos de manera cronológica y se pueden manejar en el velocímetro. Esta aplicación se la utiliza de manera muy sencilla permitiéndome una pausa en el recorrido y esta funciona en segundo plano con el fin de no interferir con las estadísticas de velocidad. (Google Play , 2018).

## 1.7. Marcas elegidas para la prueba

### 1.7.1. Chevrolet Aveo Activo



**Figura 12-1:** Chevrolet Aveo activo para la prueba

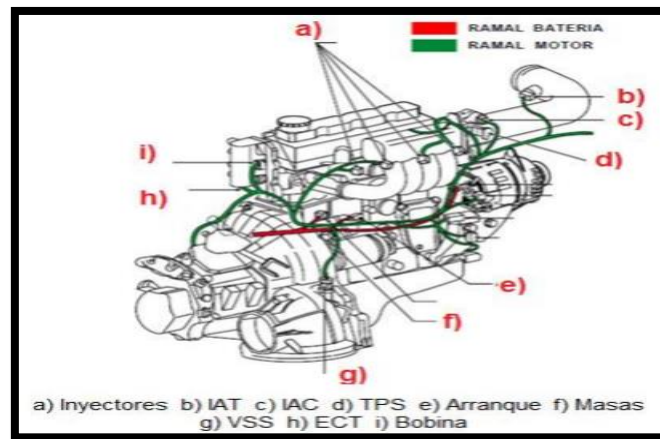
Realizado por: Quizhpilema Armando.2020

#### 1.7.1.1. Generalidades del motor Aveo Activo 1600 c.c.

- Es un motor de 4 cilindros, con un cilindraje de 1600 c.c. (1.598 cm<sup>3</sup>) y DOHC 16 V
- Es un motor de chispa perdida de 4 tiempos
- Cuenta con doble árbol de levas en la culata
- Su sistema de inyección es de multipunto y controlada electrónicamente
- Este motor cuenta con una potencia máxima de 103 HP a 6000 Rpm, con un torque máximo de 106.9 lb.ft a 3600 Rpm.
- Relación de compresión 9.5 a 1
- Inyección directa

Es auto con un motor de combustión interna, cuenta con un sistema de inyección indirecta, posee un solo árbol de leva, este auto cuenta con un módulo de control electrónico, una de sus funciones es controlar las emisiones contaminantes que generara durante la combustión, beneficia al rendimiento del combustible, controla la mínima marcha, esta acción lo monitorea

simultáneamente de esta manera controlando la mezcla aire-combustible ayudando al encendido del motor. Su sistema de inyección fue diseñado para controlar las emisiones contaminantes, confort, par motor y mejora el rendimiento.

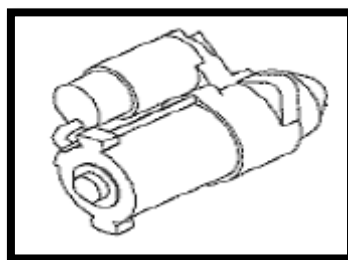


**Figura 13-1.** Ramal de control de motor y cables de batería

Fuente: (Chavez, 2012)

#### 1.7.1.2. Sistema eléctrico y electrónico del motor

Circuito de encendido: el sistema está compuesto por una batería, el motor de arranque, interruptor de solenoide y encendido, los cables de la batería y de las conexiones, al momento de girar la llave en contacto la corriente fluye y activa la bobina del solenoide del motor de arranque. El embolo del relé automático empuja al engrane y este engrana a la corona dentada, posteriormente los contactos se cierran, provocando que el motor gire y por consiguiente se encienda (Ordóñez Caballero, et al., 2014a,p. 75).

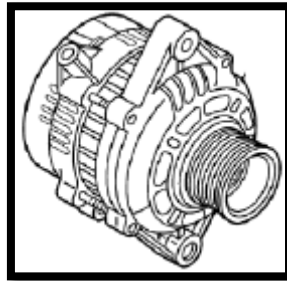


**Figura 14-1:** Motor de arranque

Fuente: (Ordóñez Caballero, et al., 2014a,p. 75)

**Circuito de carga:** El sistema de carga del Aveo Activo cuenta con una batería, un alternador con regulador integrado, cables y luz indicadora de carga, el alternador posee diodos integrados los cuales rectifican la corriente AC a CC; por lo cual el terminal B del alternador sale corriente

continua, la tensión de la carga del alternador se regula mediante un relé, el alternador está compuesto por componentes como: rotor, estator, rectificador, capacitor, escobillas, rodamientos y la polea de la correa, este sistema tiene como función mantener una tensión constante a la batería en los ciclos de funcionamiento (Ordóñez Caballero, et al., 2014b,p. 75).



**Figura 15-1:** alternador

**Fuente:** (Ordóñez Caballero, et al., 2014b,p. 75)

### *1.7.1.3. Sistema de control electrónico del motor*

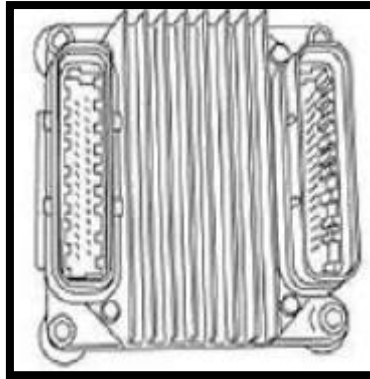
**Modulo electrónico del motor:** El módulo electrónico o la ECM es el cerebro del sistema de inyección de gasolina y esta a su vez se divide en 3 partes principales: ROM, PROM Y RAM.

**ROM:** Denominada memoria solo para leer esta sección de la ECM contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la ECU, el microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil, lo que significa que el programa diseñado en él se puede perder al desconectar la batería.

**PROM:** También conocido como memoria programable para leer, en esta sección se calibra el chip en la ECU, el PROM funciona en conjunto con el ROM para los ajustes fino del control de combustible y el tiempo de encendido para la aplicación específica, este contiene información del tamaño y el peso del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia al rodamiento, coeficiente de arrastre y la relación de tracción.

**RAM:** También denominada memoria de acceso aleatorio en esta sección se cumple tres funciones principales en la ECU, la primera función permite realizar una especie de apuntes en la ECU; cuando se necesite realizar cálculos matemáticos la ECM utiliza la RAM, la siguiente función es almacenar la información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques mientras en motor este apagado o funcionando en lazo abierto, como última función es la de almacenar los códigos de diagnósticos cuando se ha detectado una falla en el sistema, dichos códigos son

almacenados por cincuenta re arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retire de la ECU (Ordóñez Caballero, et al., 2014c,p. 76).



**Figura 16-1:** Módulo electrónico del motor

**Fuente:** (Ordóñez Caballero, et al., 2014c,p. 76)

#### *1.7.1.4. Sensores principales con las que cuenta el Aveo Activo*

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- Sensor de temperatura de líquido refrigerante (ECT)
- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)
- Sensor de posición de la válvula de acelerador (TPS)
- Sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)
- Sensor de oxígeno (O2)
- Sensor de detonación (KS)
- Válvula de control del aire de ralentí (IAC)

1.7.1.5. Curva de torque y potencia del Aveo Activo

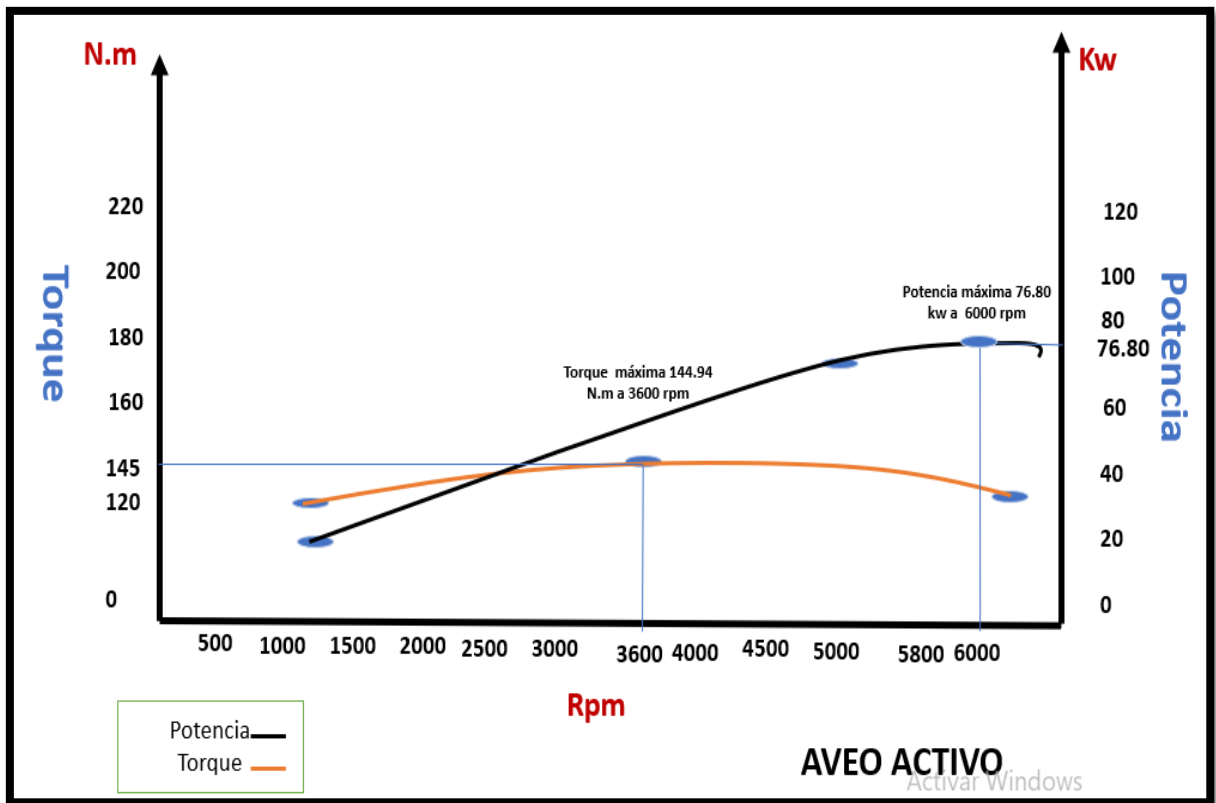


Gráfico 8-1: Curva de torque y potencia del Aveo Activo

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

1.7.2. Toyota Corolla



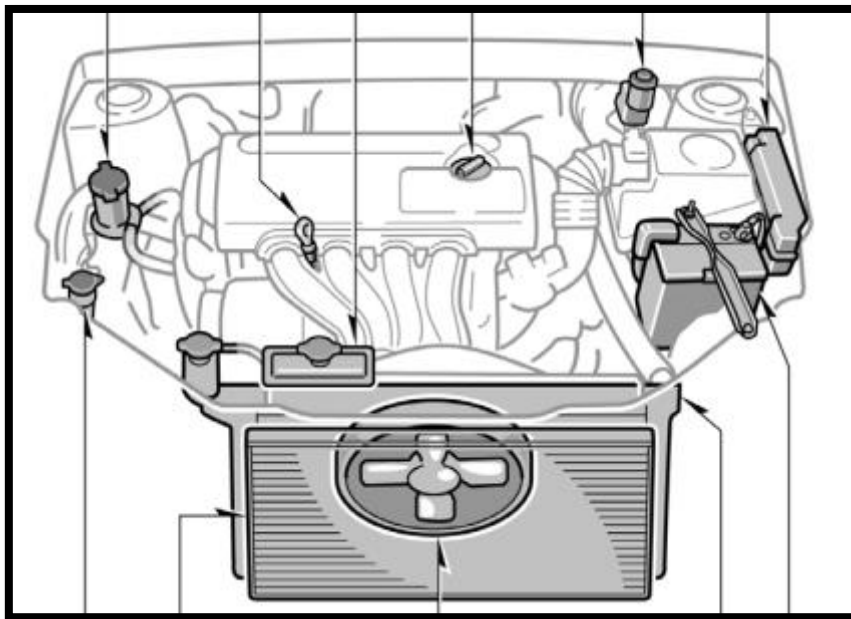
Figura 17-1: Toyota Corolla para la prueba

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Es un motor a gasolina de cuatro cilindros, con una cilindrada de 1.6 centímetros cúbicos, con una potencia 110 caballo de fuerza, tiene un sistema de inyección electrónico con inyección multipunto, su dirección es de cremallera asistida, frenos de disco en las delanteras y tambor en las ruedas traseras con sistema ABS, con una carrocería monocasco fabricada con acero. (Moreno, 2017).

#### 1.7.2.1. Generalidades del motor Toyota Corolla 166c.c.

- Es un motor de 4 cilindros, con un cilindraje de 1600 c.c. (1598 cm<sup>3</sup>) y 16V VVT-i
- Posee una aceleración de 100 km/h en 10.2 segundos
- Velocidad máxima 190 km/h
- Produce una potencia máxima 110 hp en 6000 rpm, y un torque máximo de 110.63 lb.ft a 4800 rpm.
- Con una relación de compresión 10.5 a 1
- Alimentación 2 árboles de leva en la culata
- Sistema de inyección indirecta

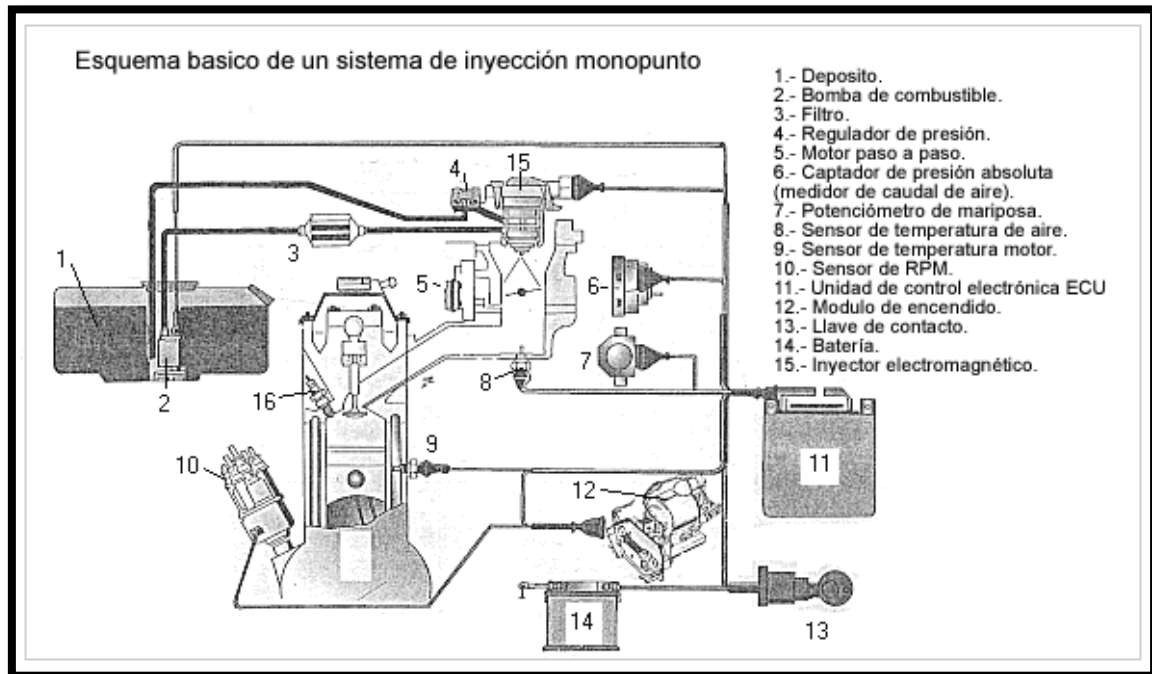


**Figura 18-1:** Vista general del motor Toyota Corolla 2003

Fuente: (Manuales de Mecánica , 2014)

### 1.7.2.2. Sistema de inyección electrónica

El tipo de sistema de inyección de Toyota corolla es indirecta, el caudalímetro mecánico ha sido remplazado por un caudalímetro de hilo caliente que mide la masa de aire y emite una señal electrónica que corresponde al volumen de aire que circula.



**Figura 19-1:** Sistema de alimentación del Toyota Corolla

Fuente: (Moreno, 2017b)

Cuenta con una unidad de control electrónico (ECU), esta computadora es la que permite controlar las emisiones y consumo de combustible del motor, el sistema eléctrico cuenta con los siguientes componentes como: la batería, el motor de arranque, sistema de luces y otros subsistemas auxiliares como limpiaparabrisas o aire acondicionado, la batería es que encargada de almacenar la energía para alimentar los sistemas electrónicos, cuando el motor está en marcha el alternador es movido por el cigüeñal y mantiene el nivel de carga de la batería (Moreno, 2017b).

### 1.7.2.3. Encendido electrónico

El encendido electrónico se combina con un encendido electrónico integral aprovechando muchos de los sensores con los que cuenta el motor del Toyota corolla y con la propia computadora, el encendido electrónico es convencional con distribuidor como se observa en la figura, en la que la ECU determina el instante del salto de chispa en cada cilindro, repartiendo el distribuidor la chispa a cada bujía en el orden de encendido adecuado y el encendido electrónico (DIS) que suprime el distribuidor.



