

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**



**Estudio del Consumo de Combustible en Carretera de un Vehículo Híbrido en Modo de  
Manejo Económico y Deportivo**

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**Romero Granda René Gabriel**

**Director:**

**Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.**

**Guayaquil-Ecuador**

**Marzo, 2022**



**Universidad internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**

**Certificado**

**Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.**

CERTIFICA

Que el trabajo titulado “Estudio del Consumo de Combustible en Carretera de un Vehículo Híbrido en Modo de Manejo Económico y Deportivo.”, realizado por el estudiante: René Gabriel Romero Granda, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas establecidas por La Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor René Gabriel Romero Granda, que lo entregue a la biblioteca de la ESCUELA, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, marzo 2022

---

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Director de Proyecto

**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Automotriz**  
**Certificado y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo, René Gabriel Romero Granda, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

René Gabriel Romero Granda

C.I: 0705320596

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante y culminar con esta etapa de mi vida, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional y apoyarme siempre a pesar de las adversidades que se han presentado en el camino, este trabajo es para ustedes. Les agradezco de todo corazón por estar a mi lado y espero seguir enorgulleciéndolos en el futuro.

René Gabriel

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para culminar con este proyecto, por permitirme vivir experiencias que me han enseñado mucho a lo largo de esta etapa de mi vida y principalmente por ayudarme a alcanzar este logro tan importante en mi vida.

Agradezco a mi padre, mi hermano y a mi madre que a pesar de la distancia junto con ellos siempre han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir y culminar con este proyecto.

A toda mi familia que se han preocupado por mí y han estado dispuestos a ayudarme cuando ha sido necesario, especialmente a mis abuelitos René Antonio, Rosita del Pilar y Luis Felipe.

A todos mis amigos y seres cercanos que me han brindado su apoyo, en especial a mi enamorada que ha estado pendiente de este proceso y ha sido de gran ayuda en el mismo.

Así también agradezco el apoyo a mi tutor durante el desarrollo del proyecto, Fernando Gómez Berrezueta.

Agradezco a todos.

## Resumen

Este proyecto se centra en conocer el consumo de combustible de un vehículo híbrido en sus diferentes modos de manejo y dar a conocer verdaderamente los beneficios de este, utilizando dispositivos y herramientas que nos permitan obtener datos referentes al ahorro de combustible y a la carga de la batería, realizando pruebas de carretera que serán tomadas en cuenta como simulaciones al momento de realizar un viaje largo en carretera en condiciones que favorezcan a una conducción constante, manteniendo activa la velocidad crucero, con el cual podemos obtener las mejores prestaciones que nos puede brindar ambas motorizaciones de este vehículo y la forma más eficaz y eficiente de mantenerlo funcionando, ya que estos vehículos son diseñados principalmente para reducir el alto consumo de combustible que existe en las grandes ciudades donde el tráfico amerita su uso y que pueda llegar a serlo al salir del área urbana y de esta forma poder dar a conocer a usuarios los resultados obtenidos para que ellos puedan poner en práctica y sacar el mayor provecho a este tipo de vehículos.

**Palabras clave:** consumo de combustible, modos de manejo, vehículo híbrido.

### **Abstract**

This project focuses on getting to know the fuel consumption of a hybrid vehicle in his different driving modes and to announce the real benefits of this, using devices and tools that allow us to get the fuel consumption and percent of battery storage data, carrying out road tests that will be taken in consider as simulations at the moment to make a long road trip, with which we can get the best performance the both types of engines of the vehicle can give us and the most efficient and effective way to keep it working, since these vehicles are mainly design to reduce the high fuel consumption that exist in the big cities where the traffic warrants its use and that it can become when leaving urban areas and be able to inform owners and drivers the results obtained, so they can put them into practice and take out the best performance to these types of vehicles.

**Key words:** fuel consumption, driving modes, hybrid vehicle.



## Índice de Contenidos

Certificado .....	iii
Certificado y Acuerdo de Confidencialidad .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de Contenidos .....	ix
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tablas .....	xvi
Capítulo I.....	1
1. Antecedentes .....	1
1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
<i>1.2.1. Planteamiento del Problema</i> .....	<i>1</i>
<i>1.2.2. Formulación del Problema</i> .....	<i>2</i>
<i>1.2.3. Sistematización del Problema</i> .....	<i>2</i>
1.3. Objetivos de la Investigación.....	3
<i>1.3.1. Objetivo General</i> .....	<i>3</i>

1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.4. <b>Justificación y Delimitación de la Investigación</b> .....	3
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	4
1.4.2. <i>Justificación Metodológica</i> .....	4
1.4.3. <i>Justificación Practica</i> .....	4
1.4.4. <i>Delimitación Temporal</i> .....	4
1.4.5. <i>Delimitación Geográfica</i> .....	5
1.4.6. <i>Delimitación de Contenido</i> .....	5
1.5. <b>Hipótesis</b> .. .....	5
1.6. <b>Variables de Hipótesis</b> .....	6
1.6.1. <i>Variables Independientes</i> .....	6
1.6.2. <i>Variables Dependientes</i> .....	6
<b>Capítulo II</b> .....	7
2. <b>Marco de Referencia</b> .....	7
2.1. <b>Marco Teórico</b> .....	7
2.1.1. <i>Conceptos Preliminares</i> .....	7
2.1.2. <i>Historia de los Vehículos Híbridos</i> .....	9
2.1.3. <i>Vehículo Híbrido</i> .....	10
2.1.4. <i>Ventajas y Desventajas de los Vehículos Híbridos</i> .....	12

<i>2.1.5. Configuraciones de Vehículos Híbridos.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.6. Modos de Manejo de los Vehículos Híbridos .....</i>	<i>19</i>
<i>2.1.7. Baterías y su Impacto .....</i>	<i>21</i>
<i>2.1.8. Freno Regenerativo.....</i>	<i>22</i>
<i>2.1.9. Consumo de Combustible.....</i>	<i>23</i>
<b>2.2. Marco Conceptual .....</b>	<b>24</b>
<i>2.2.1. Los Combustibles.....</i>	<i>24</i>
<i>2.2.2. Combustibles en Ecuador .....</i>	<i>25</i>
<i>2.2.3. El Consumo y las Emisiones de los Vehículos Híbridos. ....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.4. Comparación del HEV Respecto a Otros Vehículos.....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.5. Vehículos Híbridos en el Ecuador.....</i>	<i>31</i>
<i>2.2.6. Hyundai Ioniq Hybrid.....</i>	<i>33</i>
<i>2.2.7. Transmisiones Híbridas de Hyundai.....</i>	<i>35</i>
<b>Capítulo III.....</b>	<b>36</b>
<b>3. Consumo de Combustible en Carretera de un Vehículo Híbrido en Modo de Manejo Económico y Deportivo.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Método para Comprobar el Consumo de Combustible.....</b>	<b>36</b>
<i>3.1.1. Conceptos Preliminares .....</i>	<i>36</i>
<b>3.2. Diseño Metodológico .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. Ciclo Básico de la Investigación .....</b>	<b>36</b>

<b>3.4. Vehículo Apto para la Medición .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5. Equipos de Medición .....</b>	<b>39</b>
<i>3.5.1. Tablero de Instrumentos .....</i>	<i>39</i>
<i>3.5.2. Scanner Automotriz.....</i>	<i>40</i>
<i>3.5.3. Receptor de Datos.....</i>	<i>41</i>
<b>3.6. Ruta de Medición.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7. Pruebas Preliminares .....</b>	<b>45</b>
<i>3.7.1. Parámetros de Conducción.....</i>	<i>47</i>
<b>3.8. Pruebas Definitivas.....</b>	<b>48</b>
<i>3.8.1. Pruebas Modo Eco .....</i>	<i>48</i>
<i>3.8.2. Protocolo de Pruebas en Modo Eco.....</i>	<i>49</i>
<i>3.8.3. Pruebas Modo Sport.....</i>	<i>50</i>
<i>3.8.4. Protocolo de Pruebas en Modo Sport.....</i>	<i>51</i>
<b>3.9. Obtención de Datos .....</b>	<b>51</b>
<i>3.9.1. Obtención de Datos Referentes al Consumo de Combustible en Modo Eco.....</i>	<i>52</i>
<i>3.9.2. Obtención de Datos Referentes al Consumo de Combustible en Modo Sport.....</i>	<i>53</i>
<i>3.9.3. Resumen del Consumo de Combustible en Modo Eco .....</i>	<i>54</i>
<i>3.9.4. Resumen del Consumo de Combustible en Modo Sport.....</i>	<i>55</i>
<i>3.9.5. Conversión de Unidades del Consumo de Combustible.....</i>	<i>56</i>

<b>3.9.6. Comparativa de Consumo de Combustible entre Vehículo y Dispositivo .....</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>57</b>
<b>4. Análisis del Consumo de Combustible del Ioniq Híbrido.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1. Consumo de Combustible Modo Eco.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.1. Trayecto Ida.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1.2. Trayecto Retorno .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2. Consumo de Combustible Modo Sport .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.1. Trayecto Ida.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.2. Trayecto Retorno .....</b>	<b>66</b>
<b>4.3. Análisis de Resultados.....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>73</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>78</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Tecnología de los Vehículos Híbridos .....	8
<b>Figura 2</b> Primera Generación Toyota Prius .....	10
<b>Figura 3</b> Funcionamiento de un Vehículo Híbrido .....	11
<b>Figura 4</b> Baja Contaminación Ambiental .....	13
<b>Figura 5</b> Configuración S-HEV .....	16
<b>Figura 6</b> Configuración P-HEV .....	17
<b>Figura 7</b> Configuración SP-HEV .....	18
<b>Figura 8</b> Configuración PHEV .....	19
<b>Figura 9</b> Modos de Manejo de un Híbrido.....	21
<b>Figura 10</b> Funcionamiento del Freno Regenerativo .....	23
<b>Figura 11</b> Proceso de Refinación del Petróleo.....	25
<b>Figura 12</b> Características de Motorización Toyota Auris.....	27
<b>Figura 13</b> Comparación Vehículo Convencional y HEV Paralelo .....	28
<b>Figura 14</b> Parámetros del Ciclo de Manejo .....	29
<b>Figura 15</b> Ahorro de Combustible según el Tipo de Ensayo.....	30
<b>Figura 16</b> Vehículos Híbridos Vendidos a lo Largo de los Años en Ecuador .....	32
<b>Figura 17</b> Ventas Mensuales de Vehículos Híbridos en los Últimos Meses en Ecuador	33
<b>Figura 18</b> Hyundai Ioniq.....	34
<b>Figura 19</b> Tecnología ASC Híbrida.....	35
<b>Figura 20</b> Diagrama del Ciclo de la Investigación .....	37
<b>Figura 21</b> Proceso del Ciclo de Investigación .....	37
<b>Figura 22</b> Tablero de Instrumentos Ioniq Hybrid.....	40

<b>Figura 23</b> Autel MaxiAP AP200 .....	41
<b>Figura 24</b> Azuga Fleet.....	42
Figura 25 Azuga OBD II.....	42
<b>Figura 26</b> Posibles rutas de evaluación.....	43
<b>Figura 27</b> Ruta de Medición Seleccionada .....	44
<b>Figura 28</b> Elevación del Trayecto de Prueba .....	45
<b>Figura 29</b> Checklist Utilizado para Toma de Datos.....	48
<b>Figura 30</b> Modo Eco Seleccionado en el Vehículo.....	49
<b>Figura 31</b> Modo Sport Seleccionado en el Vehículo .....	50
<b>Figura 32</b> Consumo de Combustible Modo Eco “Ida” .....	58
<b>Figura 33</b> Temperatura y Batería Modo Eco "Ida" .....	59
<b>Figura 34</b> Distancia Recorrida Modo Eco "Ida" .....	60
<b>Figura 35</b> Consumo de Combustible Modo Eco "Retorno" .....	61
<b>Figura 36</b> Temperatura y Batería Modo Eco "Retorno" .....	62
<b>Figura 37</b> Distancia Recorrida Modo Eco "Retorno" .....	63
<b>Figura 38</b> Consumo de Combustible Modo Sport "Ida" .....	64
<b>Figura 39</b> Temperatura y Batería Modo Sport "Ida" .....	65
<b>Figura 40</b> Distancia Recorrida Modo Sport "Ida" .....	66
<b>Figura 41</b> Consumo de Combustible Modo Sport "Retorno" .....	67
<b>Figura 42</b> Temperatura y Batería Modo Sport "Retorno".....	68
<b>Figura 43</b> Distancia Recorrida Modo Sport "Retorno".....	69
<b>Figura 44</b> Comparación de Consumo de Combustible .....	70
<b>Figura 45</b> Comparación de Carga Final de Batería.....	71

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Características Técnicas del Ioniq Hybrid .....	38
<b>Tabla 2</b> Checklist para Prueba en Carretera Partida .....	47
<b>Tabla 3</b> Checklist Prueba en Carretera Llegada.....	48
<b>Tabla 4</b> Datos Obtenidos en Modo Eco “Ida” .....	53
<b>Tabla 5</b> Datos Obtenidos en Modo Eco “Retorno” .....	53
<b>Tabla 6</b> Datos Obtenidos en Modo Sport “Ida” .....	54
<b>Tabla 7</b> Datos Obtenidos en Modo Sport “Retorno” .....	54
<b>Tabla 8</b> Consumo de Combustible en Modo Eco .....	55
<b>Tabla 9</b> Consumo de Combustible en Modo Sport .....	55
<b>Tabla 10</b> Conversión de Unidades del Consumo de Combustible.....	56
<b>Tabla 11</b> Comparativa de Consumo entre App y Tablero de Instrumentos.....	57



## **Capítulo I**

### **1. Antecedentes**

#### **1.1. Tema de Investigación**

Estudio del Consumo de Combustible en Carretera de un Vehículo Híbrido en Modo de Manejo Económico y Deportivo.

#### **1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema**

El ahorro de combustible ha sido a nivel mundial uno de los temas de mayor relevancia, debido a los altos costos de este en la mayoría de los países. Por lo tanto, se ha vuelto crucial para los usuarios adquirir vehículos; que les permitan reducir el consumo con métodos más eficientes y tecnología de vanguardia que implementan hoy en día los fabricantes.

##### ***1.2.1. Planteamiento del Problema***

Ecuador era uno de los países de América Latina con un precio del combustible bajo debido a los subsidios que se encontraban vigentes por parte del gobierno, el cual a partir del 2018 mediante un decreto dispuso que se realice una reducción progresiva de estos, hasta hoy en día donde se ha equiparado con muchos países en el precio de estos, con lo cual se han visto afectados todos los sectores por el alza de precios que esto ha conllevado a lo largo de este último año principalmente.

Debido a la situación económica y los nuevos costos de vida en el país, el ahorro de combustible es un punto importante que lo toma en cuenta la población al momento de adquirir un vehículo. Debido a esto los usuarios se crean una serie de interrogantes a que si la mejor opción es inclinarse a la parte eco amigable con los vehículos híbridos o utilizar los vehículos convencionales con los diferentes sistemas de ahorro de combustible que vienen integrados en estos.

La tecnología de los vehículos híbridos y el desconocimiento que se tiene de los mismos ha puesto en tela de duda a la población de cuan factible es adquirir uno de estos, y si es real y significativo el ahorro que las marcas aseguran que se va a tener en este tipo de vehículos.

La venta de vehículos híbridos en el país, si bien es cierto en el año 2013 sufrió una disminución debido a un cambio en la política de impuestos y aranceles impuesta por el gobierno nacional, eliminando gran parte de los beneficios con los cuales se podía adquirir estos vehículos a menor precio (El Telegrafo, 2019).

No dejo de ser menos importante para la comercialización de este tipo de vehículos en el país, en 2008, se importaron solo 14 unidades con este tipo de tecnología, mientras que en el 2012 el rubro subió a 2500 unidades. Logrando cada año avances en la adquisición de vehículos híbridos, en el 2018 se logró vender 2820 unidades, según (El Telegrafo, 2019).

Estos vehículos pueden lograr autonomías combinadas entre ciudad y carretera de hasta 80 km/gal comparado con un vehículo convencional que en el mejor de los casos se puede obtener hasta unos 45 km/gal y en los mejores de los casos hasta 50 km/gal obteniendo un ahorro cercano a un 40%.

Esta investigación pretende determinar el ahorro de combustible de un vehículo híbrido en sus diferentes modos de manejo, analizando la diferencia de este según los valores obtenidos.

### ***1.2.2. Formulación del Problema***

¿El estudio del consumo de combustible de acuerdo con el modo de conducción de un vehículo híbrido podrá determinar si estos modos de manejo tienen un impacto significativo con relación al consumo del combustible?

### ***1.2.3. Sistematización del Problema***

- ¿Qué opinión se tiene sobre los beneficios que presta la tecnología híbrida?