#### *1.7.2.4. Inyección de combustible*

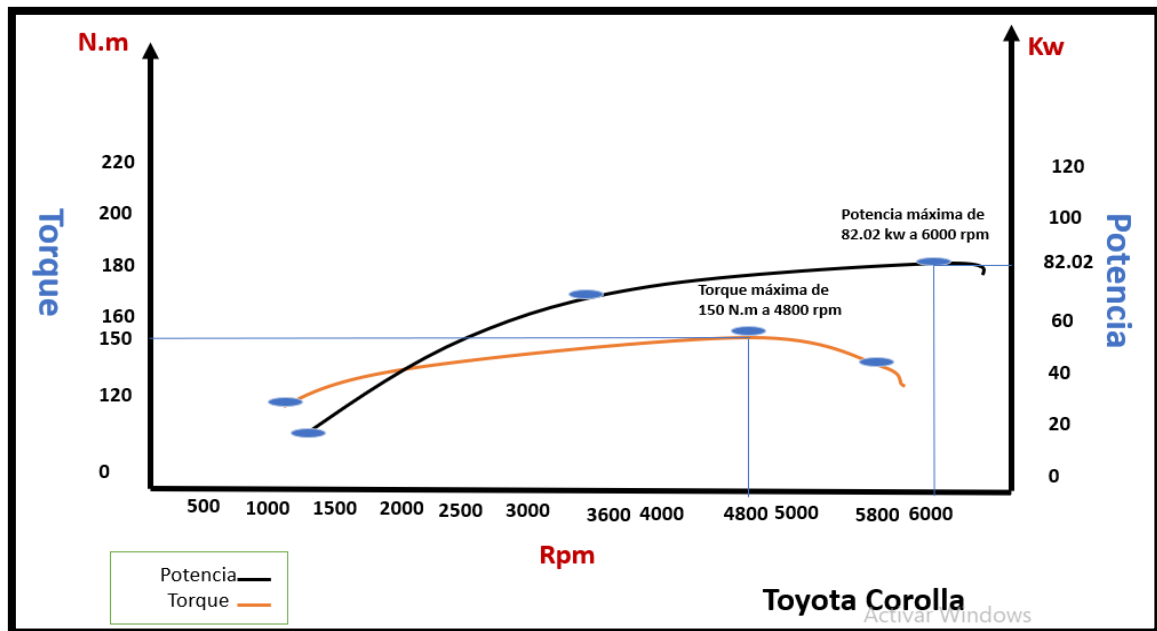
Este sistema permite manejar de mejor manera la dosificación de combustible, ayuda a manejar de buena manera las distintas fases de funcionamiento del motor como: ralentí, carga parcial, plena carga, aceleración, desaceleración, teniendo ventajas con relación a la potencia, consumo de combustible, comportamiento de marcha, también permitiendo poder disminuir los elementos contaminantes, el sistema de inyección del Toyota corolla es indirecta permitiendo pulverizar el combustible en el colector de admisión, lo que conlleva que el combustible se suministre fuera de la cámara de combustión, este proceso ayuda a que se mezcle bien el aire-combustible para que luego llegue al interior del cilindro para garantizar que el combustible esté lo mejor mezclado posible con el aire, los motores de este tipo de inyección poseen en el interior el colector rugoso, con el fin de conseguir una turbulencia que contribuya a una mejor pulverización del combustible.

Una de las desventajas de este tipo de inyección es el consumo de combustible vas ser un poco más elevado que los motores de inyección directa, el arranque en frio va ser un poco más difícil debido a que el combustible se pega a las caramas de combustión y el suministro de combustible no es tan exacto como la inyección directa, una de las ventajas que posee este tipo de motor es producir en menor cantidad la emisiones contaminantes como el NOx, también lo inyectores están lejos de los combustibles y por ende se ensucian menos y por ello tienen menor probabilidad de obstrucción (Moreno, 2017c).

#### *1.7.2.5. Principales sensores*

- Sensor de posición del pedal de acelerador
- Sensor de presión del colector
- Sensor de posición de la válvula de mariposa
- Sensor de posición del árbol de levas
- Sensor de temperatura de refrigerante
- Sensor de temperatura del aire de entrada
- Sensor de oxígeno
- Sensor de detonación
- Sensor de posición del cigüeñal

### 1.7.2.6. Curva de torque y potencia del Toyota Corolla



**Gráfico 9-1:** Curva de Torque y Potencia del Toyota Corolla

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

### 1.7.3. Hyundai Veloster

Este auto tiene un propulsor de 1.6 con 130 caballos de fuerza, con una caja de 6 marchas con transmisión manual, su tanque de combustible tiene una capacidad de 50 litros, con una cilindrada de 1591 CC., viene integrado con un sistema de frenos ABS, posee un control electrónico de tracción y estabilidad, además posee airbag tanto delanteros como traseros, su dirección es electrónica etc. (AutoDelta, 2019).



**Figura 20-1:** Hyundai Veloster para la prueba

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

#### *1.7.3.1. Generalidades del motor Hyundai Veloster 1600 c.c.*

- Un motor de 4 cilindros en línea, con un cilindraje de 1600 c.c. (1591 cm<sup>3</sup>)
- Con un sistema de inyección multipunto, con alimentación indirecta
- El motor cuenta con una potencia máxima de 138 hp a 6300 rpm, y un torque máximo de 17.029kg-m a 4050 rpm.
- Acelera de 0 a 100km/h en 9.7 segundos
- Con una relación de compresión de 11 a 1

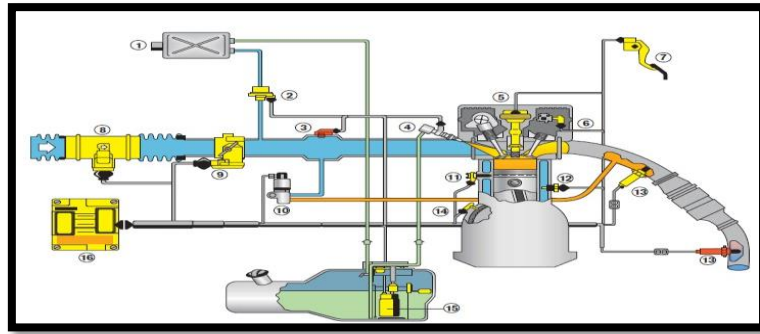
#### *1.7.3.2. Sistema de inyección electrónica*

El sistema de inyección del Hyundai Veloster controla la entrada de combustible en la unidad del motor, tiene el beneficio de ser mucho más preciso y venir bajo presión, a liberar el combustible en la unidad del motor, la bomba de inyección se encarga de presurizar el combustible y transferirlo a los inyectores, y los inyectores liberarán el combustible en forma de microgotas en los cilindros del Hyundai Veloster, el beneficio de la inyección de combustible es tener una dosis mucho más precisa que un carburador y permitir una mejor mezcla de aire / combustible y, por lo tanto, una mejor combustión.

Uno de los principales o falla electrónicas del Hyundai Veloster es el problema de la bomba de alta presión, la presión de su sistema de inyección puede ser demasiado alto o demasiado bajo lo que provoca una mala mezcla de aire combustible, por lo tanto, una mala combustión lo que implica un rendimiento bajo del motor, otro de los inconvenientes son las fugas de la bomba de inyección lo que implica una presión baja por consiguiente la combustión es mala (Mendez, 2011a).

#### *1.7.3.3. Alimentación de combustible*

El sistema de alimentación del Hyundai Veloster es con una inyección indirecta multipunto, este sistema se emplean un inyector por cada cilindro, viene emplazado en las proximidades de la válvula de admisión, los sistemas de inyección de combustible multipunto utiliza un inyector para suministrar combustible a cada cilindro, este sistema es aplicado para vehículos de gama media o gama alta como lo es el Hyundai Veloster, este tipo de inyección ayuda a controlar: Presión, temperatura de aire y caudal, régimen de giro, carga del motor, condiciones de funcionamiento (Marcha mínima, ralentí, arranque en frío) (Mendez, 2011b).



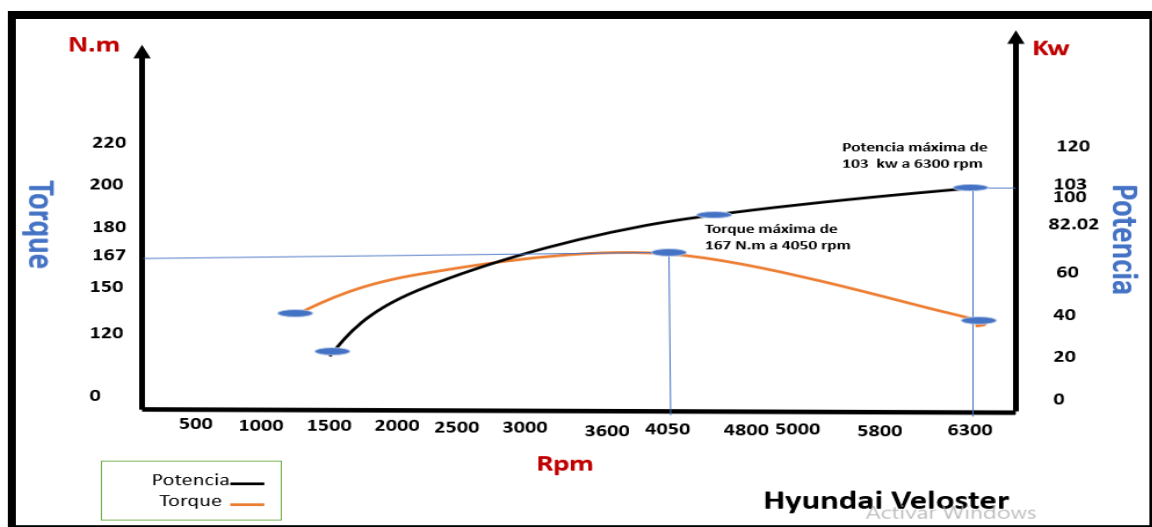
**Figura 21-1:** sistema de alimentación Hyundai Veloster

Fuente: (Beltrán, 2020)

#### 1.7.3.4. Principales sensores

- Sensor de posición del cigüeñal
- Sensor de posición de árbol de levas
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración
- Sensor de presión (MAP)
- Sensor de picado
- Sensor de masa de aire
- Sensor de temperatura de aire

#### 1.7.3.5. Curva de torque y potencia del Hyundai Veloster



**Gráfico 10-1:** Curva de Torque y Potencia del Hyundai Veloster

Realizado por: Quizpilema Armando, 2021

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLOGICO

#### 2.1. Estructura del método

#### ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE(GASOLINA) EN DISTINTAS MARCAS DE VEHÍCULOS CON SIMILAR CILINDRAJE



<b>Diseño Metodológico</b>	<b>Tipos de Metodología</b>	
	• Descriptiva	→ Se analiza los echo tal y como se observen
	• Experimental	→ Se basa en los cálculos en base a la prueba de ruta obtenida
	• Exploratorio	→ Debido a que aún no se ha realizado esta investigación en esta zona
	• Cuantitativa	→ En base a los datos de la investigación se interpretará los resultados
	• Documental	→ Me permite tener conocimiento sobre el consumo establecidos en catálogos o fichas técnicas



<b>Método de recolección de información</b>	• Ubicación de la ruta
	• Recolección de datos → Vehículos utilizados (Chevrolet Aveo, Toyota Corolla y Hyundai Veloster)
	• Método de determinación de consumo
	• Procedimiento de la prueba de ruta
	• Detalles de la ruta



<b>Análisis del consumo de combustible</b>	<p>Procedimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de la ruta (Distancia, condición de la carretera y ubicación)</li> <li>• Elección de uno de los vehículos para la realización de las pruebas</li> <li>• Recolección de datos durante las pruebas</li> <li>• Análisis en la hoja de cálculo Excel</li> </ul>
--	--



<b>Resultados</b>	<p>Análisis de datos</p> <p>De acuerdo a los análisis de datos de ruta se pretende obtener:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de gasolina</li> <li>• Presupuesto utilizado</li> <li>• Rendimiento del motor</li> </ul>
-------------------	---

## **2.2. Diseño metodológico**

### **2.2.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a la investigación realizada en base a los objetivos planteados deducimos que es una investigación netamente, descriptiva, experimental, exploratoria, cuantitativa y documental.

#### *2.2.1.1. Descriptiva*

Se considera descriptiva porque se analiza los hechos tal y como se observa en cuanto al consumo de combustible y rendimiento del vehículo en las pruebas de ruta, teniendo en cuenta la velocidad que circule el vehículo, el tráfico, las condiciones medio ambientales (lluvia, viento, sol) (Cervera, 2018a)

#### *2.2.1.2. Experimental*

Es experimental debido a que la investigación se basa en los cálculos, en base a los datos obtenidos, durante la prueba de ruta de los tres vehículos, estos cálculos se los determina en Microsoft Excel (Kindelan, 2019a).

#### *2.2.1.3. Exploratorio*

Se determina una investigación exploratoria por la razón que en esta zona de nuestro país Ecuador no se ha realizado este tipo de investigación de consumo de combustible en el trayecto Cañar-Cuenca-Gualaceo-Cañar (Cervera , 2018b).

#### *2.2.1.4. Cuantitativa*

Se considera una investigación cuantitativa porque en la investigación va existir una recolección de datos en las pruebas de ruta de las tres marcas de vehículos, por ende, en la interpretación de resultados va hallarse variables cuantificables (Cervera, 2018c).

#### *2.2.1.5. Documental*

Este tipo de investigación me permite tener el conocimiento sobre la gasolina Ecopaís y sobre el consumo de cada vehículo en kilómetros por galón que ya viene establecido en catálogos de cada marca, manuales y fichas técnicas (Gualan, 2019a).

## **2.3. Tipos de método**

### **2.3.1. Método deductivo**

Mediante este análisis se identificará cuál de las tres marcas de vehículos consume menos cantidad de gasolina y su rendimiento en un recorrido de 156 km con una velocidad promedio de 55 km/h durante la prueba de ruta (Gualan, 2019b).

### **2.3.2. Método analítico**

En un método analítico debido a que se va a realizar un análisis con los datos que se obtengan en las pruebas de ruta, tanto en Microsoft Excel, datos del tablero de la gasolinera, como con algunas pequeñas fórmulas matemáticas, para la obtención de consumo combustible y rendimiento vehicular (Gualan, 2019c).

## **2.4. Población y muestra**

### **2.4.1. Población**

Son todas las variables que podemos medir dentro de la investigación en este caso se mide la cantidad de combustible que consume cada auto en un determinado trayecto, el rendimiento y el total en dólares invertidos (Gualan, 2019d).

### **2.4.2. Muestra**

Para la investigación se basa en tres marcas de vehículos de los más comercializados en Ecuador tales como: Chevrolet, Toyota y Hyundai, de acuerdo al consumo que está establecido por el fabricante de cada marca de vehículo en los catálogos, en base a dichos datos para realizar una comparación con los datos que se obtengan en las pruebas de ruta con las tres marcas distintas de vehículos, realizando los cálculos respectivos en Microsoft Excel para analizar el consumo de gasolina (Gualan, 2019e).

### **2.4.3. Unidad de muestreo**

Todos los que conforman la unidad de muestreo son las personas que me facilitan el servicio de combustible en el estacionamiento de gasolina y los dueños de cada uno de los vehículos, quienes me proporcionan información de las características de sus vehículos y las condiciones en las que se encuentran.



#### **2.4.4. Unidad de análisis**

Se va realizar cálculos en Microsoft Excel con los datos adquiridos en las pruebas de ruta tomando en cuenta las condiciones en cada prueba y algunos cálculos matemáticos con el uso de una calculadora.

#### **2.4.5. Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo seleccionado es el analítico y objetivo

Analítico porque permite obtener una correcta justificación de las particularidades que se presentan durante la prueba.

El método objetivo ayuda a validar los resultados de consumo de gasolina, rendimiento que se obtienen durante todas las pruebas de ruta.