- ¿Cuáles son las formas correctas de manejar un vehículo híbrido?
- ¿Cuántos modos de manejo tiene el vehículo a utilizar en la investigación?
- ¿Cuál es la diferencia de consumo de combustible en los diferentes modos de manejo?
- ¿Qué impacto tiene el modo de manejo en la recarga de la batería de alto voltaje?
- ¿Qué desventajas se pueden llegar a tener al conducir en un solo modo de manejo todo el tiempo?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar el ahorro de combustible de un vehículo híbrido en sus diferentes modos de manejo aplicado en carretera.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el trayecto que se tomará en cuenta para la evaluación del análisis considerando factores técnicos.
- Detallar los diferentes modos de manejo con los que cuenta el vehículo a utilizar.
- Comparar los datos obtenidos y determinar cuan relevante es el ahorro de combustible en base a los valores obtenidos en las pruebas.
- Analizar los pros y contras que se tiene al conducir en estos modos de manejo y como afectan al ahorro de combustible.

### **1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación**

Definidos los objetivos de la investigación se responde la pregunta de porque se investiga a esta interrogante. Se puede dar respuesta desde la perspectiva teórica, metodológica y práctica.

#### ***1.4.1. Justificación Teórica***

La fundamentación teórica del trabajo se basa en la investigación de temas relacionados con el ahorro de combustible y los modos de manejo de un vehículo, apoyándose en investigaciones previas que puedan aplicarse en el desarrollo del proyecto.

#### ***1.4.2. Justificación Metodológica***

El estudio del consumo de combustible en los diferentes modos de manejo de un vehículo híbrido, pueden permitir distinguir con claridad a los usuarios que cuentan con estos, de los beneficios que se pueden llegar a obtener aplicándolos en los momentos más oportunos, obteniendo un ahorro de combustible de así ser el caso según la investigación que se prevea realizar.

#### ***1.4.3. Justificación Práctica***

Existen diversas acciones que son recomendadas para el ahorro de combustible en un vehículo híbrido, por ejemplo: La conducción eficiente, la inercia del vehículo, el aprovechamiento de las cargas generadas por el frenado, los modos de funcionamiento, mantener una velocidad estable (cruce) (Avila, 2019).

El resultado de esta investigación nos permitirá conocer cuánto es el ahorro aproximado que se pueda llegar a tener de más utilizando los diferentes modos de conducción con los que cuenta el vehículo a utilizar. Teniendo con esto una teoría la cual nos permita afirmar si existe una mejora o no.

#### ***1.4.4. Delimitación Temporal***

El trabajo se espera realizar en un plazo de 6 meses desde la aprobación de este anteproyecto, lapso en el cual se podrá obtener una cantidad de información considerable la cual permitirá tener datos concisos del planteamiento.

#### ***1.4.5. Delimitación Geográfica***

El estudio se realizará en un Hyundai Ioniq que cuenta con dos modos de manejo, eco y sport. En un tramo de 34 kilómetros ida y vuelta del trayecto Santa Rosa – Machala, el cual se realizará en autopista y a velocidad constante de 100 km/h, mediante velocidad crucero.

#### ***1.4.6. Delimitación de Contenido***

El primer bloque estará orientado al establecimiento de un marco conceptual, el cual constará de conceptos necesarios para la discusión del tema, tales como los vehículos híbridos, ahorro de combustible, formas correctas de manejo. Luego se aborda la tecnología automotriz donde se explica cómo funcionan estos vehículos de combustión interna y el desarrollo de los diferentes tipos de vehículos híbridos.

El segundo bloque tiene como objetivo resumir, de acuerdo con el estado actual de la tecnología, los beneficios que presenta el sistema y sus modos de manejo en el ahorro de combustible. Tomando en cuenta los beneficios que llevan al usuario de estos vehículos y el medio ambiente.

El tercer bloque está orientado a describir desde la teoría y la práctica, los beneficios que se obtienen al utilizar los modos de manejo para obtener un mayor ahorro de combustible en conjunto con una buena recarga de las baterías, realizando una diferenciación entre el modo eco y el modo sport del vehículo.

### **1.5. Hipótesis**

El estudio del consumo de combustible en carretera de un vehículo híbrido en modo de manejo económico y deportivo permitirá obtener resultados que ayuden a los usuarios que cuenten con este tipo de vehículos a mejorar el rendimiento de consumo de combustible/batería durante el recorrido en carretera.

## **1.6. Variables de Hipótesis**

### ***1.6.1. Variables Independientes***

- Estudio del consumo de combustible

### ***1.6.2. Variables Dependientes***

- Vehículo híbrido
- Modos de manejo
- Velocidad crucero

## Capítulo II

### 2. Marco de Referencia

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. *Conceptos Preliminares*

Hace mucho tiempo los medios de transporte como buses, carros, aviones han utilizado el combustible fósil como medio para funcionar. Los antiguos motores de combustión externa (vapor), hoy han pasado a la historia.

Debido a la necesidad de reducir la cantidad de gases contaminantes que producen los automotores por su funcionamiento con combustibles fósiles que afectan al medio ambiente, los organismos de diferentes países junto con los gobiernos han estimado fechas para poder reducir el consumo de estos combustibles y es por esto que las compañías automotrices se han visto en la necesidad de implementar y crear alternativas para cumplir con estas disposiciones.

Hoy vivimos tiempos, en los cuales la tecnología, es expuesta en diferentes formas; por supuesto que los vehículos, no podían mantenerse al borde de la progresión de la ciencia por esto, cuando se gira en torno a los vehículos, los fabricantes tienden a solicitar ayuda, en la tecnología, para prolongar el negocio. El progreso de estas nuevas tecnologías permite la preparación de los vehículos híbridos en el sector automotriz, la expresión desplazamiento híbrido es utilizado para referirse a vehículos con más de una forma de propulsión (Castillo & Torres, 2011).

Los vehículos híbridos están contruidos, para funcionar, combinando fuentes de energía, con el afán de lograr que el automóvil aproveche al máximo, el torque obtenido de los componentes del sistema.

**Figura 1**

*Tecnología de los Vehículos Híbridos*



Nota: ABC de los Vehículos Híbridos. Adaptado de Auto Crash.  
(<https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>)

Un Vehículo Híbrido es aquel que utiliza más de un tipo de energía para impulsar al automóvil, estos lo hacen mediante un motor eléctrico que es impulsado por energía que es almacenada en una batería, y alternativamente de un motor de combustión interna que mueve un generador para poder almacenar dicha energía en la batería y dependiendo de la configuración del sistema de propulsión el motor de combustión interna este también puede impulsar las ruedas de manera directa (Waliño Ullan, 2020).

En el diseño de estos vehículos el motor de combustión es la fuente de energía que se utiliza como última opción siempre, ya sea por potencia o por recarga de energía hacia la batería, y lo hace mediante sistemas eléctricos que determinan cuando usarlo y cuando no.



### ***2.1.2. Historia de los Vehículos Híbridos***

Los vehículos eléctricos muy contrario a lo que se cree, no han sido un invento de las últimas décadas. Estos fueron inventados hace más de 100 años incluso antes de los vehículos con motores de combustión interna, pero estos fueron decayendo debido a su falta de evolución que en la fecha aún existía respecto a la autonomía comparado con un vehículo de combustión.

Tras pasar varios años en la década de los 60 y 70, debido a la crisis del petróleo se empiezan a tomar en cuenta diferentes alternativas para reducir la contaminación que emiten los motores de combustión interna, y entre estos reaparece el interés en vehículos eléctricos. Pero no es hasta los 90 donde se impulso a los gobiernos a crear modelos de transporte mas eficientes y es ahí donde los gobiernos europeos y norteamericanos tuvieron que implementar leyes para reducir la contaminación y dependencia de los combustibles fósiles, situación que encamina a buscar un modelo de transporte sostenible (Waliño Ullan, 2020).

Es así como desde 1979 se empiezan a presentar prototipos como el Fiat 131 con un motor eléctrico en paralelo con un diferencial con relación 1:1 que no tenia caja de cambios y en vez de un embrague tenia un convertidor que se unía al rotor del motor eléctrico. Años después Audi, BMW y Alfa Romeo fabricaron diferentes prototipos con la finalidad de conseguir un vehículo diseñado para la ciudad y carretera seleccionable por el usuario con baterías de Níquel-Cadmio. Pero no es hasta la década de los 90 donde la tecnología comienza a desarrollarse de manera mas global y acelerada (Waliño Ullan, 2020).

Es así como en 1997 Toyota lanza el Prius de primera generación que se vendió únicamente en Japón, el cual contaba con motor eléctrico y uno a combustión que dividía la potencia entre el tren motriz y el generador, y se vio implementado el sistema de frenado regenerativo. Sin lugar a

duda uno de los vehículos que impuso un importante paso a la historia de los vehículos híbridos (Waliño Ullan, 2020).

## **Figura 2**

*Primera Generación Toyota Prius*



Nota: La Historia del Toyota Prius. Adaptado de: MotorPasión. (<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius-ii-evolucion-de-la-tecnologia-hibrida>)

### **2.1.3. Vehículo Híbrido**

Un vehículo híbrido o HEV “Hybrid Electric Vehicle” en sus siglas en inglés, es aquel que cuenta con más de una fuente de energía para poder impulsarlo y generar la energía que permita operar al automóvil con normalidad, en estos encontramos un motor de combustión interna y una serie de componentes eléctricos los cuales alimentan a un motor eléctrico que van combinados en el tren de potencia de un vehículo.

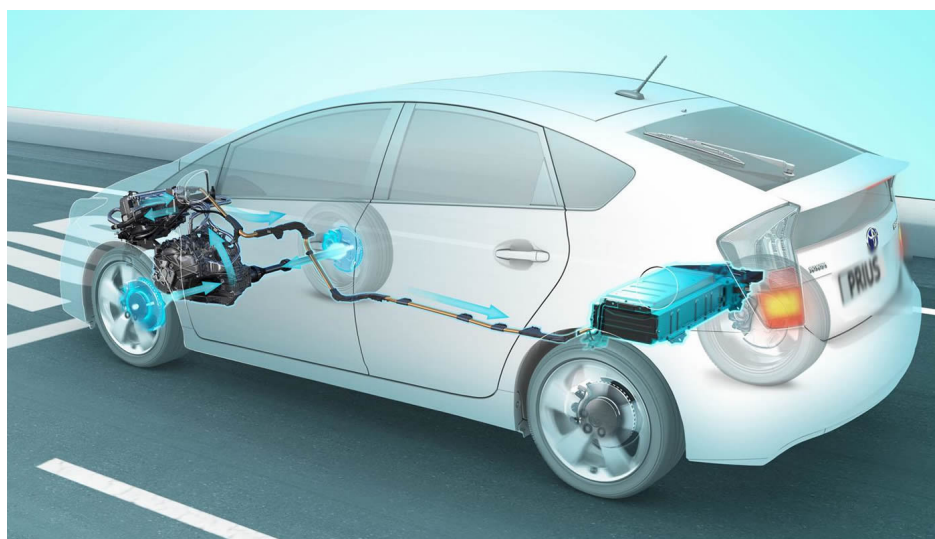
Lo importante de estos vehículos es que son capaces de entregar o a su vez distribuir la potencia generada desde sus convertidores (motores) en distintas formas, las cuales explicaremos a continuación.

La tracción por ejemplo puede ser entregada a las ruedas individualmente o en conjunto para brindar mayor potencia cuando esta sea requerida. Así mismo puede entregar la tracción el motor eléctrico, mientras el motor de combustión se encuentra encendido alimentándolo durante el proceso. Pueden trabajar ya sea el de combustión por sí solo o el eléctrico con la energía acumulada en las baterías por el tiempo que estas se lo permitan. También el generador eléctrico puede recibir energía mediante el uso del freno regenerativo con lo cual puede recargar las baterías sin necesidad de la ayuda del motor de combustión como única fuente para su recarga (Roa, 2011).

Estas razones son las que le permiten a este tipo de vehículos ser versátiles y que se puedan usar de una forma más flexible, permitiéndoles a ambos sistemas operar en un rango de eficiencia mayor a los vehículos convencionales. De esta forma, al lograr esta alternancia de potencia hacia las ruedas entre los sistemas hace que se necesite un control para poder lograr que todo el conjunto de transmisión funcione como se espera y poder obtener el verdadero provecho a esta combinación.

### Figura 3

*Funcionamiento de un Vehículo Híbrido*



Nota: Funcionamiento de un Vehículo Híbrido. Adaptado de: Nitro.pe  
(<https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/funcionamiento-de-un-vehiculo-hibrido.html>)

A pesar de que existen aún grandes problemas que afectan a los híbridos y los eléctricos respecto a la barrera con la autonomía por la capacidad de carga de las baterías, esto no ha sido un impedimento para el avance de estos. Mediante la mejora continua de baterías, capacidad de carga y el número de recargas útiles que han ido evolucionando en estos últimos años hacen que los sistemas de control y sus componentes que se añaden hoy en día hayan superado la desventaja de elevar significativamente el costo de estos vehículos gracias al desarrollo tecnológico de las baterías que se han alcanzado últimamente. Haciendo de estos vehículos más atractivos para el consumidor (Roa, 2011).

#### ***2.1.4. Ventajas y Desventajas de los Vehículos Híbridos***

Como se mencionó anteriormente, estos vehículos nacen de la necesidad de buscar nuevas alternativas para reducir la contaminación que se genera al medio ambiente por los motores de combustión interna. Es por esto por lo que estos vehículos cuentan con una serie de ventajas en comparación a los convencionales, la cual se detallara a continuación.

Estos vehículos son capaces de duplicar la eficiencia del motor ya que trata de aprovechar la mayor cantidad de energía provocada por las pérdidas de potencia para convertirlas en electricidad y recargar las baterías del sistema eléctrico. El cual lo hace acompañado del sistema de frenado regenerativo que logra recuperar toda la energía que en un vehículo convencional se pierde durante la desaceleración que se genera en cada momento de la conducción (Martinez, 2014).

La potencia que genera el motor en su mayoría es promedio y constante, con lo cual se busca que trabaje en un punto óptimo o lo más cercano a este permitiendo que la eficiencia incremente notoriamente lo cual permite aligerar el peso y volumen del motor de combustión, y

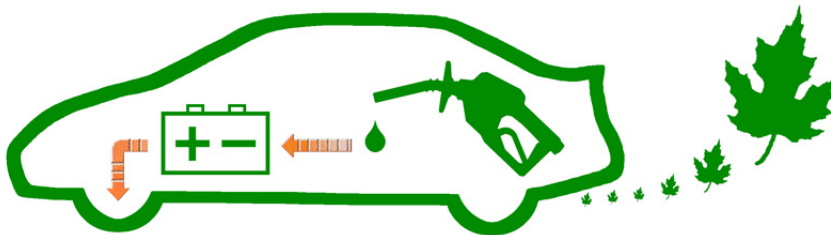
los picos de potencia necesarios por lo general son generados por la fuente alternativa que en este caso es el motor eléctrico dependiendo de la configuración aplicada al vehículo.

Debido al funcionamiento y sus características, el motor de combustión interna puede trabajar únicamente cuando se requiera de él, haciendo que se encuentre apagado en momentos innecesarios que resultan fundamentales al momento de encontrarse en zonas de tráfico donde se logra reducir en gran cantidad el consumo de combustible (Martinez, 2014).

La alimentación de combustible se la realiza mediante inyección directa, lo cual permite incrementar la eficiencia del combustible y esto se ve reflejado en la reducción de gases contaminantes que se generan hacia el medio ambiente. Logrando en estos una autonomía promedio de 80/90 km por galón de combustible que comparado con un motor de combustión interna de la misma cilindrada logra hacer unos 45/50 km por galón.

#### **Figura 4**

*Baja Contaminación Ambiental*



Nota: Los Autos Híbridos si son el Futuro. Adaptado de: Paréntesis. ([https://parentesis.com/noticias/informacion/Como\\_comprar\\_en\\_el\\_Sociofest\\_Online\\_de\\_Sams\\_Club](https://parentesis.com/noticias/informacion/Como_comprar_en_el_Sociofest_Online_de_Sams_Club))

Así mismo existen desventajas en este tipo de vehículos, lo cual para muchas personas son mayores a las ventajas y no los satisface por completo para inclinarse por esta tecnología las cuales son:

Un incremento en el peso del vehículo comparado a un automóvil de combustión interna debido a todos los componentes que se necesitan para el funcionamiento del sistema eléctrico, como baterías, inversor, motor eléctrico, etc. Lo cual hace que se necesite más energía para poder desplazarlo.

Debido a la tecnología y el aumento de componentes hace que su mantenimiento y revisiones sean más costosas debido a su complejidad y el costo de los componentes al momento de necesitar un reemplazo respecto al sistema eléctrico junto con el miedo que aún existe de manipular estos vehículos por el riesgo a la alta tensión con la que trabajan.

El deterioro de las baterías que se vuelve un problema no solo económico sino también ambiental ya que estas, aunque con el pasar del tiempo se han hecho más exequibles para el consumidor, sigue siendo significativo su precio al momento de necesitar un reemplazo una vez haya cumplido su ciclo de trabajo.

De la misma manera, el almacenamiento de estas ya que son altamente tóxicas y no reutilizables se convierte en un problema que afecta al planeta principalmente (Compramos tu coche, 2018).

A pesar de ser vehículos amigables con el medio ambiente aun emiten gases contaminantes por medio del motor de combustión contrario a un vehículo eléctrico o con pila de hidrógeno y estos, así como los automóviles convencionales en algún momento tendrán que ser discontinuados por las leyes medioambientales que buscan eliminar los vehículos a gasolina y diésel en un determinado tiempo.

### ***2.1.5. Configuraciones de Vehículos Híbridos***

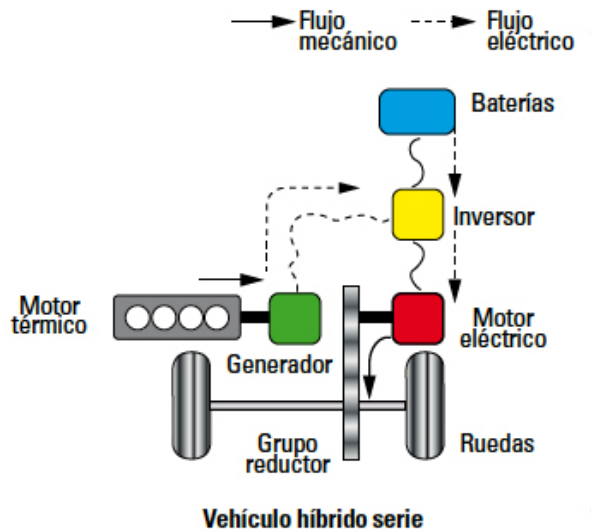
En un vehículo híbrido siempre se dispone de un motor de combustión interna que puede o no impulsar las ruedas y a su vez alimentar una batería para que esta pueda impulsar el motor eléctrico, el mismo que puede actuar como un generador recargando la batería (Waliño Ullan, 2020).

Estos se clasifican en cuatro grupos, los cuales son: en serie, en paralelo, serie-paralelo y enchufables. Existen a la vez diferentes subdivisiones según la posición en la cual se pueda encontrar el motor de combustión y el motor eléctrico, esto debido al tipo de vehículo en el cual se emplee el sistema y la forma de buscar hacer del mismo más eficiente y eficaz durante su operación, pero estos no serán tomados en cuenta ya que el funcionamiento sería el mismo a los mencionados a continuación.

- **Híbrido en serie (S-HEV):** esta es una de las primeras configuraciones en utilizarse para estos vehículos, consiste en que el motor de combustión está conectado a un generador eléctrico el cual acumula la energía en las baterías y es el combustible para el motor eléctrico quien se encarga del funcionamiento del vehículo en todo momento. Haciendo que el motor de combustión trabaje de forma constante a un cierto régimen que permita mantener las baterías listas para entregar energía al motor eléctrico. Logrando operar con una alta eficiencia ya que no existe los cambios de ritmos que hace el motor de combustión, haciendo de este el vehículo urbano ideal para las grandes ciudades, pero no para conducción interurbana ya que, por la poca potencia generada por el motor eléctrico, es por esto por lo que se utiliza más en buses urbanos y vehículos pequeños (Waliño Ullan, 2020).

Figura 5

Configuración S-HEV



Nota: ABC de los Vehículos Híbridos/Tipos de Híbridos. Adaptado de: Auto Crash.

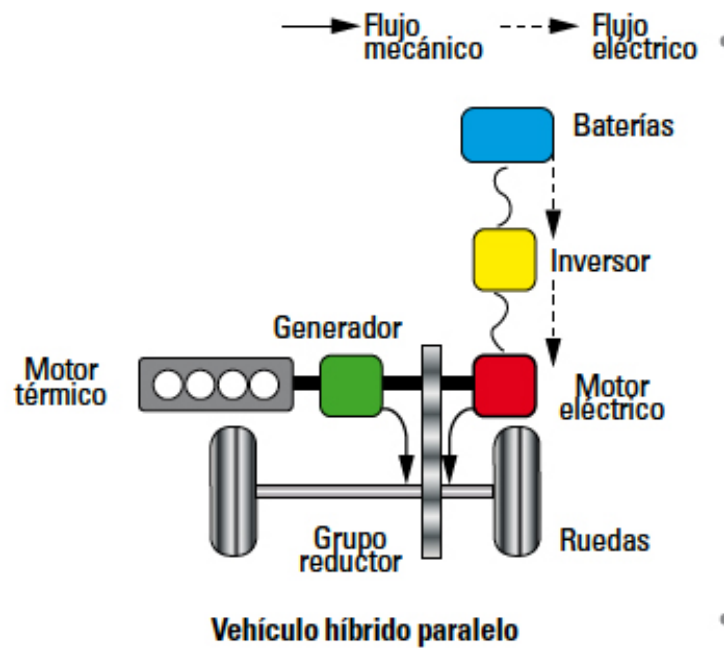
(<https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>)

- Híbrido en paralelo (P-HEV): es la más usada en la actualidad y en esta el motor de combustión como el motor eléctrico están conectados al tren de potencia lo cual les permite trabajar uno a la vez o ambos si es necesario. Aunque su desventaja esta presente con la complejidad del mecanismo de acople entre los dos motores que se encuentra ubicada en la caja de cambios y su eficiencia es menor comparados a los vehículos en serie ya que el motor de combustión trabaja a diferentes regímenes según se necesite mas energía. Manteniendo una transmisión independiente el uno del otro, el cual puede mantener una configuración donde el motor eléctrico reemplaza el alternador y generador o en la que ambos se encuentren antes de la transmisión que impulsan el tren de potencia (Waliño Ullan, 2020).



**Figura 6**

*Configuración P-HEV*

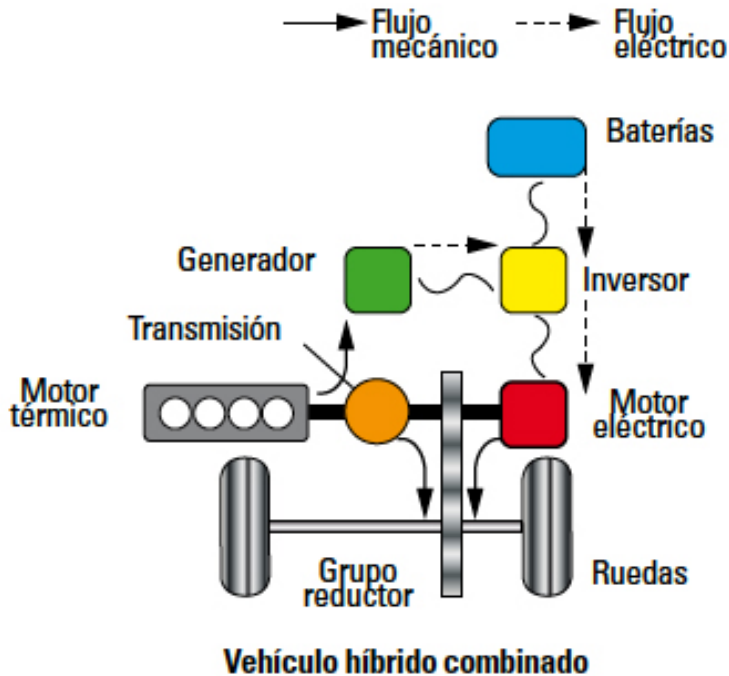


Nota: ABC de los Vehículos Híbridos/Tipos de Híbridos. Adaptado de: Auto Crash. (<https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>)

- Híbrido serie-paralelo (SP-HEV): esta configuración fusiona las dos antes mencionadas buscando potenciar las ventajas de cada uno para lograr un mejor rendimiento y lo logran reduciendo el tamaño de las baterías, así como en los P-HEV y del motor de combustión de la misma forma que los S-HEV. Aunque en estos es necesario utilizar dos motores eléctricos y una serie de divisores de potencia en la transmisión, hace que su complejidad requiera de un sistema de control mucho más sofisticado lo cual hace que se encuentren estos sistemas en vehículos de alta gama y no en vehículos comerciales que optan por una configuración en paralelo (Waliño Ullan, 2020).

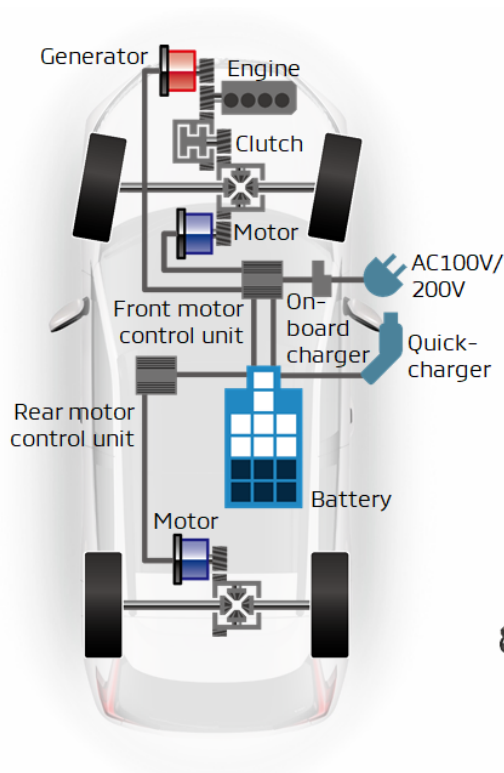
Figura 7

Configuración SP-HEV



Nota: ABC de los Vehículos Híbridos/Tipos de Híbridos. Adaptado de: Auto Crash. (<https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>)

- Híbrido enchufable o Plug-in Hybrid (PHEV): la diferencia como su nombre lo indica se encuentra en que estos cuentan con un puerto de carga exterior para la batería, como si fuese un vehículo eléctrico. Estos logran obtener autonomías superiores en el modo eléctrico lo cual es muy útil en la conducción diaria de ciudad. Aunque estos presentan desventajas importantes como el peso por el tamaño de las baterías, lo cual hace que el vehículo sea más costoso y también son los que mayor riesgo a electrificación tienen por su configuración. Pese a esto, es de los más utilizados por su simplicidad pese a su eficiencia en el manejo de la energía (Waliño Ullan, 2020).

**Figura 8***Configuración PHEV*

Nota: PHEV System. Adaptado de: Mitsubishi Motors. (<https://www.mitsubishi-motors.com/en/innovation/technology/EVNewValue/phev/index.html?intcid2=innovation-technology-EVNewValue>)

### **2.1.6. Modos de Manejo de los Vehículos Híbridos**

Al igual que muchos vehículos de combustión interna de hoy en día, estos vehículos cuentan con diferentes modos de manejo, lo cual permite obtener diferentes estilos dependiendo de cuál sea el deseado por el conductor en dicho momento. Es por esto por lo que podemos encontrar dependiendo del fabricante diferentes modos los cuales brindan desde una mejor autonomía y ahorro de combustible, hasta una entrega de toda su potencia y torque en momentos de estos ser necesitados para adelantamientos, entre otros. A continuación, detallaremos cómo funcionan cada uno de ellos (Motorpasión, 2020).

- Modo normal. – este es el más equilibrado y el que siempre viene por defecto de fábrica, este trata de buscar la combinación más eficiente según las condiciones a la cual se lo exige tratando de obtener un ahorro de energía al máximo, utilizando ya sea el motor de combustión o el eléctrico dependiendo del objetivo del conductor.
- Modo EV. – en este el motor eléctrico funciona únicamente durante todo el trayecto, con la energía que se encuentra almacenada en las baterías a lo largo del recorrido que ha tenido, haciendo de este modo perfecto para ciudades donde no se necesitan velocidades excesivas y el alto tráfico muchas veces causa congestiones en las cuales este modo logra un importante ahorro de combustible y emisiones que se generan al medio ambiente.
- Modo Eco. – es un modo en el cual se prioriza al motor eléctrico antes del de combustión, haciendo uso de este únicamente cuando más se necesita ya sea para recargar las baterías o requerir potencia extra. Haciéndolo más progresivo y gradual permitiendo al vehículo interpretar las órdenes del conductor y darle una cierta autonomía incluso en carretera de la mano con el control crucero activado.
- Modo Sport. – el modo en el cual toda la potencia es entregada y ambos motores trabajan en conjunto para lograr obtener la potencia y torque máximo que se caracterizan los motores eléctricos en entregar. Haciendo de una conducción más deportiva y eficaz al momento de realizar adelantamientos o requerir potencia simplemente. Aunque en este modo la economía de combustible ya no se vuelve una prioridad y sus valores en muchos casos son iguales a los vehículos convencionales (Motorpasión, 2020).

**Figura 9**

*Modos de Manejo de un Híbrido*



Nota: Modos de Manejo de un Vehículo Híbrido. Adaptado de: Motorpasión.

(<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-elegir-modos-conduccion-hibrido-electrico-para-optimizar-su-comportamiento>)

### **2.1.7. Baterías y su Impacto**

Estas se pueden considerar como el componente más importante dentro de un vehículo híbrido o eléctrico, y sobre estas recae una de las principales desventajas de estos vehículos que es la autonomía, costo, seguridad y peso extra en comparación con los vehículos convencionales (Waliño Ullan, 2020).

Las baterías en los vehículos híbridos se denominan de alta tensión, ya que estas proveen un voltaje que por lo general ronda entre los 200 y 340 voltios dependiendo del vehículo y como este esté dispuesto para el mismo, con el pasar de los años estas han ido evolucionando con el desarrollo tecnológico ya que han sido las causantes de la baja autonomía que presentaban los

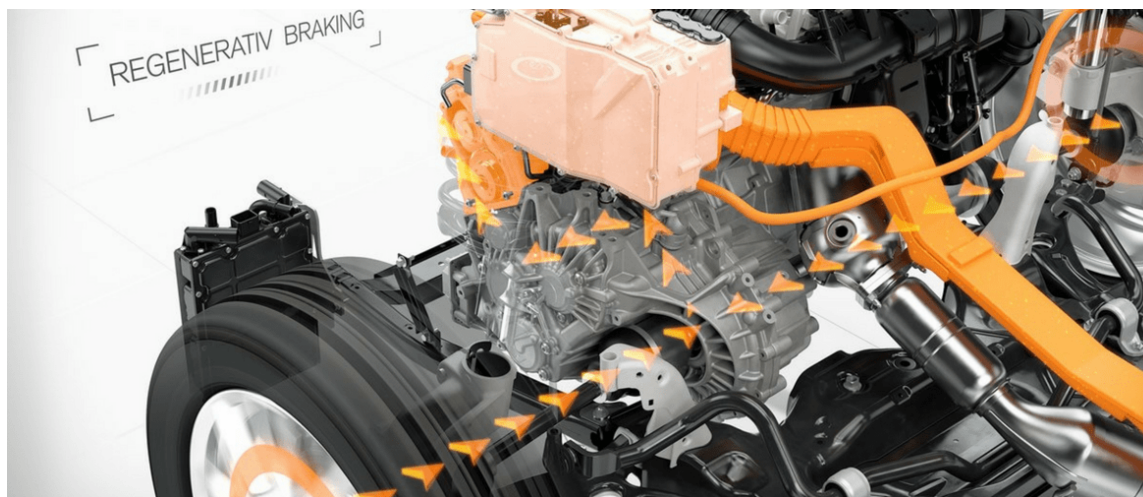
vehículos eléctricos hace varios años, junto con el peso de estas según el tamaño de estas (Araujo Asang, 2015).

Hoy en día los fabricantes utilizan baterías de ion de litio (Li-ion) las cuales pueden ser de polímero o alcalinas las cuales pese a su desempeño aún sigue siendo un limitante en la autonomía, así mismo existen otros problemas como los cuidados en los ciclos de carga y descarga, la seguridad, temperatura, vida útil, costo de adquisición e impacto medioambiental, junto con las baterías a base de fosfato de ferro, con sus siglas en ingles (LFP) que debido a su alto costo se ven mayormente implementadas en marcas de alta gama tales como Tesla y Polestar que son los destinados a ser unos de los automóviles del futuro que han potenciado su desarrollo (Lima, 2021)

#### ***2.1.8. Freno Regenerativo***

Es un sistema que permite aprovechar la energía cinética que genera el automóvil en la desaceleración, permitiendo que sea aprovechada para ser almacenada en la batería de alta tensión y lo logra mediante el motor eléctrico que cumple la función de un dinamo que, al trabajar en conjunto con las diferentes computadoras del vehículo, permite que pueda trabajar como un generador y recuperar esta energía. Pero es importante recalcar que estos no reemplazan a los frenos convencionales sino los complementan (Jaramillo Cabrera, 2018).

Esta energía generada se utiliza por lo general para poder iniciar el arranque del motor eléctrico y para reducir la cantidad de corriente que necesita la batería durante los procesos en los ciclos de carga y descarga que lo hace mediante el motor de combustión y con estos se puede llegar a cargar en su totalidad si las condiciones de manejo son favorables para poder hacerlo. Este sistema puede recuperar hasta un 65% de la energía, lo cual le permite al sistema mejorar su autonomía y lograr que estos vehículos generen un impacto con relación a los convencionales y es parte de la gran eficiencia en el aprovechamiento de la energía (Waliño Ullan, 2020).