### **2.5. Materiales y equipos**

Materiales y equipos utilizados para el análisis de consumo de combustible

#### **2.5.1. Durante la prueba**

- Chevrolet Aveo activo, Toyota Corolla y Hyundai Veloster con cilindraje 1600 CC.
- Combustible Ecopaís
- Una agenda
- Cámara fotográfica
- Un teléfono celular con la aplicación denominada velocímetro Pro

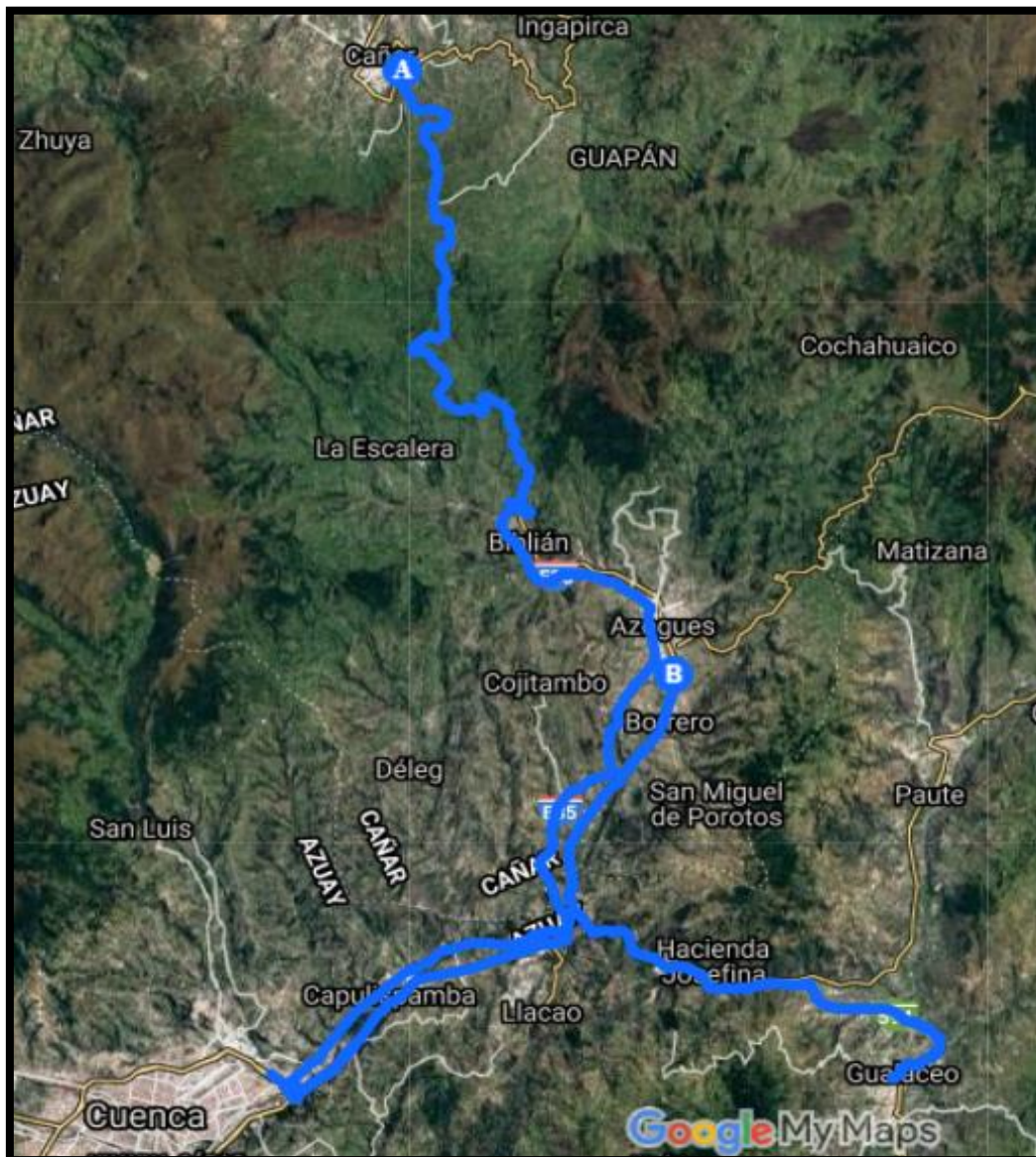
#### **2.5.2. Equipo para el análisis del consumo**

- Una laptop con Microsoft Excel
- Una calculadora

## 2.6. Método de recolección de información

### 2.6.1. Ubicación de la ruta

Sitios web fue la fuente de información para poder determinar el trayecto Cañar-Azogues-Cuenca-Gualaceo, Cañar y la distancia total de la ruta, se utiliza la aplicación de Google Maps para ubicar su trayecto, el recorrido total tiene una distancia de 156 km desde el cantón Cañar hasta llegar al cantón Gualaceo y retomar al cantón Cañar cruzando por la Ciudad de Cuenca y Azogues tal como se observa en la imagen 13-2.



**Figura 1-2:** Ubicación de la ruta establecida

Fuente: (Google Maps, 2020)

## 2.6.2. Método de recolección de datos

### 2.6.2.1. Vehículos utilizados para la prueba

Para la prueba de ruta se utilizan vehículos con una cilindrada de 1600 CC., en las marcas de Chevrolet, Toyota y Hyundai con el fin de obtener un consumo de combustible en similares condiciones de trabajo.

Para las pruebas correspondientes se realizó en 3 vehículos de diferentes marcas con la misma cilindrada descritos a continuación:

#### **Chevrolet Aveo Activo**



**Figura 2-2:** Vehículo Aveo utilizado en la primera prueba

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Para la recolección de información de los datos de cada vehículo lo obtuvimos precisamente con los dueños de cada auto, la información sobre el estado de cada vehículo y las características en general que se pueden apreciar en la tabla 1-2 del auto Chevrolet Aveo Activo.

**Tabla 1-2:** Características del vehículo Chevrolet Aveo Activo

<b>DATOS DEL VEHICULO</b>	
Placas: UCA0311	Combustible: Gasolina
Año modelo: 2009	Modelo: Aveo activo 1.6L 4P STD
Cilindrada: 1600 CC.	Color: Plomo
Marca: Chevrolet	Peso: 0.75 Toneladas

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito.2020

Realizado por: Quizhpilema Armando.2020

### Ficha técnica Chevrolet Aveo Activo

**Tabla 2-2:** Prestaciones y consumos homologados del Aveo

<b>Prestaciones y consumos homologados</b>	
<b>Velocidad máxima</b>	176 km/h
<b>Aceleración 0- 100km/h</b>	11.1 s
<b>Consumo NEDC</b>	
Extraurbano	5.4 l / 100 km
Urbano	8.9 l / 100 km
Medio	6.7 l / 100 km
<b>Emisiones de Co2 NEDC</b>	160 gr / km

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema, Armando, 2021

**Tabla 3-2:** Dimensiones, peso, capacidades del Aveo

<b>Dimensiones, peso, capacidades</b>	
<b>Longitud</b>	4.310 mm
<b>Anchura</b>	1.710 mm
<b>Altura</b>	1.505 mm
<b>Factor de resistencia</b>	0,7
<b>Peso</b>	1122 kg
<b>Tipo de deposito</b>	Gasolina 45 L

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 4-2:** Motor de combustión del Aveo

<b>Motor de Combustión</b>	
<b>Potencia máxima</b>	94 CV / 69 kW
<b>Revoluciones potencia máxima</b>	6.200 rpm
<b>Par máximo</b>	130 Nm
<b>Revoluciones par máximo</b>	3.400 rpm
<b>Numero de cilindros</b>	4
<b>Disposición de los cilindros</b>	En línea
<b>Cilindrada</b>	1.598 cm <sup>3</sup>
<b>Relación de compresión</b>	9,5 a 1

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 5-2:** Transmisión del Aveo

<b>Transmisión</b>	
<b>Tracción</b>	Delantera
<b>Caja de velocidades</b>	Manual
<b>Numero de velocidades</b>	5
<b>Desarrollos (km/h cada 1.000 rpm)</b>	
<b>1era</b>	7,7
<b>2da</b>	13,9
<b>3era</b>	21,3
<b>4ta</b>	27,9
<b>5ta</b>	35,5
<b>Marcha atrás</b>	8,1

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

## Toyota Corolla



**Figura 3-2:** Vehículo Toyota Corolla utilizado en la segunda prueba

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Fue el propio dueño quien me proporciona la información sobre su vehículo y las condiciones en las que se encuentra mediante una pequeña entrevista, a continuación, se visualizan sus características en la tabla 6-2.

**Tabla 6-2:** Características del vehículo Toyota Corolla

<b>DATOS DEL VEHICULO</b>	
Placas: UBW-047	Combustible: Gasolina
Año modelo: 2003	Modelo: Corolla
Cilindrada: 1600 CC.	Color: Blanco
Marca: Toyota	Peso: 0.75 Toneladas

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito.2020

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

## Ficha técnica del Toyota Corolla

**Tabla 7-2:** Prestaciones y consumo homologados del Corolla

<b>Prestaciones y consumos homologados</b>	
<b>Velocidad máxima</b>	190 km/h
<b>Aceleración 0- 100km/h</b>	10,2 s
<b>Consumo NEDC</b>	
Extraurbano	5,9 l / 100 km
Urbano	9 l / 100 km
Medio	7 l / 100 km
<b>Emisiones de Co2 NEDC</b>	No disponible

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 8-2:** Dimensiones, peso, capacidades del Corolla

<b>Dimensiones, peso, capacidades</b>	
<b>Longitud</b>	4.180 mm
<b>Anchura</b>	1.710 mm
<b>Altura</b>	1.475 mm
<b>Batalla</b>	2.600 mm
<b>Factor de resistencia</b>	No disponible
<b>Peso</b>	1300 kg
<b>Tipo de deposito</b>	Gasolina 55 L

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 9-2:** Motor de combustión del Corolla

<b>Motor de Combustión</b>	
<b>Potencia máxima</b>	110 CV / 81 kW
<b>Revoluciones potencia máxima</b>	6.000 rpm
<b>Par máximo</b>	150 Nm
<b>Revoluciones par máximo</b>	4.800 rpm
<b>Numero de cilindros</b>	4
<b>Disposición de los cilindros</b>	En línea
<b>Cilindrada</b>	1.598 cm <sup>3</sup>

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021



**Tabla 10-2:** Transmisión del Corolla

<b>Transmisión</b>	
<b>Tracción</b>	Delantera
<b>Caja de velocidades</b>	Manual
<b>Numero de velocidades</b>	5
<b>Desarrollos (km/h cada 1.000 rpm)</b>	
<b>1era</b>	7,4
<b>2da</b>	13,7
<b>3era</b>	19,9
<b>4ta</b>	26,9
<b>5ta</b>	32,0

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

### Hyundai Veloster



**Figura 4-2:** Vehículo Hyundai Veloster utilizado en la tercera prueba

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

La información fue obtenida por una pequeña entrevista al dueño del vehículo quien me proporciono los datos y las condiciones en las que se encuentra el auto, las características lo podemos apreciar en la tabla 11-2.



**Tabla 11-2:** Características del vehículo Hyundai Veloster

<b>DATOS DEL VEHICULO</b>	
Placas: PCH3206	Combustible: Gasolina
Año modelo: 2014	Modelo: Veloster 1.6 4P 4x2 TM
Cilindrada: 1600 CC.	Color: Blanco
Marca: Hyundai	Peso: 0.75 Toneladas

Fuente: Agencia Nacional de Transito

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

### Ficha técnica del Hyundai Veloster

**Tabla 12-2:** Prestaciones y consumo homologado del Veloster

<b>Prestaciones y consumos homologados</b>	
<b>Velocidad máxima</b>	214 km/h
<b>Aceleración 0- 100km/h</b>	8,1 s
<b>Consumo NEDC</b>	
Extraurbano	5,9 l/ 100 km
Urbano	10,8 l/ 100 km
Medio	7,7 l/ 100 km

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 13-2:** Dimensiones, peso, capacidad es del Veloster

<b>Dimensiones, peso, capacidades</b>	
<b>Longitud</b>	4.250 mm
<b>Anchura</b>	1.805 mm
<b>Altura</b>	1.399 mm
<b>Factor de resistencia</b>	0,69
<b>Peso</b>	1370 kg
<b>Tipo de deposito</b>	Gasolina 50 L

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021.

**Tabla 14-2:** Motor de combustión del Veloster

<b>Motor de Combustión</b>	
<b>Potencia máxima</b>	186 CV / 137 kW
<b>Revoluciones potencia máxima</b>	5.500 rpm
<b>Par máximo</b>	265 Nm
<b>Revoluciones par máximo</b>	1.500 – 4.500 rpm
<b>Numero de cilindros</b>	4
<b>Disposición de los cilindros</b>	En línea
<b>Cilindrada</b>	1.591 cm <sup>3</sup>
<b>Relación de compresión</b>	9,5 a 1

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

**Tabla 15-2:** Transmisión del Veloster

<b>Transmisión</b>	
<b>Tracción</b>	Delantera
<b>Caja de cambios</b>	Manual
<b>Numero de velocidades</b>	6
<b>Desarrollos (km/h cada 1.000 rpm)</b>	
<b>1era</b>	6,8
<b>2da</b>	11,2
<b>3era</b>	17,1
<b>4ta</b>	22,8
<b>5ta</b>	31,6
<b>6ta</b>	40,9

Fuente: (Km 77, 2020)

Realizado por: Quizhpilema, Armando, 2021.

### 2.6.3. *Método para determinar el consumo de combustible*

Debido al aumento vehicular a nivel mundial y por ende el aumento del despacho de gasolina conlleva a realizar un análisis para determinar cuál de las tres marcas de vehículos (Chevrolet, Toyota, Hyundai) consume más combustible y realizar una comparativa, este método se realiza en base a los siguientes parámetros:

### *2.6.3.1. Requerimientos para la prueba de ruta*

- La prueba a realizarse está conformada por un segmento inicial y un final
- Cuando se realizan las pruebas se deben realizar con información clara, características del auto, su respectivo análisis del estado de la ruta y su ciclo de conducción.
- Los resultados tendrán una validez en la prueba de ruta en las condiciones en las que se realice dichas pruebas.

#### **Para que sea válido las pruebas se deben aplicar los siguientes requisitos:**

- En cada recorrido debe estar reflejado una operación real tomando en cuenta las condiciones ambientales y condiciones del vehículo en las pruebas.
- Al realizarse una sola prueba de ruta con cada marca solo tendremos un valor de estimación debido a que para tener un valor más exacto se deberían realizar más de una prueba.
- Todas las pruebas realizadas tienen un pequeño margen de error debido a muchos factores como: no se va poder circular durante toda la prueba a una velocidad constante, el tráfico vehicular durante el recorrido, tener en cuenta los semáforos al momento de llegada de cada ciudad y las condiciones medioambientales.

### *2.6.4. Medición del consumo de gasolina (Ecopais)*

#### **Vehículos (Aveo, Corolla y Veloster)**

El tanque de combustible del Aveo activo tiene la capacidad de 45 litros (11.88 galones), del Toyota Corolla tiene una capacidad de 55 litros (14,53 galones) y del Hyundai Veloster tiene una capacidad de 50 litros (13.21 galones) para la medición del consumo de combustible se realiza de la siguiente manera.

#### **Control de velocidad del Auto**

Para poder obtener una velocidad promedio durante las pruebas de ruta se utiliza una aplicación denominada velocímetro Pro controlado por un GPS, esta aplicación me permite medir la velocidad en todos los movimientos durante el trayecto con un margen de error de 0.1 km /h, esto ayudara obtener datos más reales en cuanto a la velocidad promedio en las pruebas (Fraija, 2006).

#### **Procedimiento de la prueba de ruta**

La prueba va consistir en un trayecto que consta un total de 156 km, esta ruta lo va a recorrer los tres vehículos, cada vehículo debe tratar de evitar las indifferencias aerodinámicas y hacer lo

posible para que el tráfico no altere mucho el promedio de velocidad, cada vehículo va iniciar y va terminar en el mismo lugar, las pruebas con los vehículos se realizan de la siguiente manera:

- 1) Verificar al iniciar la prueba el kilometraje con la que se encuentra cada vehículo en el odómetro.
- 2) Al inicio de la prueba de ruta en el cantón Cañar se debe llenar el tanque de combustible al máximo con un total de 11.88, 14.53 y 13.21 galones respectivamente en cada auto con la gasolina Ecopaís, el cual tiene un valor de 1.75 dólares americanos por galón.
- 3) Recorrer todo el trayecto con velocidad promedio de entre 50 -60 km/h
- 4) Al momento de la prueba ruta con los vehículos, su modo de conducción fue en 3era, 4ta y 5ta marcha en la mayoría parte del trayecto.
- 5) Al finalizar la prueba y llegar al lugar de retorno al cantón Cañar llenar nuevamente al máximo el tanque de combustible para verificar cuantos galones ha consumido en todo el trayecto visualizando en la maquina dispensadora de combustible.
- 6) Verificar en el tablero de instrumentos el kilometraje final en cada auto.
- 7) Con los datos obtenidos, calcular el consumo en la hoja de cálculos Excel.
- 8) Mediante una regla de 3 simple verificar el rendimiento de cada vehículo en función del consumo.

#### **2.6.5. Detalles de la ruta**

**Tipo de vía:** Atraviesa ciudades, autopista (Biblián-Cuenca), vía principal y secundario debido a que hay todo tipo de carreteras existe una variedad de ruta a la que puede circular el vehículo y en algunas zonas se puede circular a una velocidad constante. (Falconi, 2019a)

**Velocidad máxima:** En la ruta propuesta se puede circular a un máximo de 110 km/h en el trayecto Cañar-Biblián, en la autopista que comprende Biblián-Cuenca se puede circular a un máximo de 90 km/h debido a que existe radares de velocidad, razones que no me permiten sobrepasar dicha velocidad, del trayecto Cuenca-Gualaceo se puede circular a una velocidad entre 60-70 km/h debido a que sus carreteras son estrechas, con muchas curvas y en general no se encuentra en óptimas condiciones en algunos tramos se puede sobrepasar la velocidad antes mencionada y en el tramo de Paute-Azogues también podemos hablar de una velocidad no superior a los 70 km/h (Falconi, 2019b).

**Relieve de la ruta:** En la ruta seleccionada encontramos con un trayecto casi plano, existiendo en algunas zonas pendientes no muy elevadas y en algunos tramos de la ruta se puede observar deformaciones, huecos y rajaduras en la vía, esto va ser un factor muy importante en el consumo de gasolina (Falconi, 2019c).

**Condiciones de tráfico:** En la primera prueba que se realiza con el Chevrolet Aveo activo, las condiciones de tráfico fueron un poco fluidas, lógicamente existiendo zonas donde hubo retenciones, en la segunda prueba con el Toyota Corolla hubo una particularidad donde se presentó un accidente de tránsito por lo cual se tuvo que detener por unos 10 minutos hasta que despejaron la vía, en el trayecto existió un poco más de tráfico en comparación a la primera prueba, en la tercera prueba con el Hyundai Veloster no hubo novedades existió un tráfico normal en algunas zonas y en la autopista estuvo más fluidas en relación a las dos primeras pruebas (Falconi, 2019d).

**Condiciones climáticas:** en la prueba con el Aveo Activo se presentó un ambiente nublado con presencia de sol y poco flujo de viento, pero sin presencia de lluvia, en la segunda prueba con el Toyota Corolla el ambiente estuvo despejado con presencia de sol en algunas zonas sin ninguna particularidad, en la tercera prueba con el Hyundai Veloster se pudo observar en algunas zonas presencia de paramo, en otra presencia de sol y un poco de viento.

**Altura sobre el nivel de mar:** El trayecto que comprende Cañar-Cuenca-Gualaceo-Cañar, la altura que se encuentra la ruta es: Cañar a 3160 m.s.n.m. Cuenca a 2550 m.s.n.m. Gualaceo a 2448 m.s.n.m. (Falconi, 2019e).

## 2.7. Método de análisis estadístico

En este caso se aplicará la estadística descriptiva, este método ayuda a obtener resultados puntuales, estos análisis se aplican en todas las pruebas de rutas realizadas con cada uno de los vehículos seleccionados.

## 2.8. Análisis de variable

**Tabla 16-2:** Designación de la nomenclatura

Factores	Niveles	Designación 2
Auto	Aveo Activo (1.6 CC.)	A1
	Corolla (1.6 CC.)	A2
	Veloster (1.6 CC.)	A3
Combustible	Ecopaís	-

**Fuente:** (Rocha Hoyos, et al., 2019,p. 5)

**Realizado por:** Quizhpilema Armando 2021.

## **Variables Independientes**

- Auto

## **Variable dependiente**

Para la investigación se plantea variables dependientes como: Consumo de combustible (Galón), rendimiento del motor en base al consumo (km/L) y valor en dólares (km/dólar), siendo analizados estas variables en una prueba de ruta real teniendo en cuenta factores que alteran el consumo como: condiciones climáticas, ciclos de conducción y condiciones en la que se encuentra la ruta. En la tabla 22-3 se presenta el tratamiento estadístico de los resultados donde podemos emplear propuestas de algunos autores como: (Rocha Hoyos, et al., 2019,p. 5) y (Hernandez Guzman, et al., 2014,p. 46).

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS

En la investigación realizada se logra presenciar varios parámetros importantes en el consumo de gasolina en las pruebas de ruta, que, al momento de adquirir un auto, dependido para su respectivo uso y el tipo de rutas que frecuentaría, el Aveo Activo cumple muchas de las expectativas del consumidor.

Para cada vehículo se realizaron tres pruebas de consumo de combustible, en este caso se utilizó la gasolina Ecopaís.

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Resultados del Aveo Activo 1600 CC.



**Figura 1-3:** Una parte del trayecto en la prueba de consumo con el Aveo

**Realizado por:** Quizhpilema Armando, 2020

En la tabla 17-3, se puede observar la fecha de inicio de la prueba, el número de pruebas realizadas que fueron tres, el kilometraje en la que se encontraba el vehículo al iniciar su trayecto, el kilometraje recorrido en todo el trayecto, también podemos apreciar la cantidad de galones consumidas, su valor en dólares, la cantidad de kilómetros recorridos por galón y la cantidad de kilómetros recorridos por un dólar, en las imagen 25-3, se visualiza los galones consumidos en el trayecto y el total de dinero invertido marcados en el tablero de instrumentos de la gasolinera:



**Figura 2-3:** Consumo en la primera prueba y valor en venta del Aveo

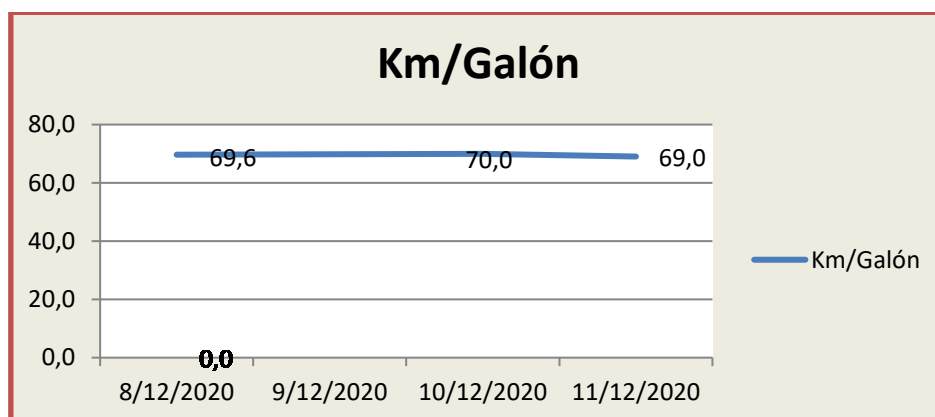
Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

**Tabla 1-3:** Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta obtenidos con el Aveo

Fecha	Prueba	Odómetro	Kilometraje	Galones	Valor en dólares	Km/Galón	Km/dólar
08/12/2020		264703	0	11.89	20.81		
08/12/2020	1	264859	156 km	2.24	3.94	69.6	39.79
10/12/2020	2	265015	156 km	2.23	3.92	70	39.77
11/12/2020	3	265171	156 km	2.26	3.97	69	39.37
Total	3		468 km	6,73	11.81		

Realizado por: Quizhpilema, Armando, 2021

Dentro de los resultados obtenidos en la tabla 17-3, el consumo de combustible es bueno desde el punto de vista económico y rendimiento, dando un resultado promedio de 69.53 kilómetros por galón y un promedio de 3.94 dólares por los 156 km de recorrido que tiene la ruta, resultados que se asemejan con (Mendez, 2013), donde calcula el consumo de combustible por ciclo de conducción (FTP75 y HWFET), cabe recalcar que estos resultados tienden a ser normales de acuerdo a lo establecido por los fabricantes de este tipo de vehículo A1.

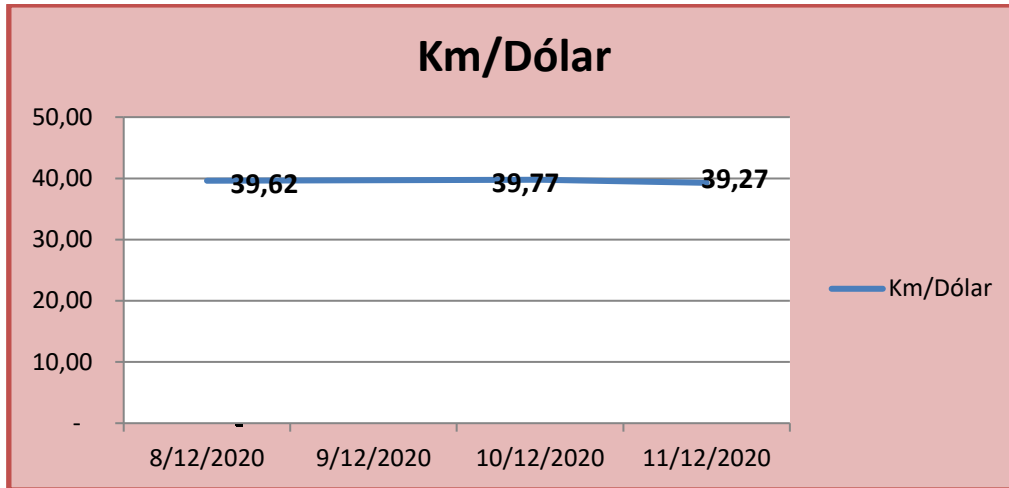


**Gráfico 1-3:** Comportamiento del rendimiento en km/galón del Aveo

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020



En la gráfica 38-3, se visualiza el comportamiento del rendimiento del motor en función de los kilómetros recorridos por galón, sobre las fechas de cuando se realizó las pruebas, se observa que el rendimiento genera una línea casi recta, por lo que se deduce que el vehículo se encuentra en perfectas condiciones debido a que no varía en una proporción considerable una prueba con respecto a las otras, con un rendimiento promedio de 69.53 km/galón.

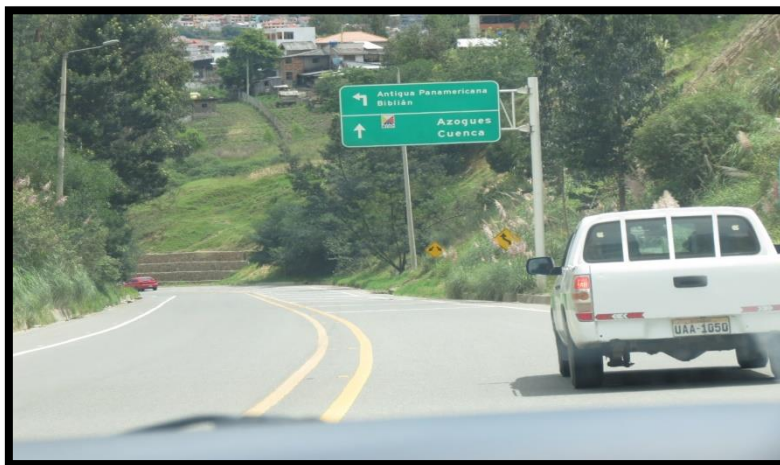


**Gráfico 2-3:** Comportamiento del dinero invertido en km/dólar

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Se aprecia en la figura 39-3, el comportamiento del dinero invertido en kilómetros por dólar sobre las fechas de cuando se realizó el recorrido, obteniendo un resultado en donde no varía en gran cantidad la inversión en las tres pruebas realizadas, la línea azul me indica la cantidad de dinero invertido que tiende a ser una línea recta, con una inversión promedio de 39. 55 km/dólar.

### 3.1.2. Resultados del Toyota Corolla 1600 CC.



**Figura 3-3:** Una parte del trayecto en la prueba de consumo con el Corolla

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Podemos mirar en la tabla 18-3 sus respectivas fechas de cuando se realizó dichas pruebas de ruta, como también el odómetro, la distancia recorrida, cantidad de combustible utilizado, dinero invertido, el consumo y la cantidad de kilómetros por dólar, en la imagen 41-3, se aprecia los galones y el total de dinero invertido marcados en el tablero de instrumentos de la gasolinera:



**Figura 4-3:** Consumo en la primera prueba y valor en venta

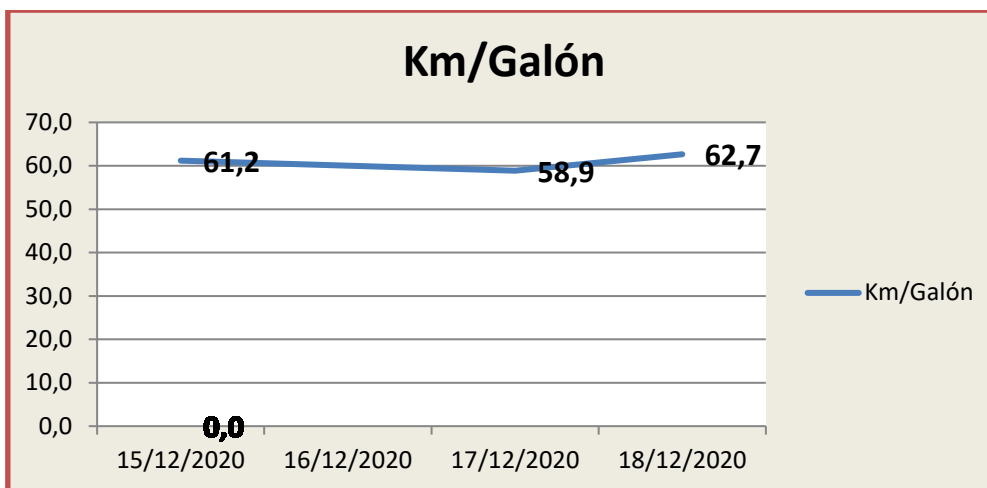
Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

**Tabla 2-3: Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta con el Toyota Corolla**

Fecha	Prueba	Odómetro	Kilometraje	Galones	Valor en dólares	Km/Galón	Km/dólar
15/12/2020		274051		14.53	25.54		
15/12/2020	1	274207	156	2.55	4.48	61.2	34.80
17/12/2020	2	274363	156	2.65	4.66	58.69	33.51
18/12/2020	3	274519	156	2.49	3.37	62.7	35.63
<b>Total</b>			468	7.69	13.51		

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

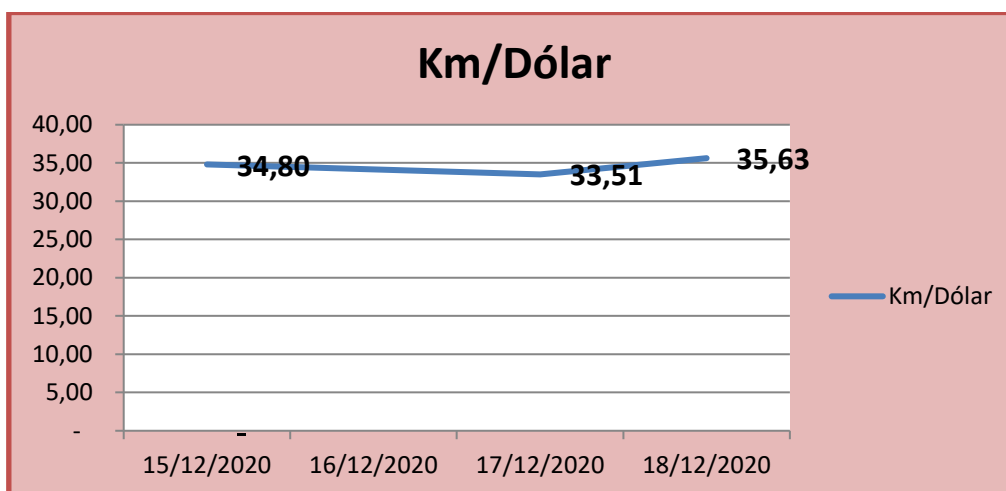
Los resultados que se obtuvieron en las pruebas de rutas realizadas con el Toyota Corolla en el consumo, rendimiento y valor de dólar invertido, fueron por cada galón de consumo, se logró obtener un rendimiento promedio de 60.86 km/ galón, un consumo promedio de 2.56 galones, y por consiguiente la inversión va ser un poco mayor, estos resultados son buenos, pero en comparación con el Chevrolet Aveo es un poco menor pero se debe tener en cuenta algunas características como el torque, velocidad y potencia que ofrece este tipo de autos que son mayor a los del Aveo Activo.



**Gráfico 3-3:** Comportamiento del rendimiento en km/galón del Corolla

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

La grafica 42-3, se muestra el comportamiento del rendimiento del motor en función del consumo obtenidos con el Toyota Corolla en las tres pruebas de rutas realizadas, como se puede visualizar la línea azul tiende a generar una pequeña curva pero no muy pronunciada indicando que el rendimiento en la segunda prueba baja en relación a la primera, para posteriormente subir un poco en la tercera, con esta grafica podemos visualizar una pequeña variación del rendimiento lo que indica una pequeña falla en uno de sus sistemas haciendo mención a (Morquecho, 2018), donde manifiesta que si un sistema de un vehículo falla va existir variación de consumo y rendimiento de combustible.



**Gráfico 4-3:** Comportamiento del dinero invertido en km/dólar

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Seguidamente en la figura 43-3, el comportamiento del kilometraje recorrido por dólar invertido, al igual que la figura 42-3, se puede visualizar que la línea azul tiende a generar una pequeña curva que va en relación directa con el consumo, con una inversión promedio de 34.65 km/dólar.