**Figura 10***Funcionamiento del Freno Regenerativo*

Nota: ¿Cómo funciona el freno regenerativo en los vehículos híbridos y eléctricos? Adaptado de:

Llave 13. (<https://iberisasl.com/blog/como-funciona-el-freno-regenerativo/>)

### **2.1.9. Consumo de Combustible**

El funcionamiento del motor del automóvil híbrido es similar al de vehículos convencionales, se ha asumido que estos pueden reducir el consumo de combustible utilizado y las emisiones generadas, sin embargo, utiliza un motor eléctrico para asistir durante eventos de aceleración y conducción a velocidades moderadas. Además, cuando el vehículo está en alto total el motor de combustión deja de quemar combustible y el funcionamiento se basa solamente en la energía generada por el motor eléctrico reduciendo el CO<sub>2</sub> (Waliño Ullan, 2020).

El rendimiento de combustible en los automóviles se ve afectado por diversos factores, entre ellos el uso en ciudad o carretera. Debido a la conducción agresiva o el tráfico presentado esta es mayor en ciudad que en carretera. Dependiendo del modelo y tipo de tecnología del vehículo, este incremento puede ser aún más notable y el primer aspecto es el rendimiento de combustible. La eficiencia en el uso de combustible para vehículos convencionales es de entre 30 y 40%. Por tanto, el uso de vehículos híbridos que apagan el motor de combustión interna al estar

en alto total tiende a mejorar el uso de energía, teniendo así un aumento en el rendimiento de 10 a 20% mas (Menchaca & Mendoza, 2013)

El rendimiento también se ve afectado por el uso del aire acondicionado del vehículo (A/C), el cual requiere de un mayor consumo de combustible por la carga que genera sobre el motor de combustión interna. En vehículos híbridos se ha observado una disminución en el rendimiento al usar el A/C en el Honda Insight y Toyota Prius ya que estos son manejados mediante electricidad y no necesitan estar conectados al motor de combustión interna. El estilo de manejo del conductor del vehículo es otro de los factores que afectan al rendimiento, sin mencionar los factores naturales que siempre están presentes como la temperatura ambiental, densidad del aire, humedad (Vergara & Estrella, 2015).

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Los Combustibles**

Según (BBVA, 2021), los combustibles fósiles son la fuente de energía que se da de la descomposición de la materia orgánica de animales, plantas y microorganismos que tardan millones de años en producirse.

Esta energía es una de las clasificadas como no renovables y es de las más usadas a nivel mundial principalmente en forma de gas natural y petróleo que es con el cual se producen los combustibles para la automoción, además de cosméticos, pinturas, plásticos y muchos objetos de uso cotidiano.

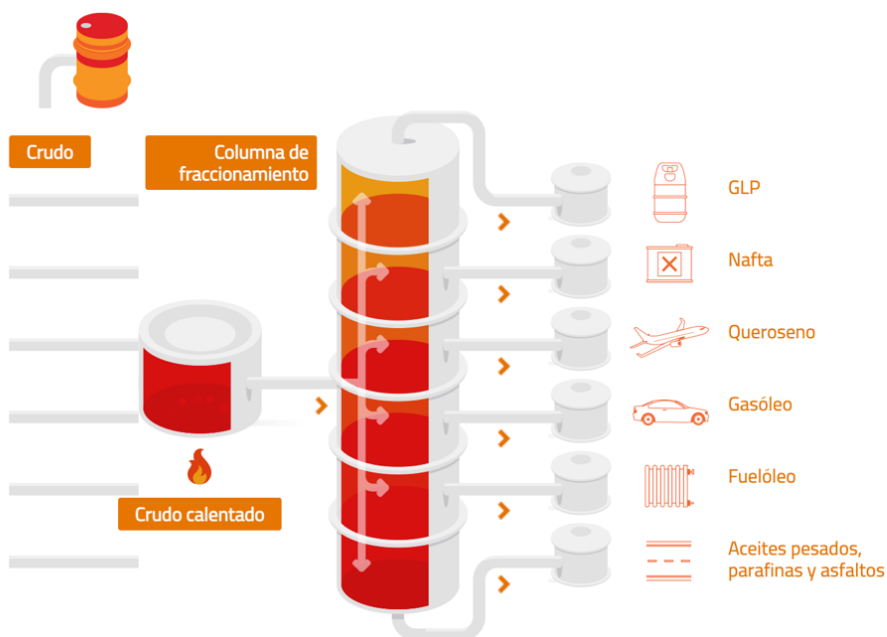
El petróleo se procesa en refinería, mediante procesos físicos y químicos que transforman el crudo en productos de mayor calidad. Mediante temperaturas muy elevadas los componentes más ligeros se van elevando en la columna como los gases, y en la parte baja los más pesados



como los lubricantes y es aquí donde se obtiene la gasolina y diésel que son los combustibles que utilizamos en nuestros vehículos diariamente (Repsol, 2021).

**Figura 11**

*Proceso de Refinación del Petróleo*



Nota: Proceso de Refino del Petróleo. Adaptado de: Repsol.  
(<https://www.repsol.com/es/conocenos/que-hacemos/refino/index.cshtml>)

### 2.2.2. Combustibles en Ecuador

Desde octubre del 2019 el gobierno anuncio que se eliminaran los subsidios a la gasolina y diésel mediante un decreto en el cual se liberaban los precios de los combustibles los cuales serían determinados por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburifero en base a los costos de esta (El Comercio, 2019).

En el país se comercializan tres tipos de gasolinas las cuales son Extra de 85 octanos, EcoPaís de 85 octanos y Súper de 92 octanos, así mismo existen dos tipos de diésel, Premium y

Diesel 2 o también conocido como Diesel Agrícola, los cuales superan las 500 partículas por millón (ppm) de azufre en el combustible.

En Latinoamérica se sigue considerando que nuestro país es uno de los que tienen el combustible más barato de la región, pero a pesar de esto, la calidad de este se encuentra dentro de los estándares más bajos de la región, cumpliendo con la norma euro 2, es por esto por lo que hasta hace unos años aún se seguían produciendo y comercializando vehículos con motorizaciones y tecnología de hace 20 años, como las Mazda BT-50 con motor 2200 y 2600 o los Chevrolet Aveo y Grand Vitara.

Según Petroecuador, en el país se comercializan gasolinas de 85 y 92 octanos, y un diésel con 200 ppm. Y se busca lograr alcanzar la norma euro 5, en la cual no deben de superar las 10 ppm. Lo cual equivale a que se genere una mayor contaminación al medio ambiente, con los cuales se pueden provocar problemas respiratorios en las personas (El Comercio, 2020).

### ***2.2.3. El Consumo y las Emisiones de los Vehículos Híbridos.***

Intuitivamente se asume que estos vehículos reducen el combustible utilizado y las emisiones generadas por el vehículo en comparación a su homónimo convencional con un motor de combustión, como ya se ha mencionado en apartados anteriores. Sin embargo, es necesario argumentar las ventajas y posibles inconvenientes de los vehículos híbridos en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y consumo energético para justificar su uso. Típicamente, cuando se comparan las diferentes motorizaciones de un determinado modelo, el vehículo híbrido reduce emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo respecto al convencional (Waliño Ullan, 2020).

Por ejemplo, en la siguiente tabla se muestran tres motorizaciones distintas del Toyota Auris del 2016.

**Figura 12***Características de Motorización Toyota Auris*

	<b>Auris 120T Active</b>	<b>Auris 115D Active</b>	<b>Auris Hybrid Active</b>
Potencia máxima	115 CV a 5.200 rpm	110 CV a 4.000 rpm	136 CV
Par máximo	185 Nm a 1.500 rpm	270 Nm a 1.750 rpm	-
Velocidad máxima	200 km/h	195 km/h	180 km/h
0-100 km/h	10,1 l/100 km	10,5 s	10,9 s
Consumo medio	5,4 l/100 km	4,3 l/100 km	3,9 l/100 km
Emisiones CO2	125 g/km	110 g/km	91 g/km
Precio	16.250 €	19.250 €	19.250 €

Nota: Características de Motorización Toyota Auris. Adaptado de UPCommons. (<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329690/tfm-wali-o-pablo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Como se observa, la motorización híbrida es la que consigue menores consumos y emisiones. Se puede afirmar que sucede de manera similar en otros fabricantes y modelos. Sin embargo, los consumos y emisiones homologados por el nuevo ciclo de conducción europea con sus siglas en inglés NEDC, como es el caso, no se corresponden con la realidad. Por tanto, surge la pregunta sobre si los HEVs realmente consiguen reducir el consumo y emisiones en conducción real (Waliño Ullan, 2020).

Antes de continuar, conviene recordar las razones básicas por las que un vehículo híbrido, con sus siglas en inglés HEV puede mejorar la eficiencia energética y emisiones generadas del vehículo. Una de ellas es la frenada regenerativa, en la que se recupera la energía cinética de las desaceleraciones del vehículo, en lugar de disiparla en forma de calor en los frenos. Dicha energía se almacena en las baterías a través del motor eléctrico, que actúa como generador. También puede

apagar el motor térmico cuando el vehículo se encuentra parado para ahorrar combustible, mediante el denominado sistema start-stop. En tráfico lento puede utilizar el motor eléctrico evitando utilizar el motor de combustión interna, ya que en estas condiciones transitorias es muy ineficiente (Waliño Ullan, 2020).

#### 2.2.4. Comparación del HEV Respecto a Otros Vehículos

Como se ha mencionado anteriormente, a priori los HEVs ahorran combustible respecto a sus homónimos con motor térmico y reducen la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>. Para afirmar tal cosa, es necesario respaldarlo con argumentos y literatura científica. Se realizó mediante Autonomie una comparación entre un HEV paralelo y un vehículo convencional en ciclos de conducción estándar y en ciclos reales de conducción. En las siguientes tablas se muestran los datos principales de la simulación y el modelo (Waliño Ullan, 2020).

**Figura 13**

*Comparación Vehículo Convencional y HEV Paralelo*

Explanation	Conventional vehicle	Parallel HEV
Engine type	Si	Si
ICE engine power, kW	110	110
Electric motor generator peak power, kW	–	50
Electric motor generator continuous power, kW	–	25
Transmission type	5 speed	5 speed
Final drive ratio	2.563	2.563
Total Vehicle mass, kg	1126	1161
Fuel heating value (kJ)	42,800	42,800
Fuel density (kg/m <sup>3</sup> )	0.742	0.742
Vehicle frontal area (m <sup>2</sup> )	2.25	2.25
Vehicle drag coefficient (C <sub>d</sub> )	0.3	0.3
Tire rolling resistance ( $\mu$ )	0.008	0.008

Nota: Comparación Vehículo Convencional y HEV Paralelo. Adaptado de ScienceDirect.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301539>)

Se utilizaron diferentes ciclos estandarizados y de conducción real para evaluar las emisiones y el consumo de combustible del vehículo híbrido versus el vehículo convencional. Para esto se utilizaron los ciclos de actividad en carretera y ciudad (UDDS, FTP y US06HWY). Sin embargo, para los ciclos de conducción real que representan la actividad del automóvil en la ciudad de Baqubah, se logro recolectando información y procesándola en una base de datos. Adicional se escogió de la misma base de datos un día exacto de la semana del cual se utilizo en martes (Tuesday). En resumen, Baqubah y Tuesday son ciclos que representan un ciclo real de conducción diaria en el estudio, los cuales pueden ser considerados como actividades extremas en la ciudad (Al-Samari, 2017).

#### Figura 14

##### *Parámetros del Ciclo de Manejo*

	Real-world		Standard		
	Baqubah	Tuesday	UDDS	FTP	US06HWY
Duration (Sec)	1052	6181	1369	2476	367
Distance (km)	6.3	43.8	11.99	17.8	9.9
Max velocity (km/h)	68	116	91.2	91.2	128.5
Average velocity (km/h)	21.6	25.5	31.5	25.8	97.3
Maximum acceleration (m/sec <sup>2</sup> )	3.3	3.8	1.6	1.6	3.1
Maximum deceleration (m/s <sup>2</sup> )	-4.1	-3.7	-1.6	-1.6	-2.8
Average acceleration (m/sec <sup>2</sup> )	0.23	0.22	0.20	0.15	0.15
Acceleration (%)	50.3	47.5	44.9	33.7	50.7
Average deceleration (m/sec <sup>2</sup> )	-0.23	-0.22	-0.20	-0.15	-0.15
Deceleration (%)	48.5	45.1	40.3	30.5	47.15
Idle time (%)	25.3	25.3	24.7	42.6	2.7
Cruise time (%)	0	2.6	1.1	1.2	80.7

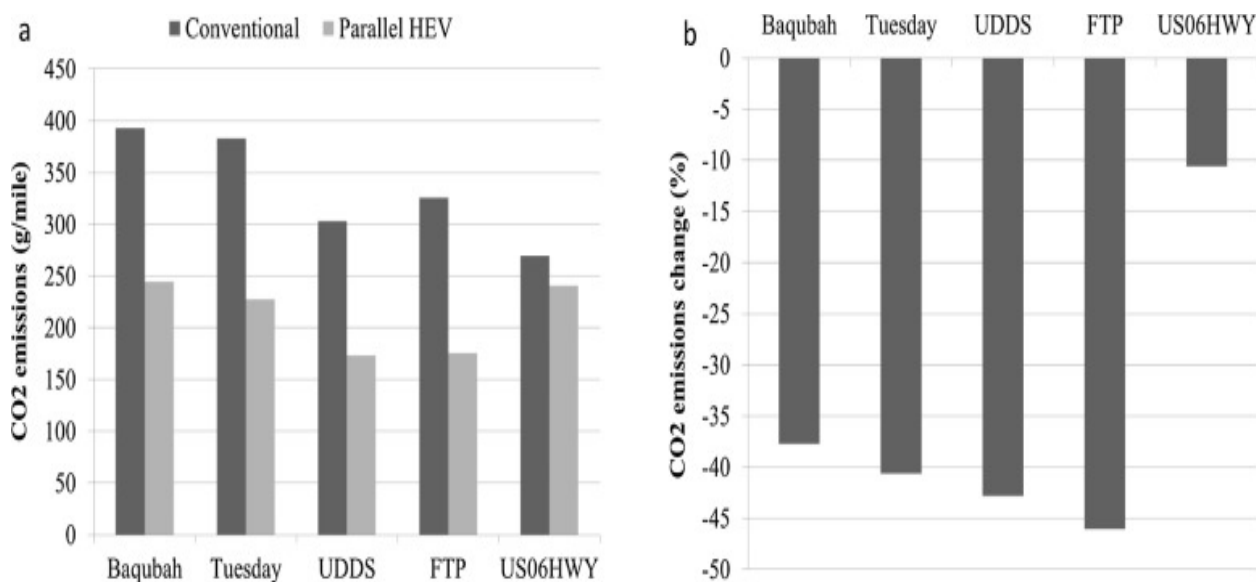
Nota: Parámetros Ciclo Manejo. Adaptado de ScienceDirect.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301539>)

El ahorro de combustible fue significativo, hasta un 68% en el ciclo real de conducción Tuesday, consistiendo dicho ciclo básicamente de conducción en ciudad. Este gran ahorro se debe al gran número de frenadas en las que el HEV aventaja al convencional, además de un 25,3% del tiempo en parado donde el HEV puede apagar el motor térmico. Sin embargo, el ahorro de combustible en autopista (ciclo US06HWY) es mucho más limitado, debido a la ausencia de estas dos situaciones. En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, previsiblemente también descendieron paralelamente al ahorro de combustible (Waliño Ullan, 2020).

**Figura 15**

*Ahorro de Combustible según el Tipo de Ensayo*



Nota: Ahorro de Combustible según Tipo Ensayo. Adaptado de ScienceDirect. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301539>)

Por último, la eficiencia del motor térmico también mejora al poder operar en puntos de mayor eficiencia gracias al apoyo del motor eléctrico en condiciones de demanda de potencia puntuales. Esta mejora es de hasta un 12% en el ciclo real Tuesday y un 30% en el ciclo de manejo federal, con sus siglas en inglés FTP. Con este estudio se puede concluir que el HEV consigue mejorar la eficiencia de consumo de combustible y por tanto reducir las emisiones de efecto

invernadero producidas por el motor térmico, ya que ambos aspectos están directamente relacionados (Waliño Ullan, 2020).