### 3.1.3. Resultados con el Hyundai Veloster 1600 CC.



**Figura 5-3:** Una parte del trayecto en la prueba de consumo con el Veloster  
Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Estos son los resultados obtenidos por el Hyundai Veloster en las tres pruebas de ruta realizadas, como se puede apreciar en la tabla 19-3 donde se visualiza las fechas de realización de cada una de la pruebas, el kilometraje en las que se encontraba el vehículo al iniciar su trayecto, la cantidad de gasolina consumido, el valor en dólares invertidos, el consumo y el kilometraje recorrido por dólar, en las imagen 45-3, se aprecia los galones y el total de dinero invertido marcados en el tablero de instrumentos de la gasolinera:



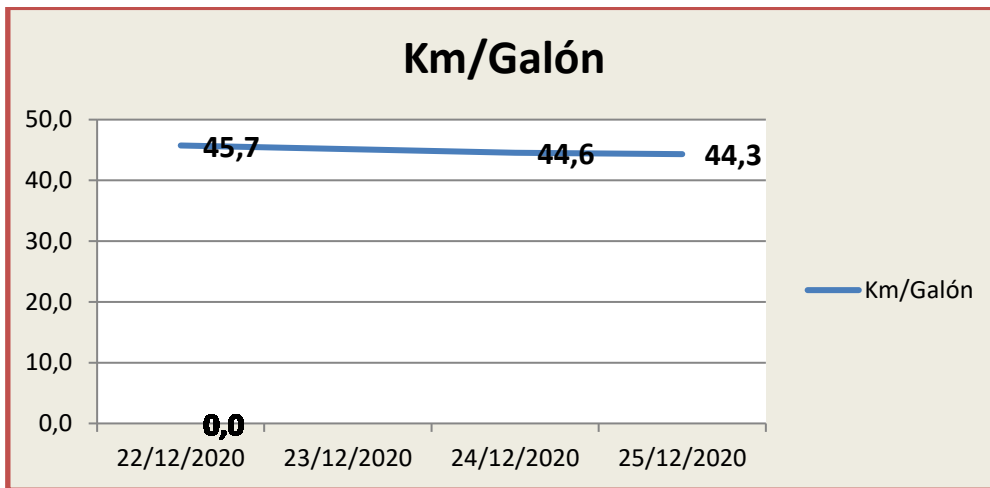
**Figura 6-3:** Consumo en la primera prueba y valor en venta  
Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

**Tabla 3-3: Resultados del consumo de gasolina en la prueba de ruta del Veloster**

Fecha	Prueba	Odómetro	Kilometraje	Galones	Valor en dólares	Km/Galón	Km/dólar
22/12/2020		74397		13.21	23.22		
22/12/2020	1	74553	156	3.41	6	45.7	26.03
24/12/2020	2	74709	156	3.50	6.15	44.6	25.33
25/12/2020	3	74865	156	3.52	6.19	44.3	25.22
Total			468	10.43	18.34		

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

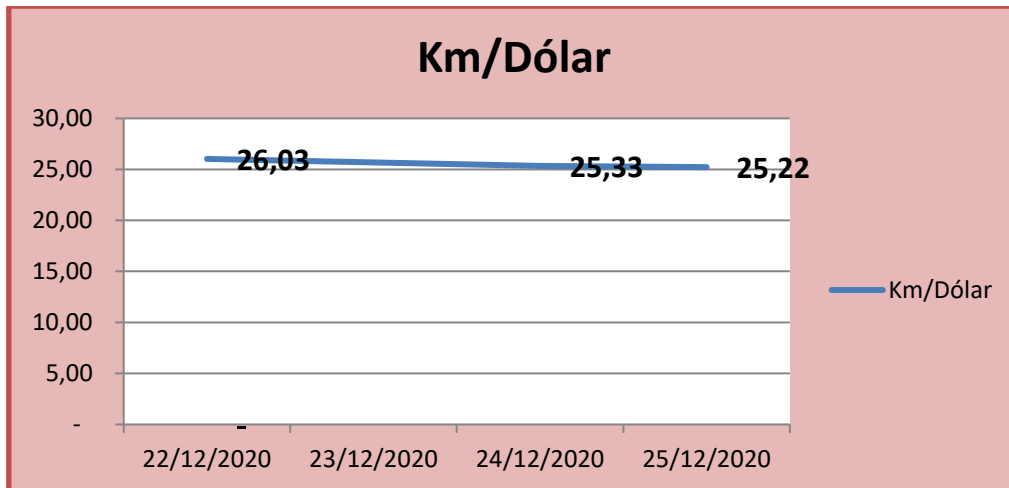
El rendimiento promedio del motor en función del consumo del Hyundai Veloster es 44.87 km por galón y un costo de 6. 13 dólares en los 156 km de recorrido, en relación al Chevrolet Aveo y Toyota Corolla se puede observar una diferencia significativa, los autos antes mencionados consumen en menor cantidad, pero tener en cuenta algunos factores a favor que tiene el Hyundai Veloster por ejemplo el confort específicamente en la suspensión hace que el recorrido sea más placentera, otro factor a tener en cuenta es la velocidad, potencia y torque son superiores a los vehículos A1 y A2, pero un factor negativo es su costo que es muy superior a estos dos vehículos.



**Gráfico 5-3:** Comportamiento del rendimiento en km/galón del Hyundai Veloster

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

En la figura 46-3 la línea azul indica el comportamiento del rendimiento en donde se visualiza la cantidad de combustible consumido por kilómetro, donde indica una curva que va descendiendo, esto quiere decir que ha consumido en mayor cantidad en la primera prueba con relación a la segunda con una variación de 1.1. Km/galón y con la tercera prueba hay una variación de 1.4 km/galón, que ya tiende a ser una variación de rendimiento un poco más perceptible desde el punto vista matemático, mas no desde una visión del consumidor.



**Gráfico 6-3:** Comportamiento del dinero invertido en km/dólar

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2020

Se visualiza en la figura 47-3, el comportamiento del dinero invertido en kilómetros por hora, donde indica que va descendiendo la cantidad de kilómetros recorrido por dólar, por lo tanto, va aumentar el dinero para el trayecto de 156 km, debido a que está relacionado directamente con el consumo de gasolina.

### 3.2. Resultado en función del tiempo y velocidad

En la tabla 20-3, se observa los resultados en función del tiempo, para el cálculo del tiempo se lo realiza con un cronometro y el promedio de velocidad en las que se recorrió en cada una de las pruebas de ruta se utiliza la aplicación velocímetro Pro, se interpreta de la siguiente manera que en el recorrido realizado por el Aveo a mayor velocidad el consumo es un poco menor y los mismo acontece con el Toyota Corolla y Hyundai Veloster, por lo que deducimos que el consumo de gasolina es directamente proporcional a la velocidad, los resultados obtenidos de consumo en función del tiempo y velocidad promedio, a pesar de que todas las pruebas se las realizo en la misma ruta, existe un margen muy pequeño de diferencia en cuanto a la distancia recorrida, los tiempos empleados va desde las 2 horas y 41 minutos hasta las 3 horas y 3 minutos, en un rango de velocidad entre 51km/h hasta 58 km/h el consumo es menor por el vehículo Aveo Activo, teniendo en cuenta algunas pequeñas particularidades como el estado del clima o el tráfico en cada una de las pruebas realizadas.

**Tabla 4-3: Resultados del consumo en función del tipo y velocidad promedio**

<b>Consumo de gasolina en función del tiempo</b>					
<b>Vehículo</b>	<b>Prueba</b>	<b>Consumo en galones</b>	<b>Distancia recorrida</b>	<b>Tiempo (horas, minutos)</b>	<b>Velocidad Promedio</b>
<b>Aveo</b>	<b>1</b>	<b>2.24</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 44 minutos</b>	<b>57 km/h</b>
	<b>2</b>	<b>2.23</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 41 minutos</b>	<b>58 km/h</b>
	<b>3</b>	<b>2.26</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 53 minutos</b>	<b>54 km/h</b>
<b>Corolla</b>	<b>1</b>	<b>2.55</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 47 minutos</b>	<b>56 km/h</b>
	<b>2</b>	<b>2.65</b>	<b>156 km</b>	<b>3 horas y 3 minutos</b>	<b>51 km/h</b>
	<b>3</b>	<b>2.49</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 45 minutos</b>	<b>57 km/h</b>
<b>Veloster</b>	<b>1</b>	<b>3.41</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 50 minutos</b>	<b>55 km/h</b>
	<b>2</b>	<b>3.50</b>	<b>156 km</b>	<b>2 horas y 56 minutos</b>	<b>53 km/h</b>
	<b>3</b>	<b>3.51</b>	<b>156 km</b>	<b>3 horas y 1 minuto</b>	<b>52 km/h</b>

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

### **3.3. Resultados en las pruebas de ruta vs el consumo de los catálogos**

La tabla 21-3, se muestra los resultados donde se observa una similitud de consumo de combustible con la realizadas en las pruebas de ruta y las que ya viene establecido por los fabricantes, esa variación pequeña puede ser por los años de uso que ya tiene cada vehículo, mientras que los datos de consumo que se tiene en los catálogos o fichas tácticas son pruebas realizadas en autos totalmente nuevos, y posiblemente con otros combustible con mayor octanaje, cabe recalcar que nuestro país la gasolina Ecopaís contiene un índice bajo de octanaje en comparación con los otros países lo que puede variar el consumo de gasolina como lo manifiesta (Mendez, 2013)

Los consumos obtenidos en las pruebas de ruta con cada vehículo en comparación con los consumos que ya vienen establecidos por los fabricantes de cada marca de auto, como se observan los consumos que viene ya establecidos en fichas técnicas y catálogos de un Aveo activo en extraurbano que hace referencia a vías y autopistas, que fue la mayor parte del trayecto que se

recorrió con los autos me da un resultado muy similar con las realizadas en las pruebas, en cuanto al Toyota Corolla me da un consumo promedio de 60.90 kilómetros por galón en comparación con lo establecido por los fabricantes en un trayecto extraurbano el consumo es de 64.20 kilómetros por galón en donde tengo una pequeña variación lo cual puede ser producto de las condiciones en las que se realizó las pruebas o por los años de uso que ya tiene el vehículo, mientras que con los resultados obtenidos con el Hyundai Veloster tengo un consumo de 44.88 kilómetros por galón, en comparación con lo establecido en los catálogos en un trayecto extraurbano tengo un consumo de 42.50 varia por poco puede ser por el ciclo de conducción y muchos factores que varían el consumo.

**Tabla 5-3: Comparación de consumo en las pruebas de ruta vs los consumos establecidos por los fabricantes**

Vehículo	Prueba	Promedio de consumo en la prueba de ruta (km/galón)	Promedio de consumo de combustible establecido por los fabricantes (km/galón)	
Aveo	1	69.54	Extraurbano	69.95
	2		Urbano	42.62
	3		Medio	56.72
Corolla	1	60.90	Extraurbano	64.20
	2		Urbano	42.16
	3		Medio	54.17
Veloster	1	44.88	Extraurbano	42.50
	2		Urbano	35.13
	3		Medio	49.36

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

### 3.4. Cálculos de rendimiento del consumo de combustible

El rendimiento de cada motor viene dado por la distancia que recorre y la cantidad de gasolina que consume.

#### Aveo Activo

La fórmula a utilizar en la siguiente:

Kilometro al final del recorrido - Kilometro al inicio del recorrido/ para el consumo<sup>09</sup>

Prueba 1

$$\frac{264859 \text{ km} - 264703 \text{ km}}{8.48 \text{ L}} = 18.39 \text{ Km/L} = 69.6137 \text{ km/galón}$$



## Prueba 2

$$\frac{265015 \text{ km} - 264703 \text{ km}}{8.44 \text{ L}} = 18.48 \text{ km/L} = 69.9544 \text{ km/galón}$$

## Prueba 3

$$\frac{265171 - 265015 \text{ km}}{8.56 \text{ L}} = 18.22 \text{ km/L} = 69.9702 \text{ km/galón}$$

Mientras menos combustible utilice y mayor distancia recorra el rendimiento del motor va ser mejor, se observa en cada una de las pruebas su respectivo rendimiento en kilometro por litro y kilómetros por galón dando un resultado promedio de 18.36 km/L y 69.85 km/galón lo cual es un consumo bajo de combustible y lo que podemos deducir es que el auto se encuentra en perfectas condiciones debido que en cada una de las pruebas no existe una variación significativa.

## Toyota Corolla

### Prueba 1

$$\frac{274207 \text{ km} - 274051 \text{ km}}{9.65 \text{ L}} = 16.17 \text{ km/L} = 61.2101 \text{ km/galón}$$

### Prueba 2

$$\frac{274363 \text{ km} - 274207 \text{ km}}{10.03 \text{ L}} = 15.45 \text{ km/L} = 58.4846 \text{ km/galón}$$

### Prueba 3

$$\frac{274519 - 274363 \text{ km}}{9.43 \text{ L}} = 16.45 \text{ km/L} = 62.2700 \text{ km/galón}$$

El rendimiento del motor Toyota Corolla es bueno dándome como resultado promedio 16.02 km/L y 60.65 km/galón, en la prueba 1 y 3 el rendimiento no varía mucho a comparación con la prueba 2, esto puede ser por los años de uso que ya tiene el vehículo o por el ciclo de conducción o, alguna particularidad ocurrida en el trayecto como en este caso una detención total del vehículo por unos 9 minutos aproximadamente por un accidente vehicular imprevisto durante la segunda prueba.

## Hyundai Veloster

### Prueba 1

$$\frac{74553 \text{ km} - 74397 \text{ km}}{12.91 \text{ L}} = 12.08 \text{ km/L} = 45.7277 \text{ km/galón}$$

Prueba 2

$$\frac{74709 \text{ km} - 74553 \text{ km}}{13.25 \text{ L}} = 11.77 \text{ km/L} = 44.5442 \text{ km/ galón}$$

Prueba 3

$$\frac{74865 \text{ km} - 74709 \text{ km}}{13.32 \text{ L}} = 11.71 \text{ km/L} = 44.3271 \text{ km/ galón}$$

En cuanto al rendimiento del motor del Hyundai Veloster es menor en comparación al Chevrolet Aveo y al Toyota Corolla como se aprecia en los resultados de cada una de las pruebas realizadas, a pesar de tener similar cilindraje, esto puede ser debido a que el Veloster viene a ser un auto de una gama media alta debido a su precio que ronda esta entre los 19000 y 20000 dólares dependiendo de su estado, ya que un Hyundai Veloster viene mucho más equipado, posee una mayor velocidad, torque y potencia, que los otros dos vehículos ya antes mencionado, un Chevrolet Aveo 2009 ronda un precio entre los 7000 y 8000 dólares mientras que un Toyota Corolla del 2003 ronda un precio de 8000 dólares.

### **3.5. Validación de las hipótesis mediante una prueba estadística**

A continuación, se presenta el análisis de varianza, estos datos fueron obtenidos mediante el Software Minitab, realizando este análisis se aceptará o se rechazara la hipótesis nula o hipótesis alternativa con un valor de significancia del 0.5 lo que equivale a un nivel de confianza del 95 % que ya viene establecido en el software.

Las pruebas ANOVA me proporcionará la información para determinar si todos los consumos, rendimientos e inversiones poseen medias iguales, es decir si se selecciona la hipótesis nula, para lo cual se obtendrá el valor F o P para validar la hipótesis con un margen de error del 5 %.

#### **3.5.1. Análisis Anova del consumo de gasolina en galones**

Hipótesis nula → todas las medias son iguales

Hipótesis alternativa → al menos una media es diferente

Nivel de significancia →  $\alpha = 0,05$

A1: Aveo Activo, A2: Toyota Corolla, A3: Hyundai Veloster

Ho: Promedio de consumo de A1 = al promedio del consumo de A2= al promedio el consumo del A3

H1: al promedio del consumo de A1  $\neq$  al promedio del consumo de A2  $\neq$  al promedio el consumo de A3

Este tipo de análisis bajo niveles óptimos para las variables dependientes que se consideraron, se visualiza en la tabla 22-3, la variable error va a indicar la variación que existe en cada uno de los vehículos sobre el consumo en las tres pruebas realizadas, el factor va a indicar la variación de consumo que existe en los tres vehículos, mediante el análisis Anova, los factores considerados tienen un nivel de significancia del 95 %, en la tabla 24-3, se indica la media de desviación estándar para cada una de las variables independientes de igual manera con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 6-3: Análisis de varianza**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados SS	Suma de cuadrados MS	Valor F	Valor P
<b>Factor</b>	<b>2</b>	<b>2.4577</b>	<b>1.2289</b>	<b>361.42</b>	<b>0.000</b>
<b>Error</b>	<b>6</b>	<b>0.0204</b>	<b>0.0034</b>		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>2.4780</b>			

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

S= 0.0583    R-sq= 99.98 %    R-sq(adj)= 98.90 %    R-sq(pred)= 98.15 %

**Tabla 7-3: Media de desviación estándar**

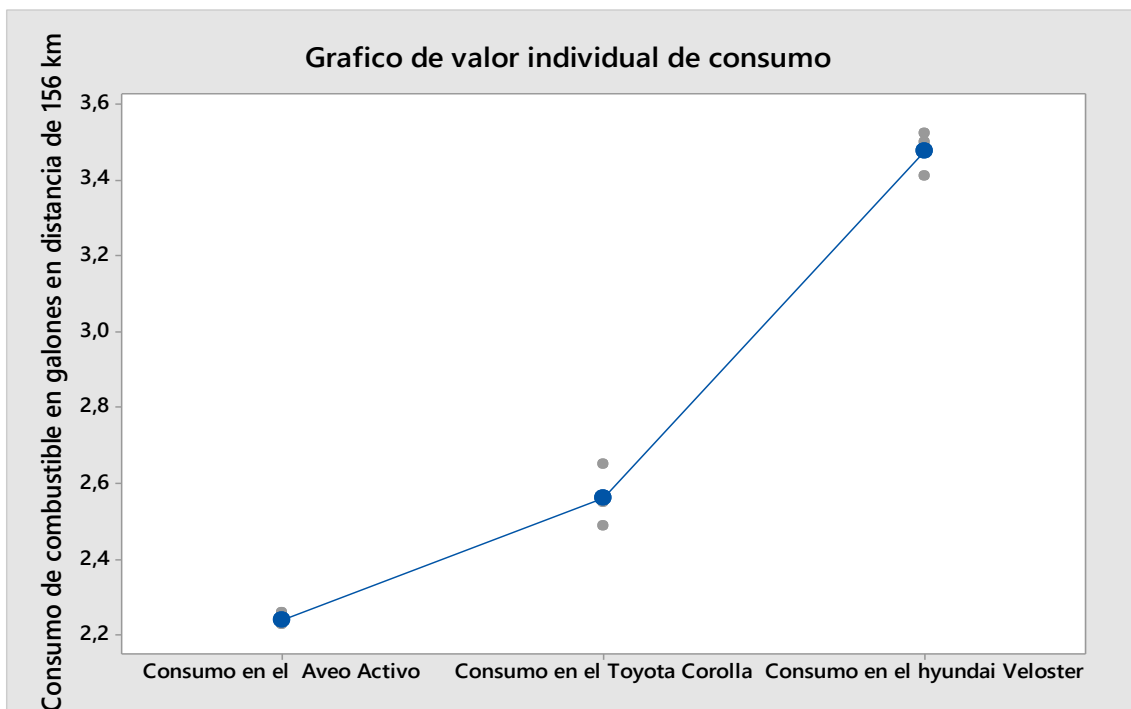
Factor	N	Media	Desviación estándar	95 % CI
Consumo en el Aveo activo (A1)	3	2.2433	0.0152	(2.1609-2.3257)
Consumo en el Toyota Corolla (A2)	3	2.5633	0.0808	(2.4810-2.6457)
Consumo en el Hyundai Veloster (A3)	3	3.4767	0.0586	(3.3943-3.5590)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En el análisis estadístico Anova realizado sobre el consumo, los resultados obtenidos, que se visualizan en la tabla 22-3, el valor P es 0 lo que indica que es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula donde se menciona que todas las medias de los consumos en cada uno de los vehículos son iguales de acuerdo a (Moreno, 2010) donde manifiesta que cada una de sus medias son distintas en cada movimiento, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa donde afirma que por lo menos uno de los consumos de combustible es diferente, también se visualiza que hay una mayor variación de consumo entre los vehículos, mas no dentro de cada prueba realizada de un mismo auto, debido a que el valor del factor es de 2.4577 es mayor al valor de error que es 0.0204., mientras que en la tabla 23-3, indica la media de cada uno de los consumos, donde se visualiza que son diferentes, también se observa la desviación estándar donde se interpreta que no existe mayor dispersión de acuerdo a los datos obtenidos que son muy pequeños, la media de

consumo que se obtiene en cada uno de los vehículos en las tres pruebas de ruta, en la cual se visualiza una pequeña variación entre A1 y A2, mientras que A3 ya existe mayor diferencia.

Después de obtener el modelado, para validar los supuestos y para garantizar que los valores estimados sean los óptimos, a continuación, presentamos las evidencias mediante gráficos 36-3,



**Gráfico 7-3:** Consumo individual de combustible

Realizado por: Quizpilema Armando, 2021

En la figura 48-3, se aprecia los consumos de cada uno de los vehículos con puntos grises en la cual se visualiza la variabilidad en cada una de las pruebas de cada vehículo, mientras que los puntos azules muestran la media o el promedio que existe en cada prueba con su respectivo auto, en el Aveo activo se puede observar que no existe mayor dispersión entre la tres pruebas por lo que casi se encuentra dentro del rango promedio, mientras que el Toyota Corolla los datos se encuentra un poco más dispersos a la media y en el Hyundai Veloster en las pruebas realizadas se encuentran cercanas al valor promedio y un tercer datos que encuentra un poco más disperso.

### 3.6. Análisis Anova del rendimiento del motor en km/L

Una vez realizado el análisis Anova del consumo de gasolina se procede a realizar el análisis del rendimiento que tiene relación directa con el consumo, de la misma manera los factores considerados tienen un nivel de significancia del 95 % como se visualiza en la tabla 24-3, de la misma manera para la desviación estándar.

**Tabla 8-3: Análisis de varianza del rendimiento**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados SS	Suma de cuadrados MS	Valor F	Valor P
<b>Factor</b>	<b>2</b>	<b>65.2446</b>	<b>32.6223</b>	<b>302.99</b>	<b>0.000</b>
<b>Error</b>	<b>6</b>	<b>0.6460</b>	<b>0.1077</b>		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>65.8906</b>			

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

S= 0.3281    R-sq= 99.02 %    R-sq(adj)= 98.69 %    R-sq(pred)= 97.79 %

### Media de desviación estándar del rendimiento

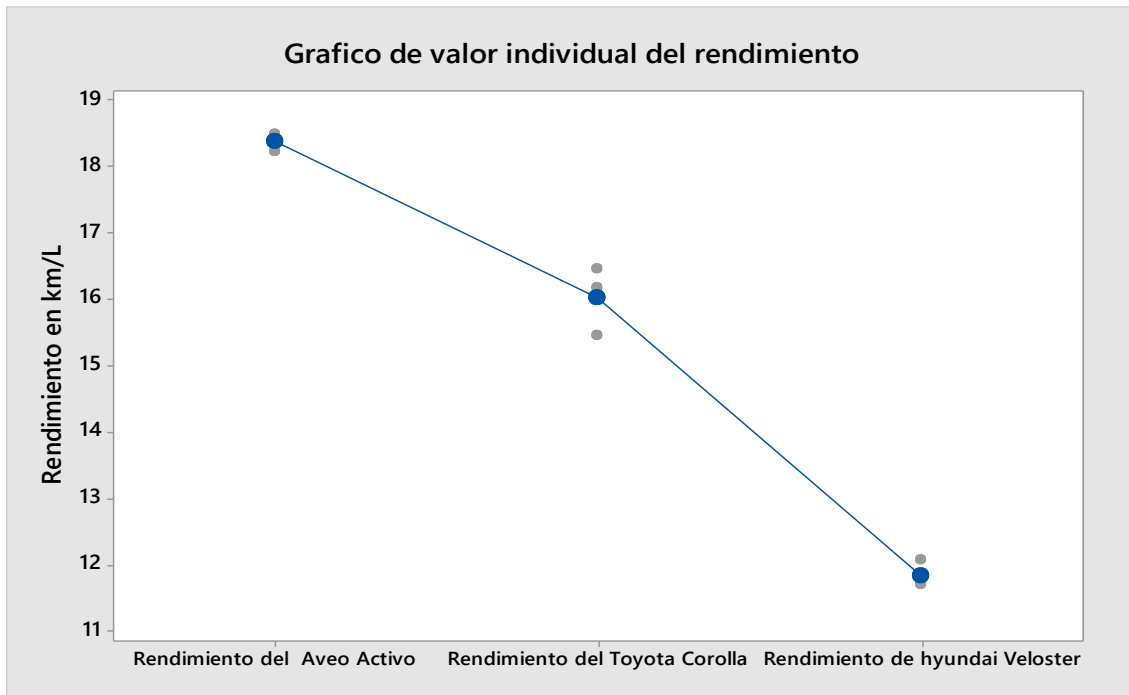
En la tabla 25-3, se tiene el valor de N que es la muestra, en este caso fueron 3 pruebas realizadas, la media, la desviación estándar y los intervalos de confianza de un 95 % para la media para cada uno de los vehículos sobre los rendimientos de acuerdo al consumo de combustible.

**Tabla 9-3: media de desviación estándar del rendimiento**

Factor	N	Media	Desviación estándar	95 % CI
Rendimiento del Aveo activo (A1)	<b>3</b>	<b>18.3633</b>	<b>0.1320</b>	<b>(17.899-18.826)</b>
Rendimiento del Toyota Corolla(A2)	<b>3</b>	<b>16.023</b>	<b>0.516</b>	<b>(15.560-16.487)</b>
Rendimiento del Hyundai Veloster (A3)	<b>3</b>	<b>11.853</b>	<b>0.199</b>	<b>(11.390-12.317)</b>

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

Una vez realizada el análisis estadístico del rendimiento en base al consumo, los resultados se presentan en la tabla 24-3, donde se visualiza que el valor de P es 0 por lo que se rechaza la hipostasis nula donde se manifiesta que todas las medias del rendimiento son iguales en todas las pruebas realizadas, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa donde manifiesta que una de las medias de rendimiento es diferente como se puede apreciar en la tabla 25-3, donde también se visualiza la desviación estándar de cada vehículo, en la cual los datos ya se encuentran un poco más disperso, se aprecia una diferencia significativa entre el Hyundai Veloster con relación al Aveo Activo y Toyota Corolla con una variación de 6.51 con respecto al Aveo Activo y 4.17 con Toyota Corolla, así de esta manera deduciendo que Hyundai Veloster rinde en menor cantidad a comparación de los otros dos vehículos antes mencionados, de igual manera como lo menciona (Lima Oyola, et al., 2016b, p. 5) donde realiza pruebas de consumo de cilindradas diferentes, en la cual manifiesta que existe un gran variabilidad de rendimiento tal como ocurre con el Aveo activo con respecto al Hyundai Veloster.



**Gráfico 8-3:** Rendimiento individual

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En la figura 49-3, se visualiza los rendimientos de cada uno de los vehículos con puntos grises en donde el Toyota Corolla presenta datos de rendimiento claramente dispersos al valor medio o promedio que se visualiza con puntos azules, mientras que el Aveo Activo presenta datos muy cercanos al valor promedio y de manera similar el Hyundai Veloster presenta datos muy cercanos al valor medio, mediante esta grafica se deduce que el Aveo Activo tiene un mejor rendimiento en cuanto a los vehículos A2 y A3.

### 3.7. Análisis Anova del valor económico

El análisis realizado para esta variable se manifiesta en la tabla 26-3, indicando el factor que va poseer una variación en la inversión de acuerdo al consumo en cada uno de los vehículos como también su margen de error, considerando el nivel de significancia del 95 % para este análisis.

**Tabla 10-3:** Análisis de varianza de la inversión en el consumo de combustible

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados SS	Suma de cuadrados MS	Valor F	Valor P
<b>Factor</b>	<b>2</b>	<b>7.6146</b>	<b>3.8073</b>	<b>355.82</b>	<b>0.000</b>
<b>Error</b>	<b>6</b>	<b>0.0642</b>	<b>0.0107</b>		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7.6788</b>			

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

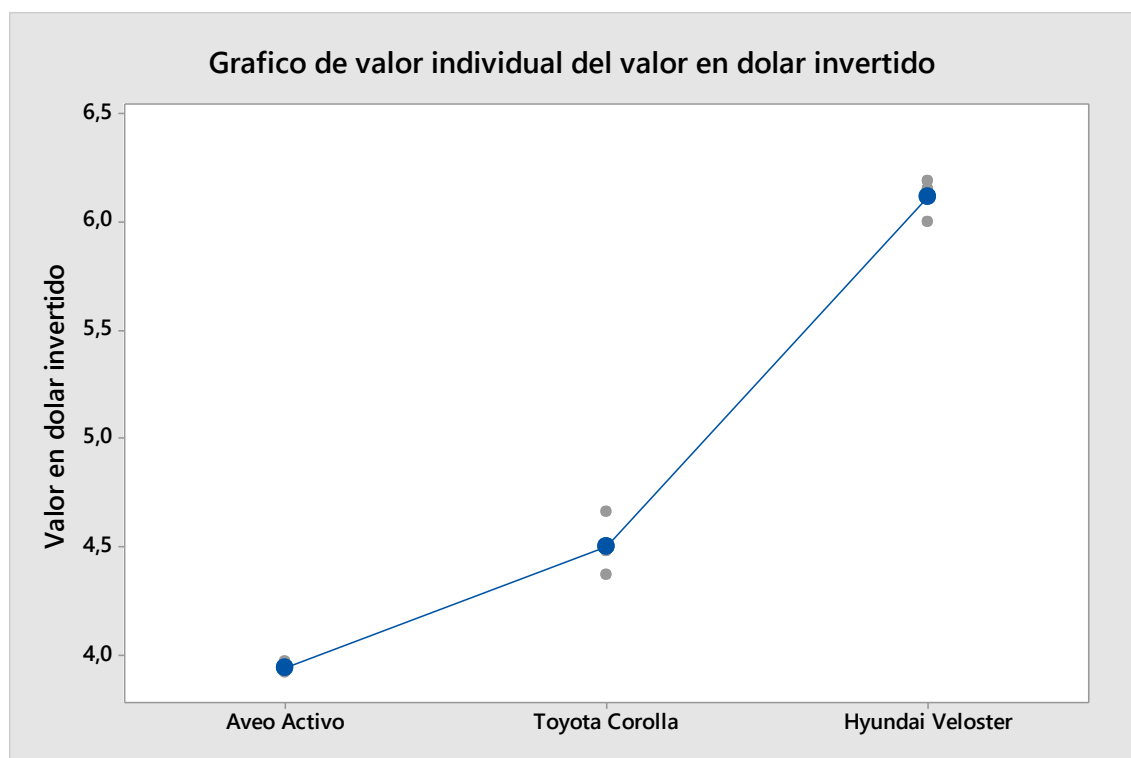
S= 0.1034    R-sq= 99.16 %    R-sq(adj)= 98.89 %    R-sq(pred)= 98.12 %

**Tabla 11-3: Media de desviación estándar de la inversión en el consumo de combustible**

Factor	N	Media	Desviación estándar	95 % CI
Aveo Activo(A1)	3	3.9433	0.0252	(3.7972-4.0895)
Toyota Corolla(A2)	3	4.5033	0.1454	(4.3572-4.6495)
Hyundai Veloster (A3)	3	6.1133	0.1002	(5.9672-6.2595)

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En base a la tabla 26-3 el valor de P es de 0 lo cual indica que es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula indicando que el promedio de inversión en el consumo varía, por lo que se acepta la hipótesis alternativa en donde manifiesta que la inversión en cada vehículo de acuerdo al consumo en cada prueba es diferente, mientras que en la tabla 27-3, la media del valor en dólar invertido varía de manera significativa en los vehículos A1, A2 y A3, se aprecia que la variación se da siempre en el Hyundai Veloster con respecto al Aveo Activo y Toyota Corolla debido a que el consumo, rendimiento están relacionados directamente con la inversión realizada.



**Gráfico 9-3:** Gráfico individual de la inversión del consumo

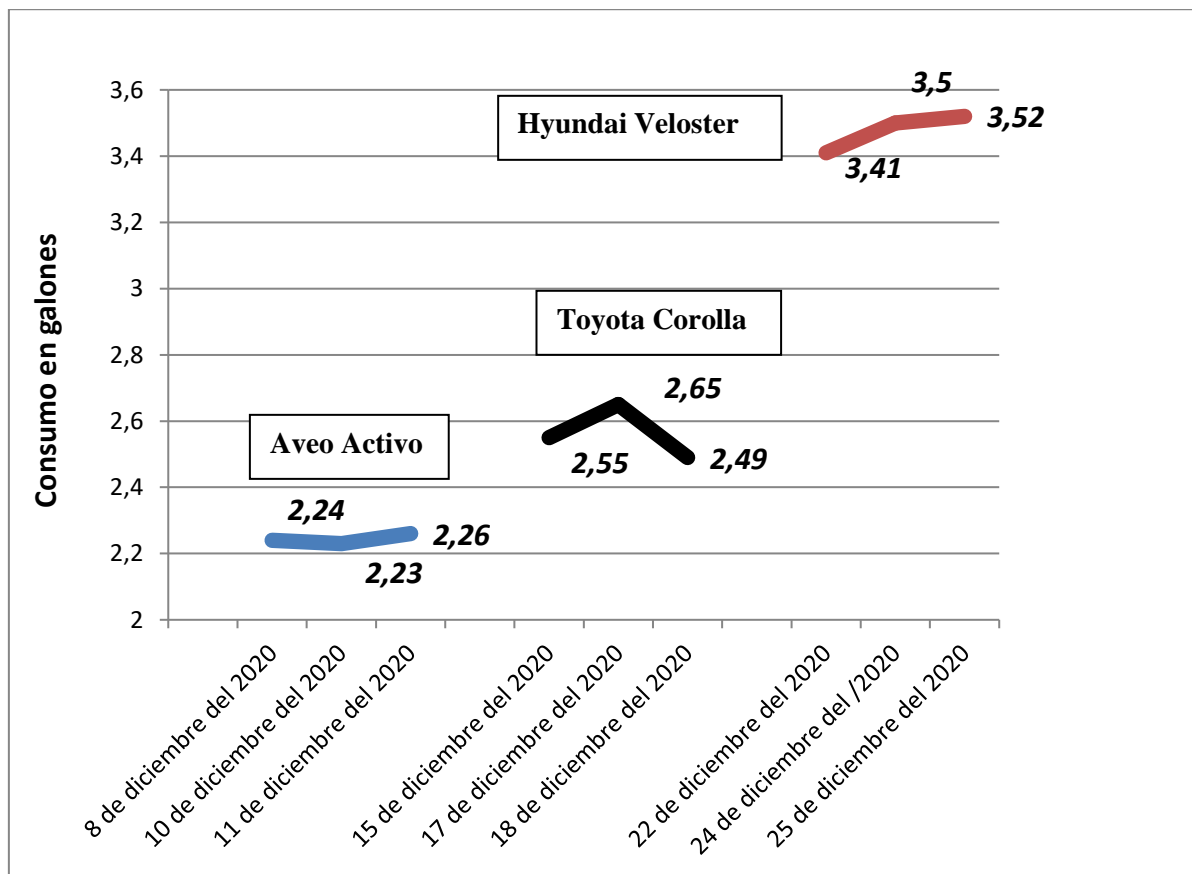
Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En la gráfica 50-3, se observa con puntos grises la inversión realizada en cada prueba con cada uno de los vehículos, mientras que con puntos azules se encuentra reflejada la media de la

inversión de cada uno de los vehículos, de igual manera que en las gráficas 48-3 y 49-3 se ve la gran diferencia del Aveo Activo con respecto al Hyundai Veloster, aunque no tanto con el Toyota Corolla todo esto se ve reflejado a que el consumo, rendimiento e inversión esto va ligados directamente, tal como lo que manifiesta (Moreno, 2010).