### ***2.2.5. Vehículos Híbridos en el Ecuador***

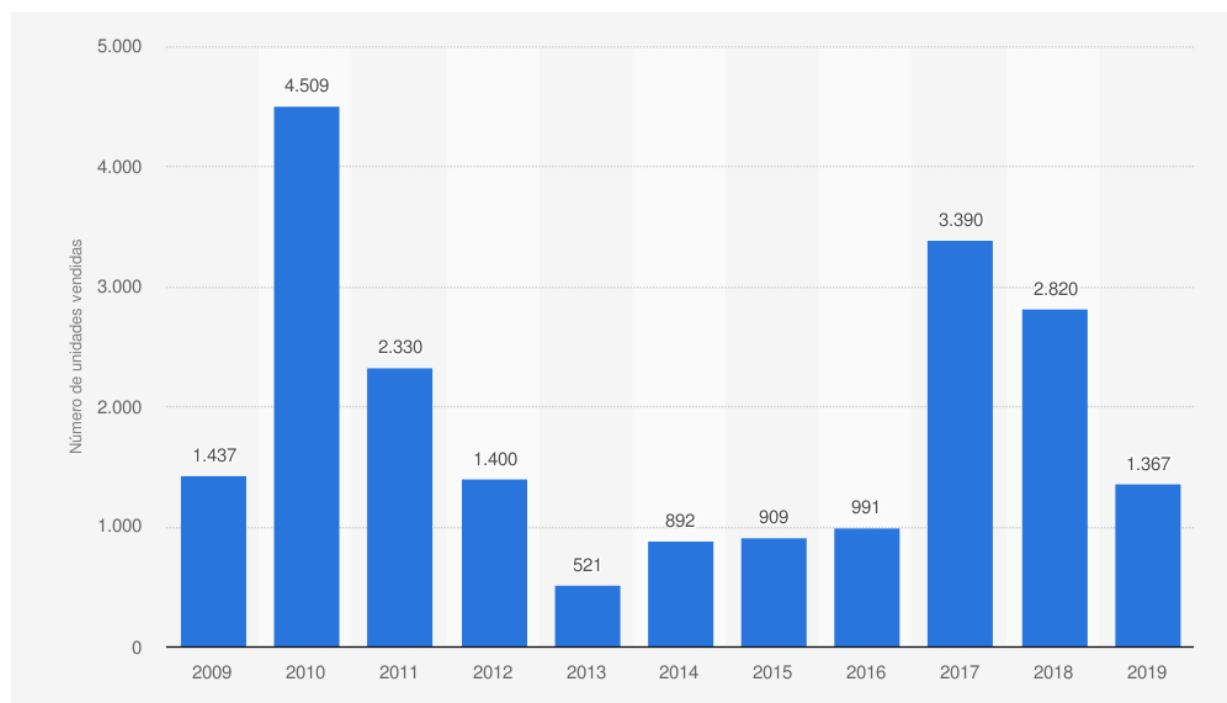
Los vehículos híbridos utilizan motores diferentes a los convencionales. Tienen un motor de combustión ciclo Atkinson y otro eléctrico que le permiten tener una propulsión eficiente y con mayor potencia. Estos vehículos presentan una mayor economía de combustible por la combinación de los dos motores.

Uno de los beneficios que presentaban este tipo de vehículos es que al país se importan con menos impuestos que los vehículos convencionales, con la finalidad de incentivar a las personas a adquirir este tipo de vehículos y ayuden al medio ambiente reduciendo la cantidad de emisiones. Es por lo que les da la oportunidad a las marcas a traer al país sus modelos con mejor equipamiento y compensar el precio, logrando ser competitivos con vehículos similares en su segmento y de esta forma introducir esta tecnología de punta y más limpia con el medio ambiente.

El mercado de estos vehículos alcanzó su punto máximo de ventas en el 2010 y el país llegó a ser un referente regional en temas de incentivos para la eficiencia energética vehicular. Y hoy en día, conseguir un vehículo híbrido resulta más difícil que antes, a pesar de lograr una autonomía en consumo de combustible del 70 km por galón, frente a un vehículo convencional del mismo segmento que se encuentra de 35 a 50 km por galón (Orozco, 2015).

**Figura 16**

*Vehículos Híbridos Vendidos a lo Largo de los Años en Ecuador*



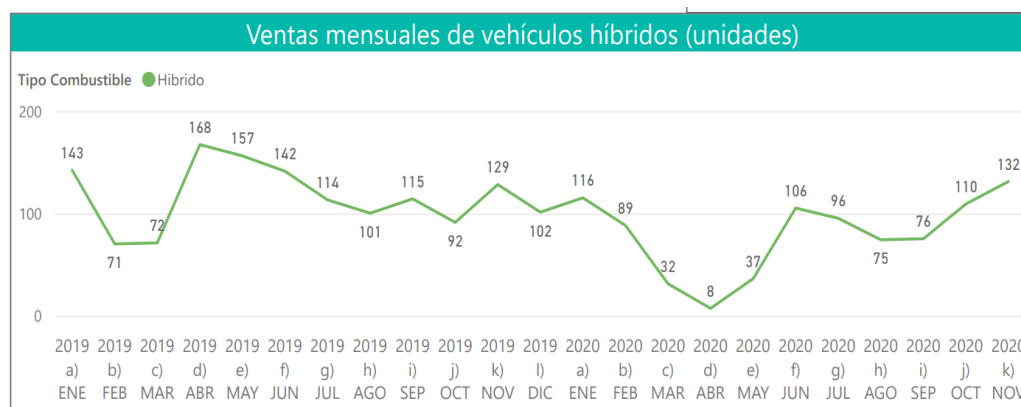
Nota: Volumen de Ventas de Vehículos Híbridos 2009 - 2019. Adaptado de Statista. (<https://es.statista.com/estadisticas/1134807/volumen-ventas-vehiculos-hibridos-ecuador/>)

A pesar de esto, como se logra observar a partir del 2017 las ventas mejoraron. Pero tuvieron un declive debido a la situación económica que atraviesa el país y la emergencia sanitaria que ha afectado a todo el sector automotriz, no obstante, en lo que fue el 2020 hasta el mes de noviembre se vendieron 801 unidades. Pero una vez mejore la economía del país se espera, gracias a las mejores prestaciones que están presentando estos vehículos, aumenten los números de ventas y empiecen a reflejarse en el mercado ocupando un porcentaje más alto en los próximos años junto con los vehículos eléctricos que se espera sean el futuro de la industria.



**Figura 17**

*Ventas Mensuales de Vehículos Híbridos en los Últimos Meses en Ecuador*



Nota: Ventas Mensuales de Vehículos Híbridos. Adaptado de AUTOPLUS – Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE). (<https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2021/01/Sector-en-Cifras-Resumen-2.pdf>)

### 2.2.6. *Hyundai Ioniq Hybrid*

Este vehículo de cinco puertas que utiliza un chasis para vehículos amigables con el medio ambiente está equipado con un motor 1,6 Litros GDi Híbrido que genera 141 CV de potencia combinada con el motor eléctrico y un torque de 247 Nm, es tracción delantera y va acoplado con una transmisión de doble embrague, con sus siglas en inglés DCT de 6 velocidades. Así mismo cuenta con un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes que trabaja con una tensión de entre 200 y 310 voltios en su inversor de corriente. Cuenta con una batería de polímero de ion de litio de 64 celdas de 3,75 v cableadas en serie y 4 módulos la cual tiene una capacidad de 6,5 (Ah) y 1,56 (kWh) y a un costado de esta se encuentra integrada la batería de 12 voltios que permiten mantener los sistemas auxiliares y de entretenimiento del vehículo funcionando con normalidad (Hyundai España, 2017).

**Figura 18***Hyundai Ioniq*

Nota: Hyundai Ioniq. Adaptado de: Diariomotor. (<https://www.diariomotor.com/coche/hyundai-ioniq/>)

A diferencia de otros híbridos, este tiene la peculiaridad de trabajar con el motor eléctrico el mayor tiempo posible incluso a altas velocidades (máximo 120 km), lo cual lo logra mediante sus configuraciones de fábrica y todas las computadoras a bordo con las que cuenta y hacen que según la cantidad de energía almacenada en la batería y bajo ciertos criterios, tales como el modo de conducción. Este pueda funcionar haciendo trabajar el motor de combustión únicamente cuando necesite recargar la batería de alto voltaje, haciendo que durante cierto tiempo en la conducción se mantenga apagado. Esto se puede apreciar de mejor manera manteniendo una conducción en modo normal o Eco y con velocidades constantes (modo crucero activado), donde el motor de combustión trabaja hasta alcanzar aproximadamente un 70% de carga en la batería, en ese momento se apaga con lo cual le permite al motor eléctrico seguir trabajando hasta llegar a una carga inferior al 50% donde lo vuelve activar para repetir el proceso.

Mientras que bajo las mismas circunstancias en el modo sport el motor si se mantiene encendido todo el tiempo a bajas revoluciones para mantener siempre energía en las baterías para

cuando se necesite de potencia utilizar la misma, en este modo el almacenamiento siempre será superior al 70% pero no mayor del 80.

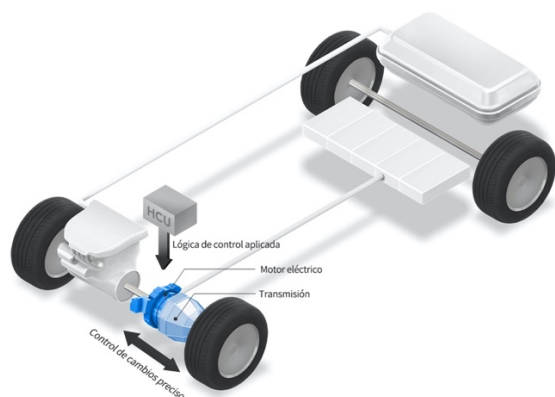
### 2.2.7. *Transmisiones Híbridas de Hyundai*

Los automóviles híbridos de Hyundai o utilizan el convertidor de par que es utilizado en las cajas automáticas, ya que estos utilizan una caja de doble embrague mejorando el ahorro de combustible y la pérdida de energía y la rapidez del mecanismo comparado a los convertidores que transmiten la potencia mediante el fluido que circula en su interior (Hyundai Motor Group Tech, 2020).

Mediante la tecnología de control de cambios activo (ASC, Active Shift Control) que utiliza la unidad de control híbrida (HCU, Hybrid Control Unit) se logra mejorar la respuesta entre cambios reduciendo el tiempo hasta un 30% entre cambios con lo cual se mejora la aceleración, ahorro de combustible y durabilidad de la transmisión con la minimización de fricción durante el cambio de marcha (Hyundai Motor Group Tech, 2020).

#### **Figura 19**

##### *Tecnología ASC Híbrida*



Nota: Funcionamiento Tecnología ASC Híbrida. Adaptado de: Hyundai Motor Group Tech.

(<https://tech.hyundaimotorgroup.com/es/electrification/hev-phev/>)

## Capítulo III

### 3. Consumo de Combustible en Carretera de un Vehículo Híbrido en Modo de Manejo Económico y Deportivo

#### 3.1. Método para Comprobar el Consumo de Combustible

##### 3.1.1. *Conceptos Preliminares*

Todos los puntos tratados anteriormente respecto a los vehículos híbridos, tipos, sus ventajas, consumo de combustible, modo de manejo y emisiones que se generan al medioambiente conllevan a realizar este estudio para determinar la diferencia del consumo que puede existir en estos vehículos utilizando sus modos de manejo bajo circunstancias favorables y constantes y que circulan dentro de un área determinada.

#### 3.2. Diseño Metodológico

En un principio se iniciará la investigación con la recopilación y análisis de lo referente a los vehículos híbridos y sus modos de manejo, seleccionando artículos científicos, revistas, libros, documentales y sitios web que cuenten con información relevante y certera.

Para poder realizar la comparación, en el presente trabajo se pretende utilizar la aplicación de una metodología y técnicas, con el propósito de poder copilar la mayor información referente al consumo de combustible en sus diferentes modos de manejo para poder dar a conocer los beneficios si es el caso que puede llegar a brindar esta investigación. En este trabajo se recurrirá a bibliografía especializada referente al tema de estudio.

#### 3.3. Ciclo Básico de la Investigación

El objetivo de la investigación es poder obtener información que nos permita comprender mejor la propuesta planteada en la misma, basándose en muestras pequeñas que permitirán conocer si en un futuro se profundiza más en el tema utilizando nuevas variables y enfocándose en puntos

más importantes referentes a estos vehículos. Para esto utilizaremos un proceso propuesto por Enrique Rus, el cual se presentará a continuación (Rus Arias, 2020).

**Figura 20**

*Diagrama del Ciclo de la Investigación*



Mediante este proceso podemos establecer nuestro estudio el cual nos permitirá crear los lineamientos para nuestra investigación y realizar con éxito este proyecto de titulación.

**Figura 21**

*Proceso del Ciclo de Investigación*



### 3.4. Vehículo utilizado para la Medición

Para nuestra investigación, como el tema lo indica. Estaremos utilizando un vehículo híbrido que cuente con modos de conducción normal o eco y deportivo (sport), el cual se ha

escogido por la disponibilidad de este, y por su peculiaridad como se menciona en el punto 2.2.6. en cuanto a su funcionamiento en altas velocidades.

Es por esto que estaremos utilizando un Hyundai Ioniq Hybrid año 2018 del cual se detallarán las características a continuación.

**Tabla 1**

*Características Técnicas del Ioniq Hybrid*

<b>Características vehículo</b>	
Combustible	Gasolina
Cilindrada	1580 cc
Potencia máxima combinada	141 CV
Par máximo combinado	265 Nm
Potencia máxima	105 CV/5700 rpm
Par motor máximo	147 Nm/4000 rpm
Numero de cilindros	4
Disposición de los cilindros	En lineal
Disposición del tren de potencia	Delantera
Material del bloque	Aluminio
Material de la culata	Aluminio
Relación de compresión	13:1
Tipo de distribución	Dos árboles de levas en la culata
Válvulas por cilindro	4
Alimentación	Inyección directa
Caja de cambios	Automática
Tipo de mando	Dos embragues monodisco en seco (DCT)
Número de velocidades	6
Consumo urbano	3,6 l/100 km
Consumo extraurbano	3,4 l/100 km
Consumo medio	3,4 l/100 km
Velocidad máxima	185 km/h
Aceleración de 0-100	10,8 s
Depósito de combustible	45 l
Potencia máxima motor eléctrico	44 CV/ 2500 rpm
Par máximo motor eléctrico	170 Nm/1798 rpm
Tensión nominal	240 V
Tipo de batería	Acumulador de polímero de litio
Capacidad	1,56 kWh
Peso	1445 kg

Nota: Especificaciones Técnicas Hyundai Ioniq Hybrid. Adaptado de: km77.

(<https://www.km77.com/coches/hyundai/ioniq/2016/estandar/klass/ioniq-2016/datos>)

### **3.5. Equipos de Medición**

Se utilizarán instrumentos que nos permitan recolectar la información necesaria para poder realizar el estudio de esta investigación.

Para esto es necesario que sean compatibles con el vehículo y sean adecuados para poder conocer la información referente al consumo de combustible, distancia recorrida, velocidad del vehículo, porcentaje de batería, temperatura exterior y mucha más información relativa y necesaria para poder llevar a cabo las pruebas y con esto obtener los datos requeridos. A continuación, se detallarán los instrumentos a utilizar.

#### **3.5.1. Tablero de Instrumentos**

Forma parte del vehículo, y en el podemos observar valores como velocidad, cantidad de combustible en el tanque, porcentaje de batería, junto con una pantalla multifunción en la cual se puede observar el consumo promedio de combustible, flujo de energía que se transmite, distancia recorrida, revoluciones por minuto, temperatura exterior, modo de manejo, y diferentes funciones más referentes a mantenimiento, multimedia, configuración del tablero, entre otros.

Este es importante ya que, junto con la información mencionada anteriormente, una vez finalizado el viaje y se apaga el vehículo, nos da un resumen de la distancia recorrida y consumo de combustible durante dicho trayecto, información que será útil para comparar y verificar el consumo de combustible que se ha utilizado junto con los datos obtenidos durante el trayecto que estos sean iguales a los recopilados por el receptor de datos.

Con esta información compararemos los datos necesarios que mencionaremos en el punto 3.9 que nos permitirán realizar nuestro estudio en conjunto con el dispositivo receptor de datos que será mencionado en el punto 3.5.3.

**Figura 22**

*Tablero de Instrumentos Ioniq Hybrid*



Nota: Tablero de Instrumentos Hyundai Ioniq Híbrido. Adaptado de: Auto Blog. (<https://autoblog.com.ar/2016/11/25/critica-hyundai-ioniq-hybrid-y-electric/>)

### **3.5.2. Scanner Automotriz**

Esta herramienta nos ayudara a obtener más información relacionada a la cantidad de carga que encuentra almacenada en la batería y temperatura del refrigerante del vehículo. Esta nos permitirá conocer mejor el funcionamiento en ruta del vehículo y complementar información que el receptor de datos no nos facilita.

El Autel Maxi AP200, es un dispositivo que interactúa de forma rápida y precisa con vehículos Hyundai y nos permite visualizar los datos necesarios que precisamos para la investigación, esta interfaz muy pequeña funciona mediante Bluetooth y se conecta al puerto de diagnóstico del vehículo OBD II. Los datos se transmiten a un dispositivo Android o iOS ya sea Smartphone o Tablet.