### 3.8. Discusión de resultados

Al culminar las pruebas de ruta en el trayecto establecido, se obtuvo los valores de consumo de cada uno de los autos en los 156 km de recorrido.



**Gráfico 10-3:** Comportamiento del consumo de combustible de los tres vehículos

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En la figura 51-3, se visualiza los datos de consumo en galones por las fechas en cada una de las pruebas, donde se observa que existe variación de consumo uno respecto al otro, el mínimo consumo obtenido fue con el vehículo Aveo Activo con un promedio 2.24 galones cumpliendo con los resultados cercanos a los obtenidos por (Mendez, 2013) donde estableció el consumo de combustible para un Aveo activo 1600 CC. del año 2012, cabe recalcar que un factor importante



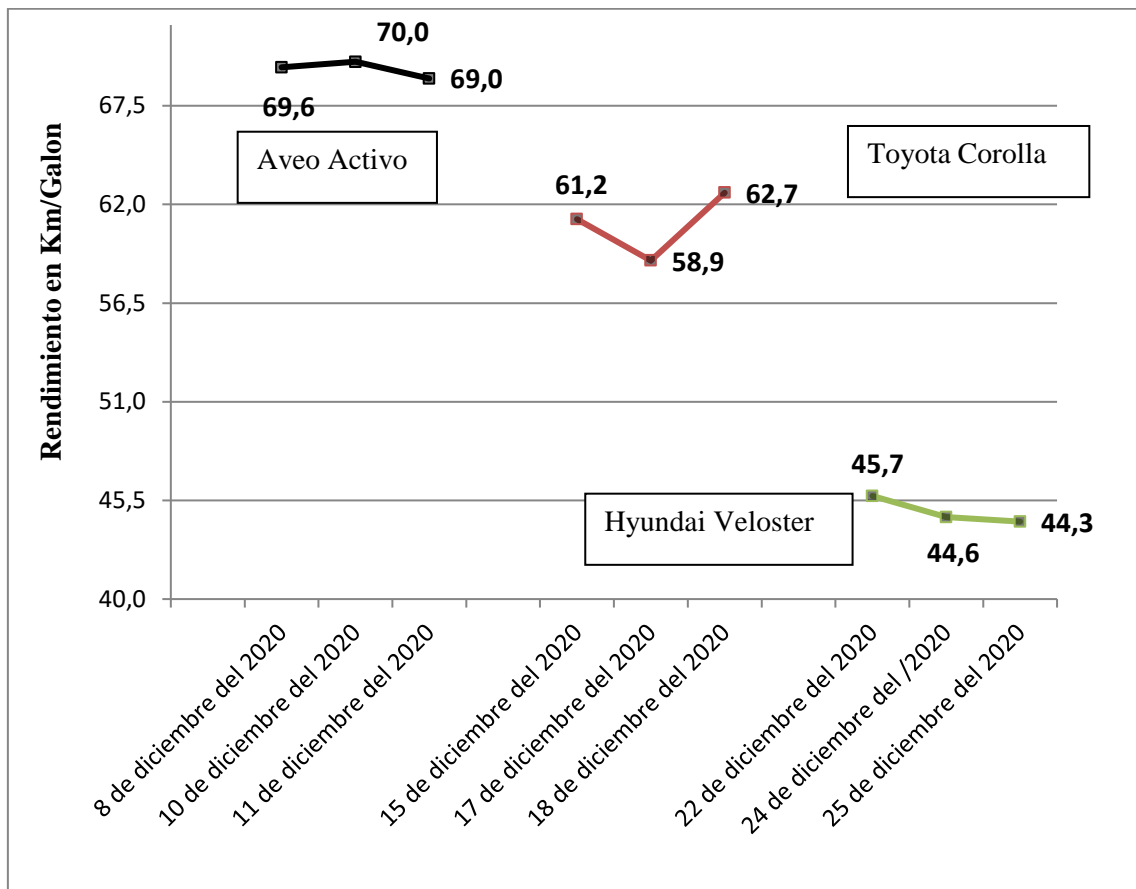
que influye en el consumo de combustible es el torque, potencia y relación de compresión de cada auto, donde manifiesta (Ladino, 2018a) que mientras más torque y potencia tenga un vehículo el consumo va ser mayor debido a que va existir mayor número de explosiones dentro de la cámara de combustión lo que implica un mayor consumo, en cuanto a la relación de compresión mientras exista mayor diferencia de volumen, existirá mayor rendimiento térmico, que obtendrá el motor debido a que aprovechara su expansión para generar movimiento , de acuerdo a los datos el Aveo Activo es el que menor torque, potencia y relación de compresión ofrece en comparación a los otros vehículos utilizados en la prueba, mientras que el consumo del Toyota Corolla son casi similares en relación al Aveo Activo y en el Hyundai Veloster ya se puede observar una diferencia significativa ,de acuerdo a lo que manifiesta (Rudy, Marcelo , 2018) los resultados obtenidos en Bogotá en una prueba de carreteras donde se establece los resultados de consumo de 2.89 galones, existe una diferencia a los obtenidos en la investigación con el Hyundai Veloster con un consumo promedio de 3.48 galones, esto va depender directamente de la ruta en donde transite el vehículo, porque no va ser el mismo el consumo en vías o carreteras casi rectas que en una que estos llenos de pendientes o en la circulación netamente dentro de una ciudad, también el factor peso y la aerodinámica de los vehículos, debido a estas particularidades en la investigación se realizó tres pruebas de rutas, en tres vehículos de distintas marcas con cilindraje de 1600 CC. para realizar una comparativa, cabe recalcar que el consumo puede variar debido a muchos factores como condiciones climáticas, el tráfico, ciclo de conducción, para contrarrestar estos factores y reducir el índice de error en un porcentaje, las pruebas se realizó en 3 días específicas, una hora de inicio exacta, el mismo conductor y con la ayuda de una aplicación denominada Velocímetro Pro se pretendió circular a una velocidad en un rango de entre 50 y 60 km/h en todas la pruebas, tomado en cuenta estas particularidades se podría afirmar que los tres vehículos circularon casi en las mismas condiciones, de acuerdo a los resultados el Toyota Corolla consume un promedio de 3.48 galones en 156 km , caso muy contrario ocurre con los obtenidos por (Cajamarca, 2010) en donde determina un consumo con la gasolina súper en un trayecto de 52.6 km en la ciudad de Cuenca.

**Tabla 12-3: discusión de resultados en base al torque, potencia y relación de compresión**

Vehículo	Torque máximo	Potencia máxima	Relación de compresión	Consumo medio (Gal)	Consumo (%)
Aveo Activo	145 N.m a 3600 Rpm	76.8 Kw a 6000 Rpm	9.5 a 1	2.24	35.64 % menos en relación al Hyundai Veloster
Toyota Corolla	150 N.m a 4800 Rpm	82.02 Kw a 6000 Rpm	10.5 a 1	2.56	26.44 % menos en relación al Hyundai Veloster
Hyundai Veloster	167 N.m a 4050 Rpm	103 Kw a 6300 rpm	11 a 1	3.48	35. 64 % más que el Aveo Activo y 26. 44 % más que el Toyota Corolla

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

De acuerdo a la tabla 28-3, en función de los resultados obtenidos de consumo de gasolina se aprecia que el Aveo Activo es el que consume en menor cantidad en el trayecto Cañar-Cuenca-Gualaceo- Cañar que consta 156 km de distancia, deduciendo que a mayor torque, potencia y relación de compresión el consumo aumenta, el Aveo activo consume un promedio de 2.24 galones un 35.64 % menos en relación al Hyundai Veloster, y un 9.20 % menos que el Toyota corolla, el Aveo Activo consume en menor cantidad de combustible, pero ofrece menos torque y potencia en relación a los dos otros dos vehículos utilizados en la investigación, cabe mencionar que existen muchos más factores que influyen en el consumo de gasolina.

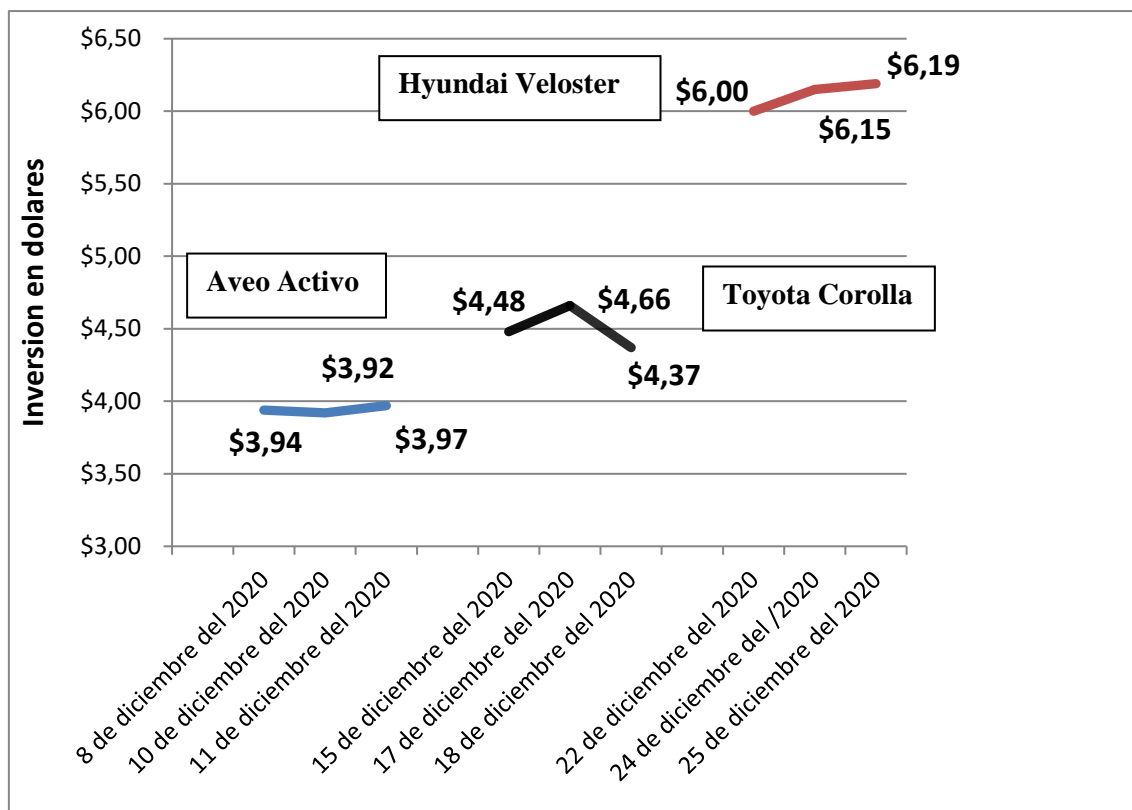


**Gráfico 11-3:** Comportamiento del rendimiento del motor de los tres vehículos

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En la figura 52-3, se muestran los resultados del rendimiento del motor en base al consumo, el vehículo que consume menos va ser el que rinda mejor, el rendimiento se lo calculo en km/galón, el Aveo Activo arrojó un rendimiento promedio de 69.53 km/Galón similares resultados obtenidos por (Mendez, 2013) en la que establece el rendimiento del motor de 1600 cc de un Aveo Activo 2012 con resultados promedio de 68.25 km/galón, el Toyota Corolla con 60.93 km/Galón en comparación a los obtenidos por (Cajamarca, 2010) en la que establece el rendimiento con la gasolina súper en una ruta de apenas de 52.6 km, cabe mencionar que la gasolina Súper tiene un mayor número de octanos lo que ayuda al rendimiento del motor como lo indica (Morquecho,

2018) y el Hyundai Veloster con 44.87 km/Galón claramente se puede observar una gran diferencia del Hyundai Veloster en comparación a los otros dos vehículos.



**Gráfico 12-3:** Comportamiento de la inversión realizada en cada una de las pruebas y con los tres vehículos

Realizado por: Quizhpilema Armando, 2021

En la figura 53-3, se puede observar el valor invertido en dólar en cada prueba realizada con los tres vehículos, los resultados fueron: para el Aveo Activo de 11.81 \$, Toyota Corolla 13.51 \$ y en el Hyundai Veloster 18.34 \$ nuevamente se ve la gran diferencia desde el punto de vista económico, el Hyundai Veloster tiende a consumir mucho más a pesar de tener la misma o similar cilindrada debido a que es un vehículo mucho más equipado, como en la suspensión, torque, velocidad y potencia son superiores a los vehículos antes mencionados tal como lo afirma (Rudy, Marcelo, 2018), el factor económico a nivel mundial es de vital importancia en el campo automotriz y el consumo de combustible es uno de los factores más importantes a la hora de elegir un vehículo tal como lo manifiesta (Kiara, 2011).

## CONCLUSIONES

- Se estableció los parámetros para la ejecución de las pruebas de ruta, con tres distintas marcas de vehículos de los más comercializados en Ecuador utilizando la gasolina Ecopaís en una distancia de 156 km, en la que cada uno de los vehículos cumplió de manera normal su recorrido sin ningún fallo mecánico, cumpliendo con los resultados cercanos a los establecidos por los fabricantes de cada auto.
- Con los resultados que se obtuvieron del consumo de gasolina Ecopaís en la ruta Cañar-Cuenca-Gualaceo-Cañar, el consumo va depender de muchos factores como ciclo de conducción, condiciones climáticas, la ruta en donde se realice la prueba, de las características del propio vehículo, del tipo de combustible que se utilice, del peso, la aerodinámica de cada auto, la electrónica, y factores muy importantes como: es el torque, potencia y relación de compresión de cada vehículo, de acuerdo a estos factores el vehículo que consumió menos cantidad de gasolina en el trayecto de 156 km fue el Aveo Activo con un promedio de 2.24 galones, el Toyota Corolla consume un 12.5 % más, mientras que el Hyundai Veloster consume 35.63 % más gasolina en comparación al Aveo Activo, por lo tanto, ningún vehículo en relación a los otros que se utilizaron en las pruebas la media de consumo no es igual a pesar de tener la misma cilindrada.
- El rendimiento del motor está relacionado directamente con el consumo de combustible y va depender de la velocidad con la que se circule, de las características de cada uno de los autos, el Hyundai Veloster es el que mejor equipado, es el que ofrece mayor potencia, torque, velocidad y suspensión en comparación a los otros vehículos, algunas de las características que hacen que el Hyundai Veloster tenga un menor rendimiento, con un rendimiento promedio de 11.85 km/L un 35.62 % menor al del Aveo Activo y 26.03 % menos que el Toyota Corolla.
- Con los valores obtenidas de las inversiones realizadas en cada una de las pruebas y para cada auto, con el Aveo Activo se invirtió un total de \$ 11.81, \$ 1.70 menos que el Toyota Corolla y \$ 6.53 menos que el Hyundai Veloster, el Aveo Activo es muy rentable debido a que se invirtió en menor cantidad de dinero en 156 km, esto a la larga en trayectos mucho más prolongados y en la vida diaria la inversión de dinero en base al consumo de combustible va ser significativa y se notara claramente la diferencia.

## **RECOMENDACIONES**

La investigación se basó en una comparativa de tres vehículos de marcas diferentes para establecer que vehículo consume más gasolina Ecopaís lo que engloba el rendimiento y el costo en dólares, el consumo de combustible ha reflejado una problemática hablando en campos económicos en cada uno de los consumidores.

Después de todas las pruebas realizadas en el consumo de combustible de tres marcas distintas, de similar cilindraje, por ámbitos económicos el más conveniente es el Aveo Activo debido a que es el que consume menor cantidad de gasolina en comparación a las otras dos marcas que se utilizaron en la prueba, por ende el Aveo Activo va tener un mejor rendimiento lo que abarca una menor cantidad de inversión de dinero a la hora de realizar un recorrido en un trayecto extraurbano, desde el punto vista del consumidor de bajos recursos económicos el menos indicado es el Hyundai Veloster debido a que es que mayor cantidad de combustible consume, aunque cabe recalcar que las características de este vehículo son mucho mejor que los otros dos vehículos utilizados.