**Figura 23***Autel MaxiAP AP200*

Nota: Scanner Autel Maxi AP200. Adaptado de: Autel.  
 (<https://www.autel.com/es/mk1/3262.jhtml>)

### **3.5.3. Receptor de Datos**

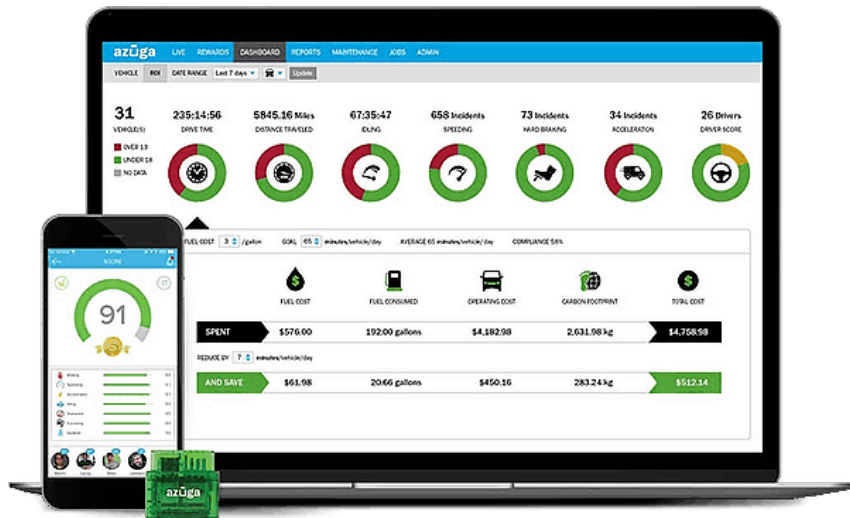
Es el dispositivo que nos permitirá conocer la cantidad de combustible que hemos utilizado durante cada trayecto recorrido, para esto utilizaremos el AZUGA FLEET, es un dispositivo que se conecta al puerto de diagnóstico del vehículo OBD II (figura 25), y recopila los datos en la nube, la misma que se puede visualizar desde una aplicación que es compatible con Android y iOS.

Este dispositivo cuenta con un GPS, el cual determina la ubicación exacta del vehículo, con lo cual se graba el trayecto recorrido y junto con la interacción de la computadora del vehículo se obtiene el consumo de combustible promedio de ruta, distancia recorrida, velocidad del vehículo, tiempo de recorrido, programas de mantenimiento, entre otros.

La información puede ser descargada en reportes según como lo desee el usuario y esta será enviada al correo en un documento de Excel, en el cual se visualizará toda la información antes mencionada.

**Figura 24**

*Azuga Fleet*



Nota: Dispositivo Azuga Fleet. Adaptado de: Azuga. (<https://www.azuga.com/fleet-tracking>)

**Figura 25**

*Azuga OBD II*



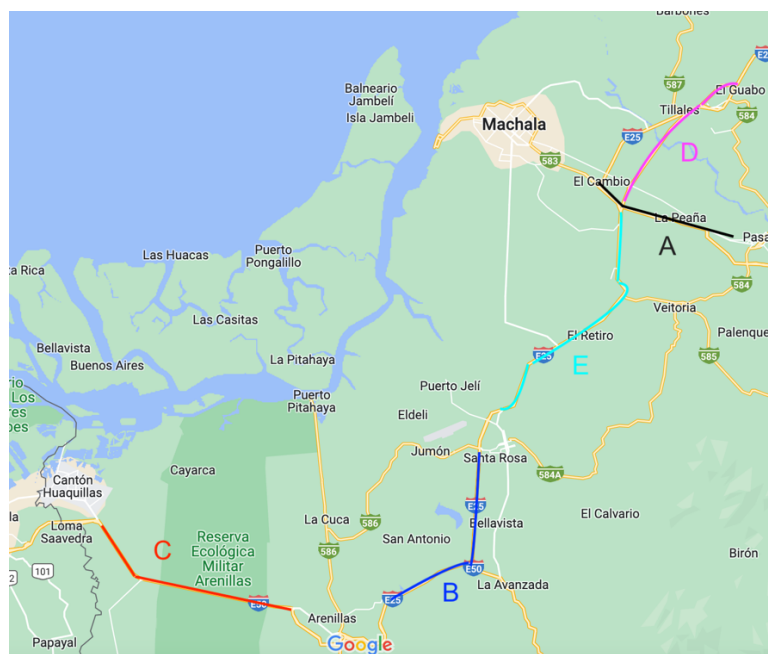
Nota: Interfaz Azuga OBD II. Adaptado de: Azuga. (<https://www.azuga.com/fleet-tracking>)

### 3.6. Ruta de Medición

Para este estudio es necesario tratar de tener las mejores condiciones para no depender de variables significativas como el tráfico principalmente, debido a que realizaremos pruebas a una velocidad constante de 100 km/h y necesitamos cumplir con factores técnicos como buen estado, elevación de la vía baja, amplitud de carriles y distancia, tengan una distancia de por lo menos 15 kilómetros para poder obtener datos mas acertados en cuanto a la distancia recorrida que no vayan a verse afectados por un trayecto corto es fundamental, por esto necesitamos escoger un trayecto que nos permita lograr estos objetivos, por lo cual localizar una vía que cuente con características optimas para realizar este tipo de prueba es un desafío.

**Figura 26**

*Posibles rutas de evaluación*



Nota: Posibles Rutas de Medición. Adaptado de: Google Maps.  
(<https://www.google.com.ec/maps/@-3.3675327,-80.0485441,11.11z?hl=es>)

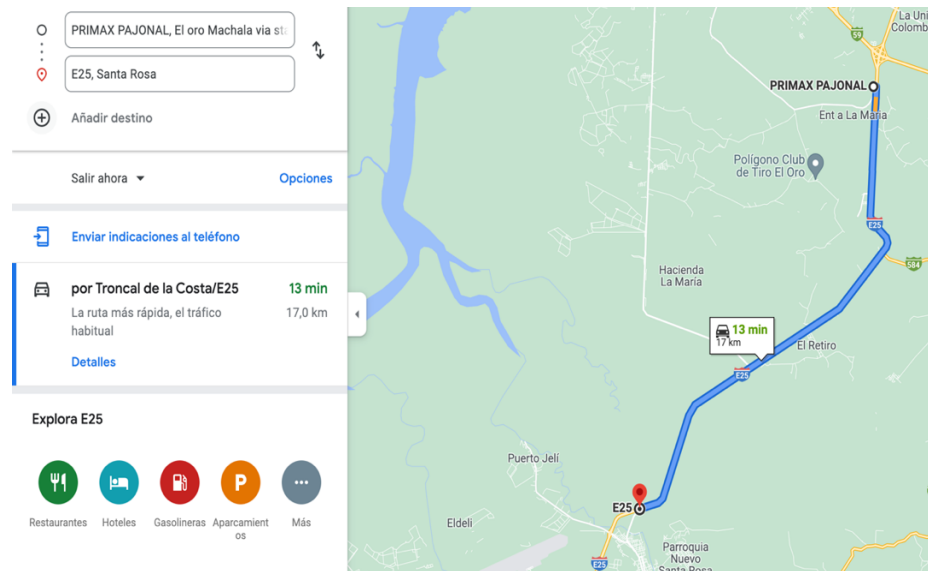
En la provincia de El Oro se encuentran diferentes autopistas de 4 y 6 carriles que podrían ser tomadas en cuenta para realizar el proyecto (figura 26). Tras recorrer diferentes puntos y

trayectos de vía que puedan cumplir estos requisitos, se descartan muchas opciones como la vía Pasaje - El cambio (A), por la distancia inferior a la deseada. El tramo Santa Rosa – Arenillas (B) y Arenillas – Huaquillas (C), por retenes policiales que cortan el objetivo principal del proyecto y el tramo El Cambio – El Guabo (D) por puentes con elevaciones pronunciadas que afectarían la velocidad y el consumo de combustible que buscamos analizar y el tramo Santa Rosa – El Cambio (E).

Es por esto que se ha escogido el tramo Santa Rosa – El Cambio que cuenta con los requerimientos necesarios para poder cumplir con el objetivo del proyecto. Este cuenta con un trayecto de 34 kilómetros ida y vuelta, una amplitud de 4 y 6 carriles de concreto en buen estado y elevación baja, que comprenderán de la siguiente ruta.

## Figura 27

### Ruta de Medición Seleccionada



Nota: Trayecto de Retorno. Adaptado de: Google Maps.

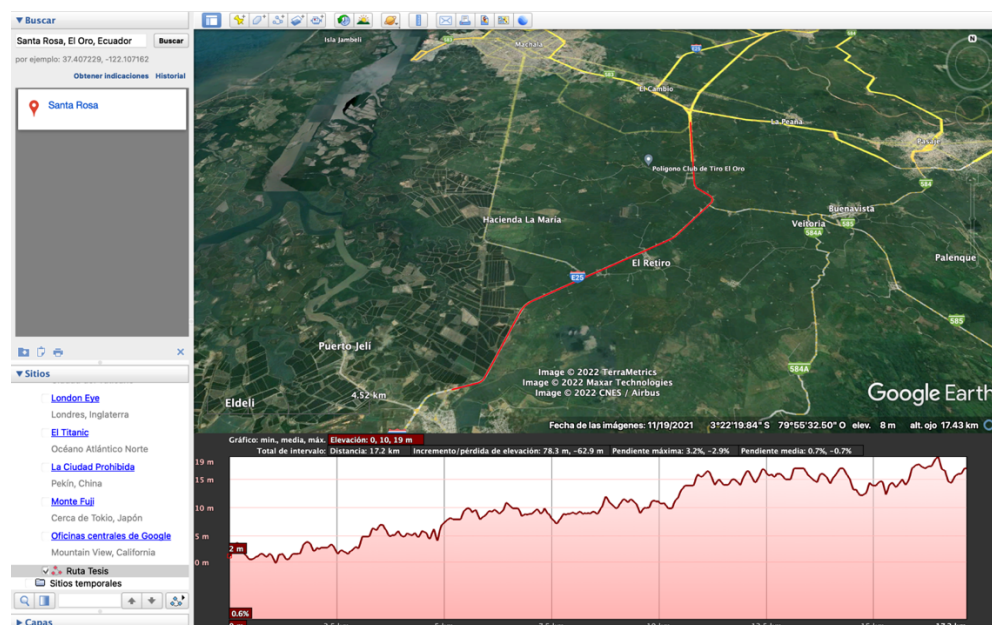
(<https://www.google.com.ec/maps/place/PRIMAX+PAJONAL/@-3.3130103,->

79.8961812,16.92z/data=!4m5!3m4!1s0x903313ed19141cdb:0xd13c9a1e27cb3e10!8m2!3d-3.315305!4d-79.892204?hl=es)

En el trayecto seleccionado mediante una vista realizada en Google Earth Pro, se puede conocer la elevación del terreno, en el cual la diferencia de altura es de 19 metros, y con esto un promedio de pendiente de un 0,7 %, con lo cual se considera de la vía relativamente plana en donde la variación de consumo no se vería afectada por la misma.

## Figura 28

### *Elevación del Trayecto de Prueba*



Nota: Elevación del Trayecto de Prueba. Adaptado de: Google Earth Pro-App

## 3.7. Pruebas Preliminares

En estas nos permiten probar los dispositivos e interactuar con los mismos, con la finalidad de comprender en su totalidad el manejo y recolectar información referencial con el fin de minimizar los errores en el transcurso de la investigación.

Con estas podemos establecer un protocolo de pruebas correcto para poder determinar información como:

- Hora adecuada para realizar el recorrido con el fin de encontrar la menor cantidad de tráfico posible durante el trayecto y que este afecte nuestra medición.
- Procedimientos para tomar en cuenta como establecer las cargas que estarán presentes durante el trayecto y forma adecuada de obtener los datos reiniciando los elementos a utilizar.
- Verificación antes de empezar la prueba a parámetros de funcionamiento del vehículo tales como, temperatura de funcionamiento, cantidad de combustible, presión de neumáticos, temperatura ambiente, peso presente en el vehículo.
- Comprobación al finalizar la prueba de la recolección adecuada de los datos para que sea válido lo realizado.

Con estos puntos en cuenta, se recopiló información necesaria referente al tráfico en la autopista, con lo cual se dedujo lo siguiente:

- El tráfico de lunes a viernes es considerable y podría llegar a verse comprometido en una baja probabilidad de no mantener la velocidad cruceo durante todo el trayecto de la prueba, mientras que a partir de las 21:00 horas aproximadamente la afluencia de tráfico es menor y nos permitirá realizar la prueba bajo las condiciones establecidas con cabalidad, por lo cual deberemos mantener las luces encendidas durante toda la prueba.
- Los fines de semana la afluencia de vehículos es alta, por lo cual las pruebas deberán de realizarse de lunes a viernes para obtener los resultados deseados para el estudio.
- Así mismo, es necesario utilizar un conector doble para el puerto de diagnóstico ya que ambos dispositivos deben de conectarse al puerto OBD II para poder obtener los datos necesarios.

### 3.7.1. *Parámetros de Conducción*

Para poder obtener los datos correctos para nuestro estudio debemos de considerar siempre los siguientes parámetros antes de realizar la prueba:

- La velocidad debe estar dentro de los límites permitidos, según lo estipulado en la ley. La cual será de 100 km/h y esta será utilizada mediante la velocidad crucero logrando así mantener un ritmo constante durante todo el trayecto.
- Realizar las pruebas utilizando a la ida el modo sport y al regreso el modo normal. Intercalando los trayectos diariamente para poder observar las diferencias en el estado de las baterías y consumo de combustible.
- Mantener las cargas tales como aire acondicionado y luces durante toda la prueba para evitar datos alterados.
- Comprobar mediante un checklist los parámetros necesarios para iniciar la prueba en cada trayecto, para poder obtener la mayor cantidad de información posible y correcta para la investigación.

#### **Tabla 2**

##### *Checklist para Prueba en Carretera Partida*

---

<b>Checklist para punto de partida</b>
Hora de inicio de la prueba
Temperatura de funcionamiento del motor (°C)
Cantidad de combustible (%)
Porcentaje de batería alto voltaje (%)
Kilometraje en odómetro del vehículo (km)
Correcto funcionamiento de los transmisores de datos
Verificar tablero de instrumentos sin alertas
Presión de neumáticos (psi)
Temperatura interior del vehículo (°C)
Temperatura exterior (°C)
Verificación de luces y A/C encendidos

---

**Tabla 3***Checklist Prueba en Carretera Llegada*

<b>Checklist para el punto de llegada</b>
Hora de finalización de la prueba
Cantidad de combustible consumido (l/100km)
Porcentaje de batería alto voltaje (%)
Temperatura exterior (°C)
Temperatura interior del vehículo (°C)
Temperatura de motor (°C)
Presión de neumáticos (psi)
Distancia recorrida según odómetro (km)
Verificación de datos obtenidos durante el trayecto

**Figura 29***Checklist Utilizado para Toma de Datos*

Datos de la prueba					
Fecha:		Tramo:		Tipo de Prueba:	
Variables Iniciales			Variables Finales		
Hora de Inicio		Hora de Legada			
Temperatura Interior (°C)		Tempertura Interior (°C)			
Temperatura Exterior (°C)		Temperatura Exterior (°C)			
Presión de Neumáticos (psi)		Presión de Neumáticos (psi)			
Kilometraje Inicial (km)		Kilometraje Final (km)			
Temperatura del Motor (°C)		Temperatura de Motor (°C)			
Porcentaje Batería Inicial (%)		Porcentaje Batería Final (%)			
Cantidad de Combustible (%)		Combustible Consumido			
Tablero Libre de Alertas		según Tablero Inst. y receptor			
Transmisión de Datos del Receptor		(l/100Km) y (km/l)			
Verificación de Cargas Adicionales		Verificación de Datos			

**3.8. Pruebas Definitivas**

Ya teniendo los parámetros adecuados para poder realizar las pruebas definitivas, debemos conocer el procedimiento a seguir para la toma de datos. Esta se dividirá en los dos modos de manejo en los cuales se basa la prueba.

**3.8.1. Pruebas Modo Eco**

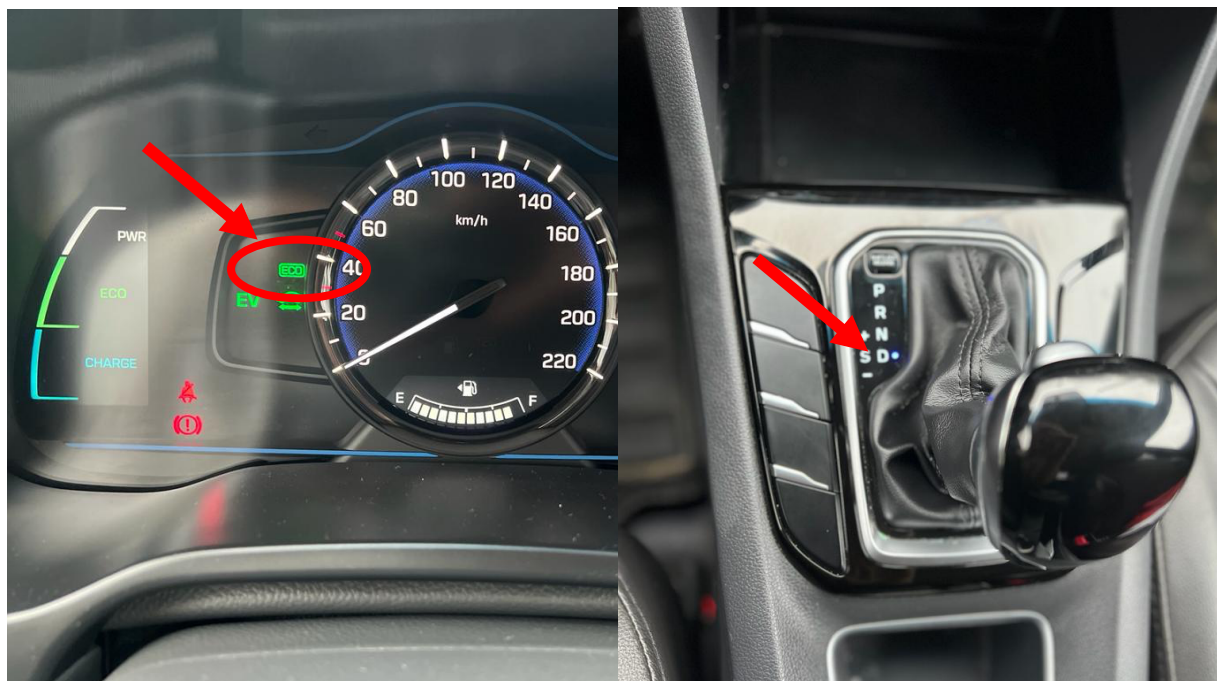
Para realizar esta prueba es importante tener un protocolo con el cual se mantenga una constancia de los datos obtenidos, con cual se tenga presente las siguientes condiciones:



Se realizarán 10 pruebas en total, las cuales se estima iniciar a partir de las 21:00. En días laborables, manteniendo una velocidad constante mediante el modo crucero de 100 km/h.

### Figura 30

*Modo Eco Seleccionado en el Vehículo*



Nota: Selección de Modo Eco y Visualización en Tablero

#### 3.8.2. *Protocolo de Pruebas en Modo Eco*

- Contar con clima favorable que no afecte la visibilidad ni comprometa las condiciones para la prueba.
- Tener con el tanque de combustible lleno al inicio de la prueba.
- Llenar el checklist antes y después de culminar el trayecto.
- Comprobar que los datos obtenidos sean los correctos y sean almacenados para su uso posterior.
- Verificar el modo de conducción manteniendo la palanca de cambios en posición D= Drive, la cual indica el modo de conducción normal.

- Mantener las ventanas del vehículo cerradas y aire encendido a temperatura de 23°C, mientras se utiliza la función “Driver only” para reducir al mínimo la carga al sistema.
- Al culminar el recorrido, apagar el motor para la correcta recolección de datos durante el trayecto, los cuales se mencionarán en el punto 3.9.

### 3.8.3. Pruebas Modo Sport

Al igual que en las pruebas de modo normal, necesitamos tener un protocolo para realizar las pruebas, mismo que nos permitirá obtener los parámetros necesarios para la recolección de datos que deberá contar con las siguientes condiciones:

Se realizarán 10 pruebas en total, las cuales se estima iniciar a partir de las 21:00. En días laborables, manteniendo una velocidad constante mediante el modo crucero de 100 km/h.

**Figura 31**

*Modo Sport Seleccionado en el Vehículo*



Nota: Selección de Modo Eco y Visualización en Tablero

#### **3.8.4. Protocolo de Pruebas en Modo Sport**

- Contar con clima favorable que no afecte la visibilidad ni comprometa las condiciones para la prueba.
- Tener con el tanque de combustible lleno al inicio de la prueba.
- Llenar el checklist antes y después de culminar el trayecto.
- Comprobar que los datos obtenidos en la prueba sean los correctos y sean almacenados para su uso posterior.
- Verificar el modo de conducción manteniendo la palanca de cambios en posición S (Sport), y seleccionar 6ta velocidad, misma que nos permitirá obtener los datos para el modo deportivo.
- Mantener las ventanas del vehículo cerradas y aire encendido a temperatura de 23°C, mientras se utiliza la función “Driver only” para reducir al mínimo la carga al sistema.
- Al culminar el recorrido, apagar el motor para la correcta recolección de datos durante el trayecto, los cuales mencionaremos en el punto 3.9.

#### **3.9. Obtención de Datos**

Una vez finalizadas las pruebas definitivas se recopilan los datos almacenados en la nube del dispositivo, y junto con estos se generan los datos obtenidos por los demás instrumentos de medición utilizados para la prueba, los cuales son los siguientes:

- Tiempo de la prueba: el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el fin del trayecto.
- Consumo de combustible: la cantidad de combustible promedio utilizado durante el trayecto que se obtiene mediante la aplicación y el tablero.
- Temperatura promedio: verificación de la temperatura exterior al inicio y fin del trayecto, para saber si el cambio de temperatura afecta al estudio.

- Velocidad promedio: la velocidad constante a la cual vamos a realizar la prueba, la cual mantendremos mediante una velocidad crucero.
- Distancia recorrida: la distancia exacta desde el inicio hasta el final de la prueba.
- Distancia recorrida (App): la distancia recorrida según el dispositivo de medición utilizado para la prueba.
- Promedio de km/litro (App): el cálculo estimado de cuantos kilómetros podemos recorrer con un litro de combustible.
- Promedio de l/100 km (Vehículo): el cálculo estimado de cuantos litros de combustible se utiliza por cada 100 km de recorrido según el tablero del vehículo.
- Carga de la batería: el porcentaje de batería de alta tensión al iniciar y finalizar el trayecto.

Una vez definidos los datos que nos permitirán realizar nuestro estudio, procederemos a realizar la obtención de datos referentes a los dos modos de manejo que procederemos a comparar posteriormente.

### ***3.9.1. Obtención de Datos Referentes al Consumo de Combustible en Modo Eco***

Una vez realizadas las pruebas se obtienen los datos proporcionados por el receptor los cuales obtenemos en la base de datos guardada en la nube de este y los demás instrumentos utilizados para la recopilación de estos. Estos serán presentados en las siguientes tablas 4 y 5 a continuación:

**Tabla 4***Datos Obtenidos en Modo Eco "Ida"*

Datos trayecto "Ida" modo eco	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Tiempo de prueba (min)	11	11	11	11	11
Consumo de combustible (litros)	0,64	0,63	0,57	0,6	0,61
Temperatura promedio (°C)	24	26	24	25	25
Velocidad promedio (km/h)	98	98	99	99	98
Distancia recorrida Vehículo (km)	17	17	17	17	17
Distancia Recorrida App (km)	13,6	14	12,7	13,2	13,2
Promedio de km/litro (App)*	22,88	22,15	22,22	22,07	21,66
Carga de batería (%)	67,5	67	65	64	63,5
Promedio de l/100 km (Vehículo)*	4,2	4,4	4,3	4,5	4,4

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

**Tabla 5***Datos Obtenidos en Modo Eco "Retorno"*

Datos trayecto "Ida" modo eco	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Tiempo de prueba (min)	11	11	11	11	11
Consumo de combustible (litros)	0,65	0,6	0,58	0,58	0,62
Temperatura promedio (°C)	24	25	25	24	25
Velocidad promedio (km/h)	97	96	97	98	99
Distancia recorrida Vehículo (km)	17	17	17	17	17
Distancia Recorrida App (km)	15,2	13,2	12,9	13,3	13,5
Promedio de km/litro (App)*	23,21	22,07	22,13	22,81	21,88
Carga de batería (%)	65	64,5	67	59	69,5
Promedio de l/100 km (Vehículo)*	4,3	4,3	4,3	4,4	4,6

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

### **3.9.2. Obtención de Datos Referentes al Consumo de Combustible en Modo Sport**

Tal cual lo realizamos en los datos proporcionados en las pruebas en modo eco, se realiza con este. A continuación, se puede apreciar la información en las siguientes tablas 6 y 7:

**Tabla 6***Datos Obtenidos en Modo Sport “Ida”*

Datos trayecto "Ida" modo eco	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Tiempo de prueba (min)	11	11	11	11	11
Consumo de combustible (litros)	0,57	0,59	0,56	0,62	0,61
Temperatura promedio (°C)	25	26	26	24	25
Velocidad promedio (km/h)	98	98	97	98	98
Distancia recorrida Vehículo (km)	17	17	17	17	17
Distancia Recorrida App (km)	12,9	13,4	15,2	14,3	13,5
Promedio de km/litro (App)*	22,72	22,84	23,38	22,89	22,15
Carga de batería (%)	78,5	73,5	70	73	73
Promedio de l/100 km (Vehículo)*	4,5	4,3	4,3	4,5	4,5

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

**Tabla 7***Datos Obtenidos en Modo Sport “Retorno”*

Datos trayecto "Ida" modo eco	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Tiempo de prueba (min)	11	11	11	11	11
Consumo de combustible (litros)	0,57	0,62	0,65	0,67	0,61
Temperatura promedio (°C)	26	25	26	24	24
Velocidad promedio (km/h)	97	97	97	97	96
Distancia recorrida Vehículo (km)	17	17	17	17	17
Distancia Recorrida App (km)	13,2	14,6	15,2	15,1	14,9
Promedio de km/litro (App)*	23,09	23,38	23,35	22,41	24,6
Carga de batería (%)	76,5	70	74	73	73
Promedio de l/100 km (Vehículo)*	4,2	4,3	4,3	4,2	4,1

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

### 3.9.3. Resumen del Consumo de Combustible en Modo Eco

Los valores en la siguiente tabla (tabla 8) nos muestran los valores referentes al consumo de combustible obtenidos durante los trayectos de prueba en modo “Eco”.

**Tabla 8***Consumo de Combustible en Modo Eco*

Numero de Prueba	Promedio de km/litro (App)*	Promedio de l/100 km (Vehículo)*
1	22,88	4,4
2	23,21	4,3
3	22,15	4,4
4	22,07	4,3
5	22,22	4,3
6	22,13	4,3
7	22,07	4,5
8	22,81	4,4
9	21,66	4,4
10	21,88	4,6

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

**3.9.4. Resumen del Consumo de Combustible en Modo Sport**

Los valores a continuación (tabla 9) muestran los valores referentes al consumo de combustible obtenidos durante los trayectos de prueba en modo “Sport”.

**Tabla 9***Consumo de Combustible en Modo Sport*

Numero de Prueba	Promedio de km/litro (App)*	Promedio de l/100 km (Vehículo)*
1	22,72	4,5
2	23,09	4,2
3	22,84	4,3
4	22,38	4,3
5	23,38	4,3
6	23,35	4,3
7	22,89	4,4
8	22,41	4,2
9	22,15	4,5
10	24,6	4,1

\*Nota: la conversión de unidades del consumo de combustible se realizará en el punto 3.9.5.

### 3.9.5. Conversión de Unidades del Consumo de Combustible

Para poder corroborar los datos obtenidos por el tablero del vehículo y los datos obtenidos por el dispositivo, convertiremos los valores de km/litro a l/100 km, para lo cual utilizaremos la siguiente fórmula (Advanced Converter , 2021).

$$\frac{l}{100 \text{ km}} = \frac{100}{x}$$

Donde x = km/litro

Utilizando como ejemplo los datos obtenidos en el primer trayecto, obtenemos lo siguiente:

19,7 km/litro

$$\frac{l}{100 \text{ km}} = \frac{100}{x}$$

$$\frac{l}{100 \text{ km}} = \frac{100}{22,88} = 4,371$$

Se utilizará un decimal, con lo cual obtenemos un resultado de 5,1 litros/100 km (tabla 10).

**Tabla 10**

*Conversión de Unidades del Consumo de Combustible*

# de Prueba	Modo Eco		# de Prueba	Modo Sport	
	km/litro	l/100 km		km/litro	l/100 km
1	22,88	4,4	1	22,72	4,4
2	23,21	4,3	2	23,09	4,3
3	22,15	4,5	3	22,84	4,4
4	22,07	4,5	4	22,38	4,5
5	22,22	4,5	5	23,38	4,3
6	22,13	4,5	6	23,35	4,3
7	22,07	4,5	7	22,89	4,4
8	22,81	4,4	8	22,41	4,5
9	21,66	4,6	9	22,15	4,5
10	21,88	4,6	10	24,6	4,1



### 3.9.6. Comparativa de Consumo de Combustible entre Vehículo y Dispositivo

Los valores obtenidos por medio del dispositivo y el tablero del vehículo en teoría deberían ser exactamente iguales, a continuación (tabla 11), compararemos los valores obtenidos en las pruebas una vez ya convertidos para verificar los mismos en la misma unidad de medida.

**Tabla 11**

*Comparativa de Consumo entre App y Tablero de Instrumentos*

# de Prueba	Modo Eco		# de Prueba	Modo Sport	
	Consumo App (l/100km)	Consumo Tablero (l/100km)		Consumo App (l/100km)	Consumo Tablero (l/100km)
1	4,4	4,2	1	4,4	4,5
2	4,3	4,3	2	4,3	4,2
3	4,5	4,4	3	4,4	4,3
4	4,5	4,3	4	4,5	4,3
5	4,5	4,3	5	4,3	4,3
6	4,5	4,3	6	4,3	4,3
7	4,5	4,5	7	4,4	4,4
8	4,4	4,4	8	4,5	4,2
9	4,6	4,4	9	4,5	4,5
10	4,6	4,6	10	4,1	4,1

Con esta información recopilada procedemos a realizar el capítulo final de nuestro trabajo.

## Capítulo IV

### 4. Análisis del Consumo de Combustible del Ioniq Híbrido

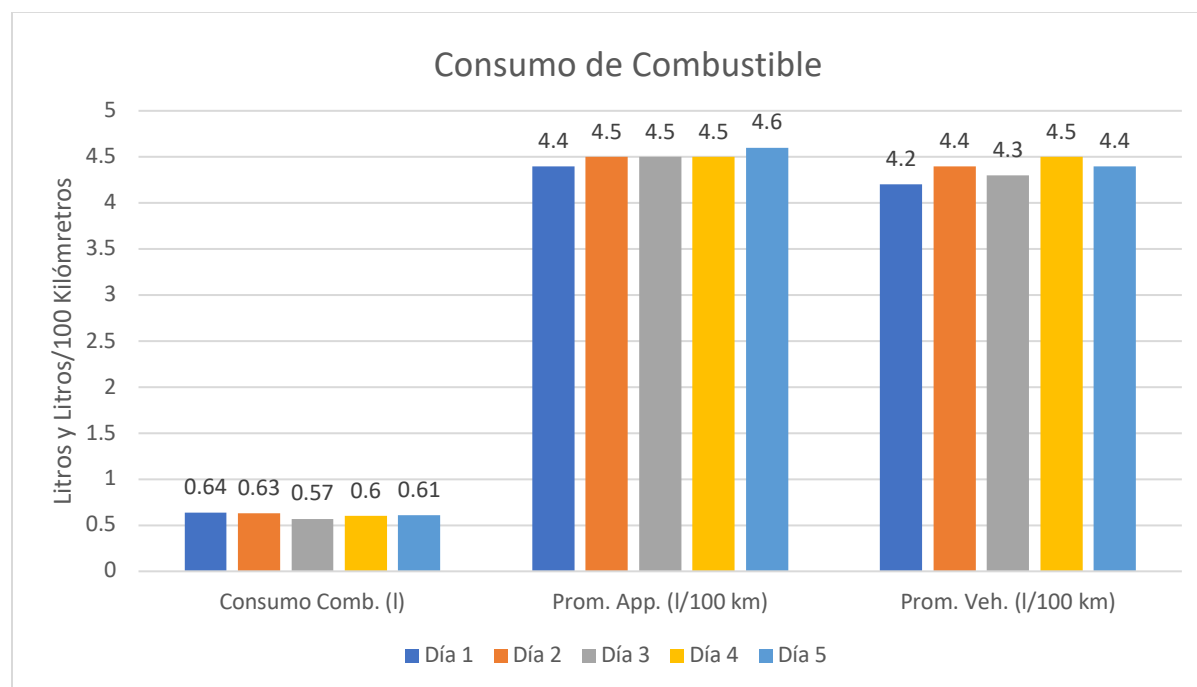
#### 4.1. Consumo de Combustible Modo Eco

##### 4.1.1. Trayecto Ida

Durante el trayecto de ida, el consumo de combustible como se observa en la gráfica, varía ligeramente durante todos los días (figura 32). Aunque la prueba se realiza a una velocidad constante, mediante velocidad crucero y los valores de consumo deberían de promediar con más exactitud. El principal valor que hace que nuestros parámetros varíen, es debido a la carga de la batería de alta tensión se recarga y descarga durante todo el trayecto. Lo cual hace que el motor de combustión se mantenga encendido momentáneamente como lo mencionamos en el punto 2.2.6. para mantener la batería recargándose hasta llegar a un 70% de carga total.