El Hyundai Veloster se puede utilizar para uso particular para personas de clase alta con flujo económico estable.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALVIC.** *¿Qué tipos de gasolina se comercializan en España y cuál es la mejor para tu coche?* [blog], 2018. [consulta: 14 diciembre 2020]. Disponible en : <http://www.blog.alvic.net>

**ANDRADE MORQUECHO, Fredy Leonardo.** "Análisis de Rendimiento y Costo de los Combustibles Ecopaís y Super". Revista[en línea], 2018 (Ecuador), 17(34) p.3 [consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3785/12/An%C3%A1lisis%20de%20Rendimiento%20y%20Costo%20de%20los%20Combustibles%20Ecopa%C3%ADs%20y%20Super.pdf>

**AUTODELTA.** *ZOM-ZOM.* [blog], 2019. [consulta: 19 febrero 2021]. disponible en: <http://www.blog.autodelta.com.ec>

**BELTRÁN RUIZ, José Andrés.** Evaluación de la contaminación producida por un vehículo con sistema de inyección MPFI y GDI, mediante pruebas estáticas (Trabajo de titulación)(Maestría).Universidad internacional SEK, Quito-Ecuador.2020. pp.25-30.

**CAJAMARCA TIGRE, Diego Armando.** Determinación de ventajas ambientales que se presenta un vehículo híbrido respecto a un vehículo normal de similares características . (Trabajo de titulación). Universidad Politecnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca - Ecuador. 2020. pp. 37-42.

**CERVERA CORTEJANA, Luis Alberto.** Analisis de la variación de presión de inyección para determinar el consumo específico de combustible en motores common rail de 3000cc, chichlayo[En línea] (Trabajo de titulación). Escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, Peru. 2018. pp 35-39. [Consulta 2021-02-23]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28562/Cervera\\_CLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28562/Cervera_CLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CHENG, C.** "Developing A Web Information System for Traffic Light Waiting Time and Fuel Consumption Analysis" Ieee Xplore [En línea], 2015,(China) 24(3), p. 6-8 [Consulta: 20 enero 2021]. ISSN 1989-798. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7216913/authors#authors>

**CHOUDHURY SAGNIK, P.**"Minimising fuel consumption of vehicles as a function of path parameters" Ieee Xplore [En línea], 2017 (India) 18 (4), p. 7-10 [Consulta: 28 enero 2021]. ISSN 1989-950. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6139597/authors#authors>

**EL COMERCIO.** *El nuevo octanaje de la gasolina en el Ecuador.* [Blog]. 2012. [Consulta: 22 diciembre 2020]. Disponible en: <https://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/index.php>

**EL COMERCIO.** *Definidos los precios de las gasolinas y del diésel que rigen en Ecuador desde este 11 de octubre del 2020.*[Blog]. 2020. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/precios-combustibles-octubre-noviembre-ecuador.html>

**FALCONI ZARATE, Juan Pablo.** Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, en los tramos de pavimento rígido (Trabajo de titulación) (Maestría).Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.2019.pp. 55-59.

**FIALLOS IGLESIAS, Julio Andrés.** Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe – La Jarata [En línea] ( Trabajo de titulación). (Maetría). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2017. pp. 57-60. [Consulta: 2021-02-27]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28457/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>

**FRAIJA ISKANDAR, B."** Estudio de la aerodinamica en los vehiculos". Prospectiva [en línea], 2006, (Colombia) 4(2), p. 3-5. [Consulta: 3 marzo 2021]. ISSN 1692-8261. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496251108011.pdf>

**GEMELLI, Fabio.** *Pruebas de consumo real 2019* [blog],2019. [Consulta: 23 diciembre 2020]. Disponible en: <https://es.motor1.com/reviews/357834/prueba-consumo-real-2019-clasificacion>.

**GONZALEZ OROPEZA, R."** Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dianamica para evaluar el consumo de combutible de emisiones contaminantes del auto transporte". scielo[en línea], 2005,(Mexico) 6(2), p. 9-11. [ Consulta: 18 enero 2021]. ISSN en tramite. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v6n3/1405-7743-iit-6-03-147.pdf>

**GOOGLE MAPS.** *Google my maps.* [ Consulta: 17 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>

**GOOGLE PAY .** *Velocímetro PRO 2018 Speedometer.* [ Consulta: 20 enero 2021]. Disponible en:  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.mobiem.android.speedometer2&hl=es\\_EC&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.mobiem.android.speedometer2&hl=es_EC&gl=US) *Velocímetro PRO 2018 Speedometer*

**GUALAN MACAS, Edgar René.** Análisis de la generación de aceites vehiculares residuales a través del estudio estadístico en la zona urbana del cantón riobamba [ En línea] ( Trabajo de

titulación) Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 40-43. [ consulta: 2021-02-25]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13583/1/65T00338.pdf>

**HERNÁNDEZ ALCOCER, Pedro Jair, & SÁNCHEZ CORTÉS, Ever Ismael, & SANDOVAL MÁRQUEZ, Juan Carlos.** Actualización de los ciclos de manejo en elvalle de Mexico para vehiculos ligeros [En línea] ( Trabajo de titulación) Universidad nacional autónoma de México, México, México. 2014. pp. 37-40. [ Consulta: 2021-03-12]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4888/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**IEEE XPLORE.** *A vehicle with very low fuel consumption: realization, analysis and optimization* [Blog], 2015. [Consulta :12 enero 2021]. Disponible en: <http://www.Ieeexplore.com.ec>

**JAIRO CASTILLO, E.** "Determinación del Torque y Potencia de un Motor de Combustión Interna a Gasolina Mediante el Uso de Bujía con Sensor de Presión Adaptado y Aplicación de un Modelo Matemático"[En línea], 2017, (Ecuador) 39(1). 7-9. [Consulta: 18 enero 2021] . ISSN 11988-900X. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v39n1/2477-8990-rpolit-39-01-00049.pdf>.

**KIARA TORBAY, Elizabeth.** Incidencia económica en la industria automotriz ecuatoriana por medidas arancelarias a importaciones ckf's de vehículos del periodo 2013-2015 [ En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 22-26. [ Consulta: 2020-12-19]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12799/1/UPS-GT001714.pdf>

**KINDELAN CASANOVA, Jesús.** Análisis dinámico de las emisiones y del consumo de un vehículo con motor de gasolina en tráfico real [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2019. pp. 33-37. [ Consulta: 2021-02-19]. Disponible en: [https://oa.upm.es/55983/1/TFG\\_Jesús\\_Kindelan\\_Casanova.pdf](https://oa.upm.es/55983/1/TFG_Jesús_Kindelan_Casanova.pdf)

**KM 77.** *Ficha técnica Chevrolet Aveo Activo* [blog], 2020. [Consulta: 15 Diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.km77.com/coches/chevrolet/aveo/2009/sedan/ls/aveo-4p-16-16v-ls/datos/equipamiento>.

**KM 77.** *Ficha técnica Toyota Corolla Sedan* [blog], 2012. [ Consulta: 16 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.km77.com/coches/toyota/corolla/2003/5-puertas/terra/corolla-5p-16-vvt-i-terra/datos/equipamiento>.



**KM 77.** *Ficha Técnica Hyundai Veloster Sedan* [blog], 2018. [ Consulta 19 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.km77.com/coches/hyundai/veloster/2013/estandar/estandar/veloster-16-tdgi-186-cv-aut/datos/equipamiento>.

**LADINO TORO, Miguel.** Caracterización de las curvas de presión, par y potencia de un motor de combustión interna monocilíndrico bajo diferentes regímenes de operación [ en línea] ( Trabajo de titulación) Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. 2018. pp. 55-57. [ Consulta 2021-03-12]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/190dca6b-38b4-4bec-b2dc-6d9fa2226932/content>

**LEYVA TARAFÁ, M.** "Análisis del consumo de combustible y del índice de desgaste de los neumáticos de los equipos mineros"Revista [ en línea], 2019,(Cuba) 3(1), p. 5-8. [Consulta: 20 enero 2021]. ISSN 2602-8255. Disponible en: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/268>

**LIMA OYOLA, Bryan Alexander, & GÁLVEZ SANDOVAL, Edison Josué.** Analisis de consumo de combustible de los vehiculos de la categoria M1 que circulan en el centro historico de la ciudad de Cuenca en horas de maxima demanda en funcion de ciclos de conduccion.[en línea] (Trabajo de titulación) Universidad Politécnica Salesiana sede en Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 56-59. [ Consulta: 2020-12-20]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12167>

**MACHADO, Jonathan.** *El aire de Quito supera los límites permitidos de contaminación.* [ Blog] 2019. [Consulta: 17 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/aire-quito-contaminacion-salud/>

**MENA, L.** *Matemática aplicada a los sistemas de motores de combustión interna diesel y gasolina* [en línea]. Primera edición electrónica. Sangolquí-Quito-Ecuador: 2018. [Consulta: 18 marzo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/20336>

**MENDEZ YASCARIMBAY, C.**"Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción epa ftp75 y epa hwfet, en dinamómetro de chasis"Repositorio institucional [en línea], 2011, (Ecuador) 4(2),p. 5-8. [Consulta: 19 febrero 2021]. ISSN 236-168. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7374>

**MORENO, Angel.** *Motores de Combustion interna* [blog], 2017. [Consulta: 27 diciembre 2020] Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/46616816/motores-de-combustian-interna-mailxmail>.

**ORDÓÑEZ CABLLERO, Carlos Antonio, & VALLE PARRA, Andrés Santiago .** Implementación y montaje de un banco de pruebas de inyección electrónica para el taller de

ingeniería automotriz de la época mediante la utilización de un motor chevrolet aveo de combustión interna a gasolina [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 75-76. [ Consulta: 2021-01-25]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3368>

**PATRICIA CASTILLO, P.** "Análisis de las propiedades fisicoquímicas de gasolina y diesel mexicano reformulados con Etanol"[En línea], 2011(Mexico) 8(3), p. 5-8. [Consulta 28 Enero 2021]. ISSN 1405-7743. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n3/v13n3a4.pdf>

**PARRALES MORALES, M & HERNÁNDEZ GUZMÁN, A** "Caracterización de un motor de combustión interna de dos tipos de combustible". imt [en línea], 2014, (Mexico) 150(417), p. 46-49. [ Consulta: 20 marzo del 2021]. ISSN 0188-7297. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>

**PETROECUADOR, Ep.** *Loja cuenta con Ecopaís, una gasolina amigable con el medio ambiente.*[blog], 2019. [ Consulta: 12 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec>

**ROCHA HOYOS, J. & LLANES CEDEÑO, A. & CELI, S. & PERALTA, D.** "Efecto de la Adición de Biodiésel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel" Researchgate [en línea], 2019, (Ecuador) 30(3), pp. 5-6. [ Consulta: 9 enero 2021]. ISSN 4067-0718. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/333913975>

**SOSA CABRERA, J.** "Curvas características de velocidad y carga del motor Volkswagen 1.9 SDi". Scielo [en línea] , 2019, (Mexico) 28(2), pp. 3-6. [ Consulta: 13 marzo 2021]. ISSN 2071-0054. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v28n2/es\\_2071-0054-rcta-28-02-e10.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v28n2/es_2071-0054-rcta-28-02-e10.pdf)

**TIPANLUISA, E. & REMACHE, P. & AYABACA, R. & SALVATORE, R.** "Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos cotas con Combustible de dos calidades" Scielo [ en línea], 2017, (Ecuador) 28(1), pp. 5-8. [ Consulta: 15 febrero 2021]. ISSN 4067-0718. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v28n1/art02.pdf>

**TODOMECHANICABASICA.** *Ciclo real cuatro tiempos.* [blog], 2012. [Consulta: 22 diciembre 2020] . Disponible en: <https://sites.google.com/site/todomechanicabasica/home/ciclo-real-cuatro-tiempos>.

## ANEXOS

### Anexo A: Base de datos del consumo de los tres vehículos

Fecha	Galones
<b>Aveo Activo</b>	
8 de diciembre del 2020	2,24
10 de diciembre del 2020	2,23
11 de diciembre del 2020	2,26
<b>Toyota Corolla</b>	
15 de diciembre del 2020	2,55
17 de diciembre del 2020	2,65
18 de diciembre del 2020	2,49
<b>Hyundai Veloster</b>	
22 de diciembre del 2020	3,41
24 de diciembre del /2020	3,5
25 de diciembre del 2020	3,52

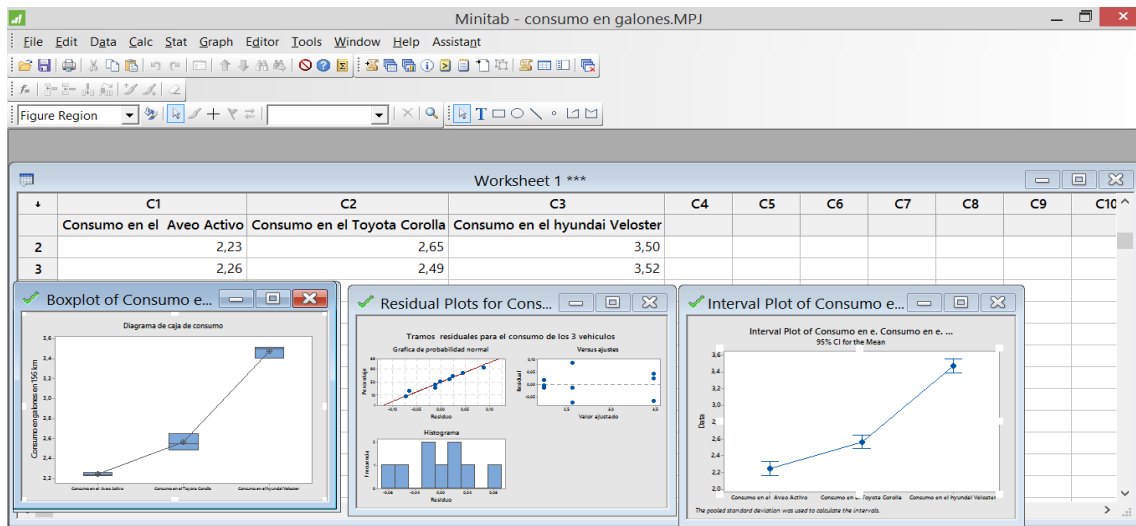
### Anexo B: Base de dato del rendimiento de los tres vehículos

Fecha	Km/Galón
<b>Aveo Activo</b>	
8 de diciembre del 2020	69,6
10 de diciembre del 2020	70,0
11 de diciembre del 2020	69,0
<b>Toyota Corolla</b>	
15 de diciembre del 2020	61,2
17 de diciembre del 2020	58,9
18 de diciembre del 2020	62,7
<b>Hyundai Veloster</b>	
22 de diciembre del 2020	45,7
24 de diciembre del /2020	44,6
25 de diciembre del 2020	44,3

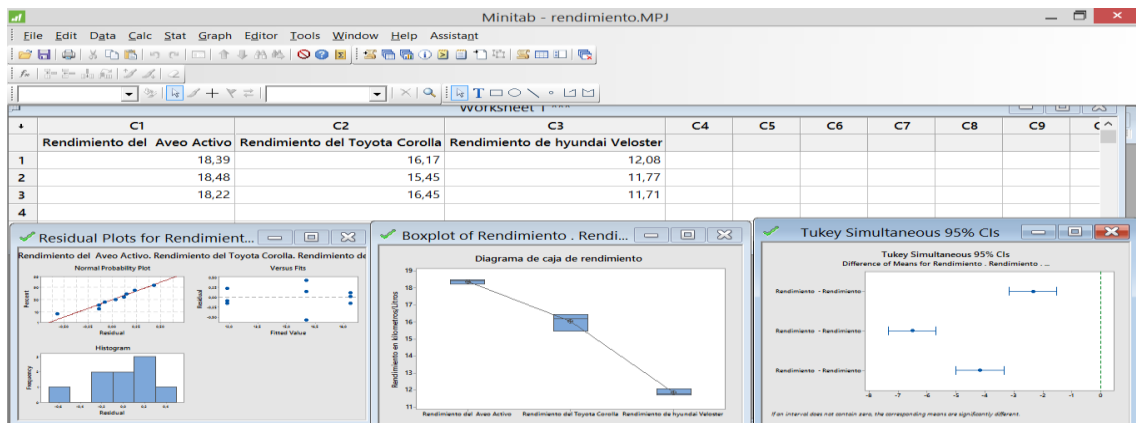
### Anexo C: Base de datos de la inversión de los tres vehículos

Fecha	Valor en dólares
<b>Aveo Activo</b>	
8 de diciembre del 2020	\$ 3,94
10 de diciembre del 2020	\$ 3,92
11 de diciembre del 2020	\$ 3,97
<b>Toyota Corolla</b>	
15 de diciembre del 2020	\$ 4,48
17 de diciembre del 2020	\$ 4,66
18 de diciembre del 2020	\$ 4,37
<b>Hyundai Veloster</b>	
22 de diciembre del 2020	\$ 6,00
24 de diciembre del /2020	\$ 6,15
25 de diciembre del 2020	\$ 6,19

### Anexo D: base de datos en Minitab del consumo



### Anexo E: Base de datos en Minitab del rendimiento



## Anexo F: Base de datos en Minitab del valor del valor económico