**Figura 32**

*Consumo de Combustible Modo Eco “Ida”*

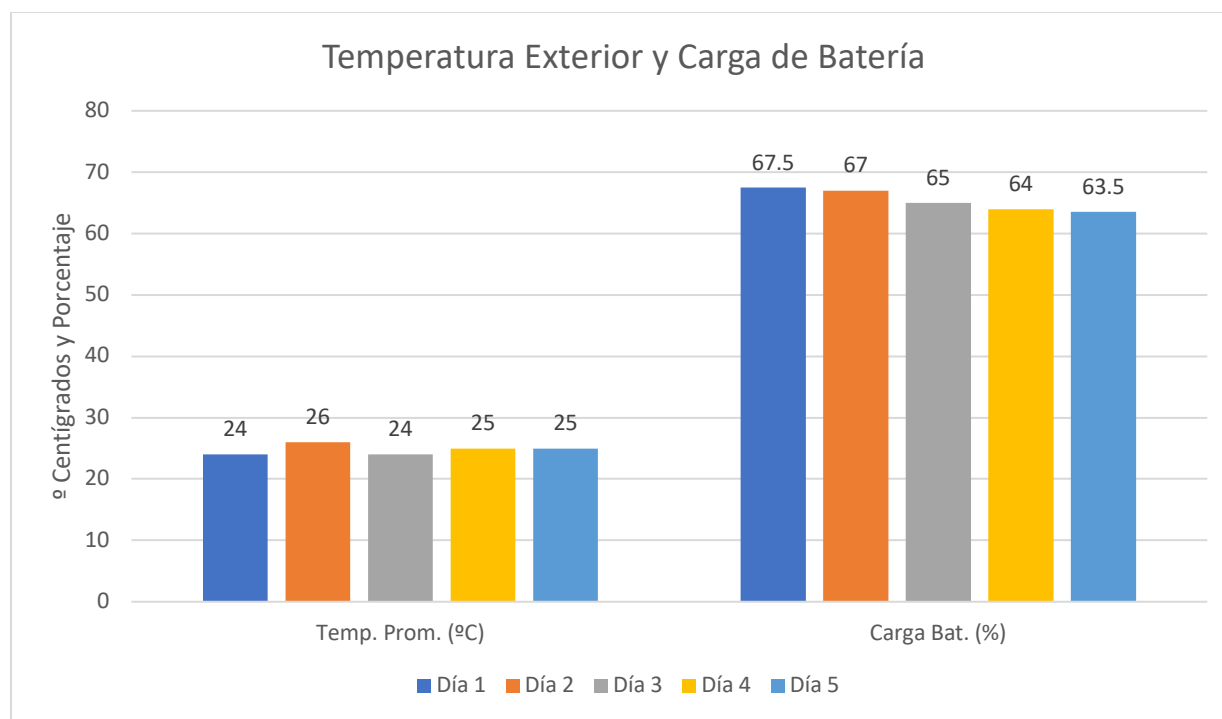


Mientras que la temperatura exterior es relativamente constante durante toda la semana de pruebas existe una variación de 2 grados (figura 33), la cual no influye significativamente en nuestro análisis.

El almacenamiento de carga de la batería al final del trayecto se mantiene por debajo del 70% del total, este factor lo analizaremos posteriormente una vez que realicemos el análisis comparativo entre los dos modos de manejo.

**Figura 33**

*Temperatura y Batería Modo Eco "Ida"*

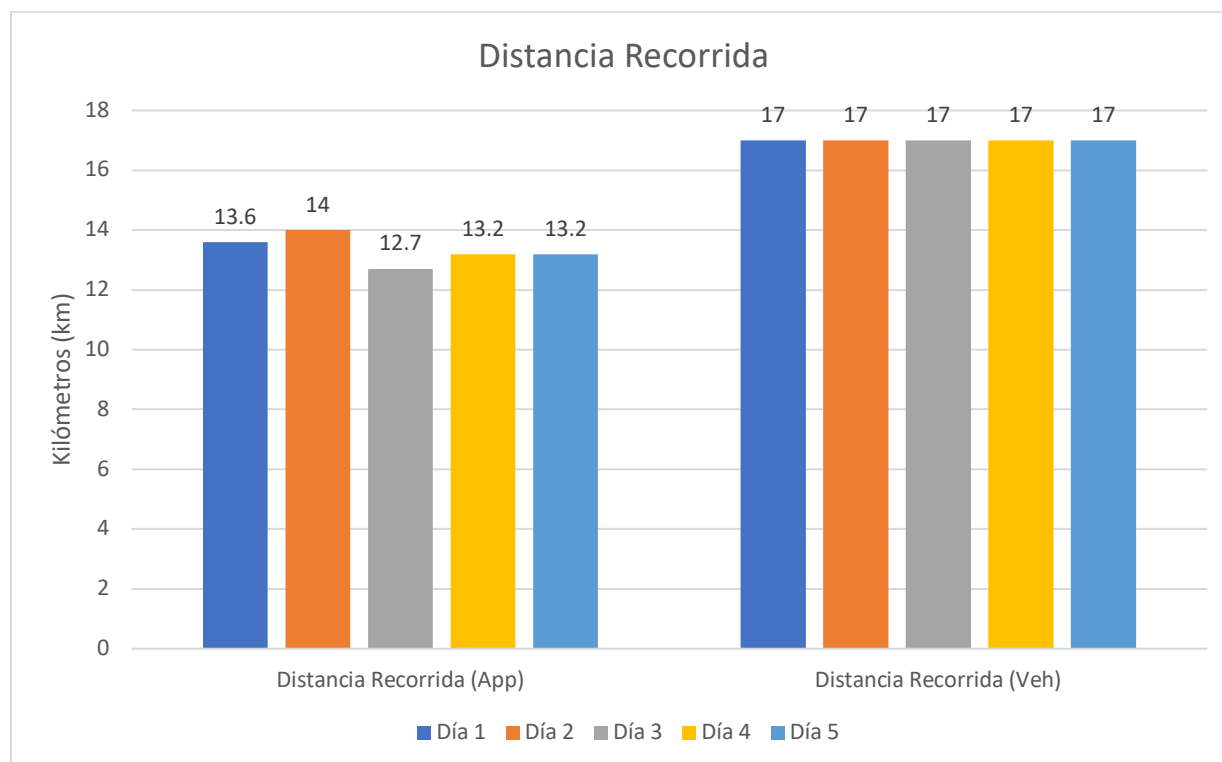


Si comparamos los valores obtenidos por la aplicación de consumo de combustible con los valores obtenidos por el tablero de instrumentos del vehículo (figura 34), podemos ver que la distancia recorrida es diferente. Esto se da por la conexión con los servidores del dispositivo y la recepción telefónica del área, el cual afecta al momento en el que inicia el punto de referencia

inicial para la toma, este factor no afecta a nuestra muestra ya que es relativo la cantidad de combustible utilizado en ambos parámetros comparativos.

**Figura 34**

*Distancia Recorrida Modo Eco "Ida"*



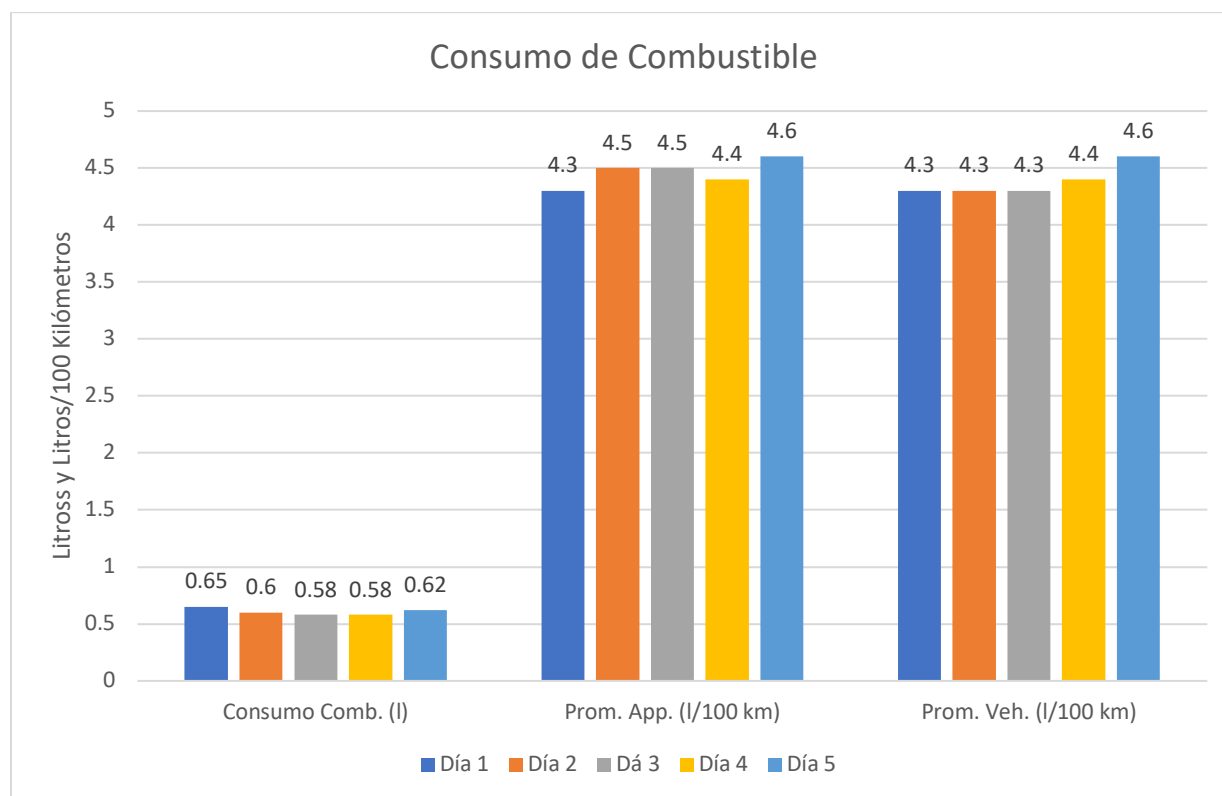
#### 4.1.2. Trayecto Retorno

En el retorno de nuestras pruebas, el consumo como en la muestra anterior, varía al igual que es esta (Figura 35). Tal como lo mencionamos en el trayecto de ida, al mantener una velocidad constante la variación del consumo varía ligeramente. Y como podemos notar los valores son similares a los obtenidos en el trayecto anterior (figura 32). Debido a que las condiciones eran las mismas y de igual forma la única variante principal a tomar en cuenta, es la carga de la batería de alta tensión. Debido a la necesidad de intentar mantenerla en un 70% una vez que esta llega al 50%

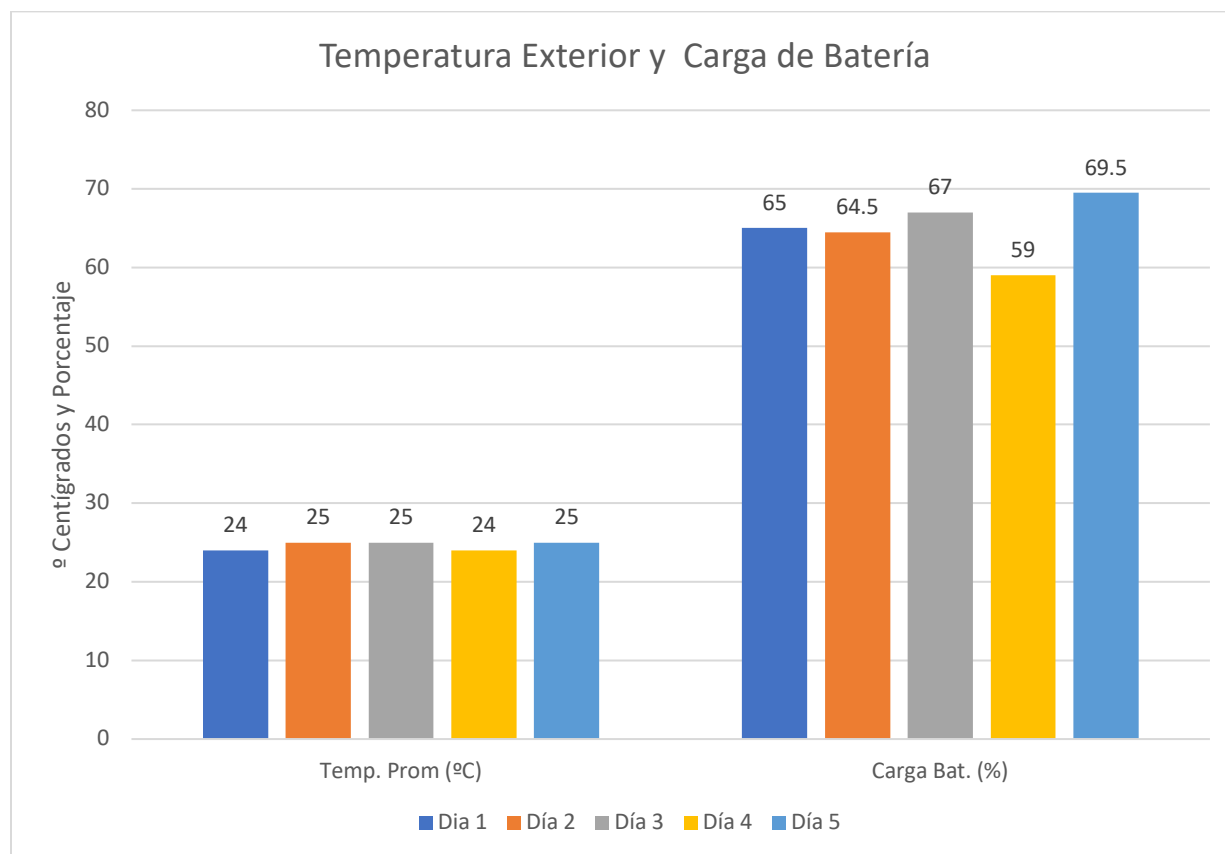
de uso durante cada cierto tramo del recorrido. Haciendo que el motor de combustión se encienda como se menciona en el punto 2.2.6. para recargar la batería según sea necesario para el óptimo funcionamiento de este modo de manejo.

**Figura 35**

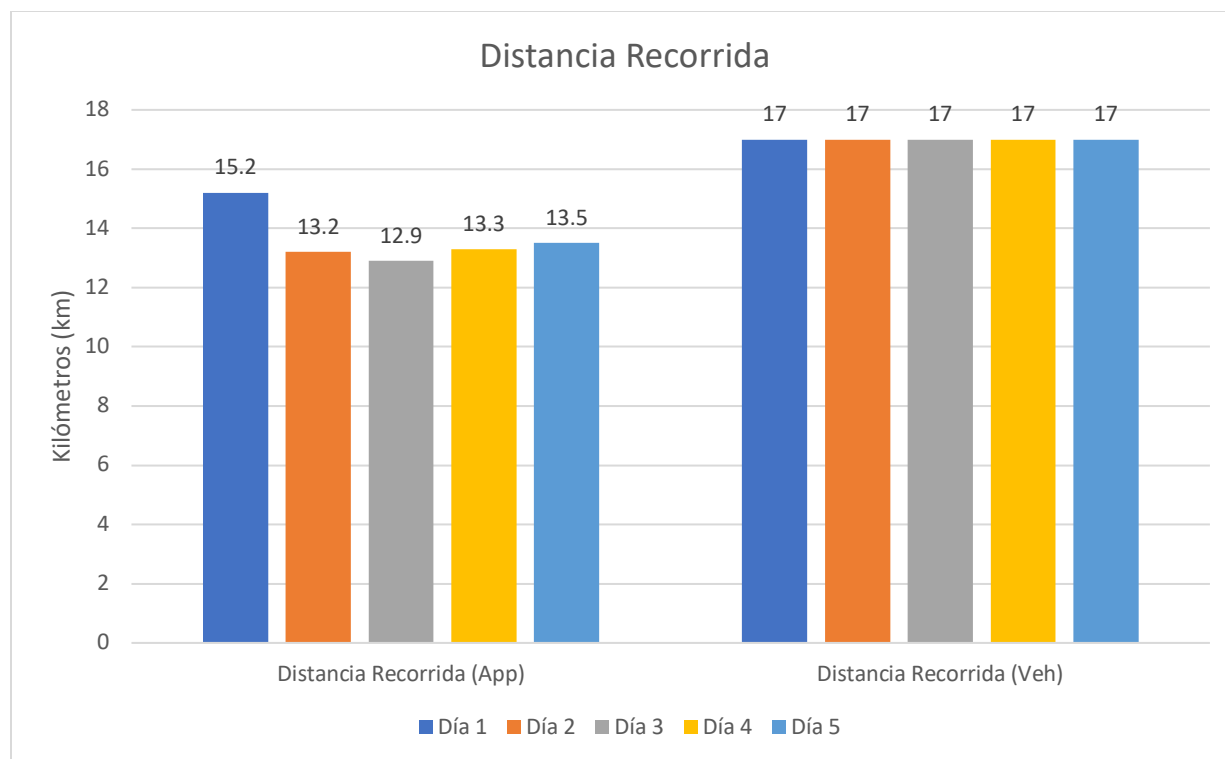
*Consumo de Combustible Modo Eco "Retorno"*



De igual manera podemos notar que la temperatura se mantiene en un rango óptimo el cual no es un factor para tomar en cuenta de variación importante de nuestros valores a estudio (figura 36). Y la carga final de la batería se sigue manteniendo por debajo del 70% además, al concluir con la prueba esta es relativa junto con el consumo (figura 35) por intentar mantener lo antes mencionado, tal como lo podemos apreciar en el último día de prueba en este ciclo.

**Figura 36***Temperatura y Batería Modo Eco "Retorno"*

Una vez más se recalca lo dicho anteriormente (figura 34) referente a la diferencia de distancia recorrida en los muestreos. Ya que para nuestros datos nos basamos únicamente en el consumo de combustible y en la cantidad de batería obtenida al final del trayecto de prueba. Haciendo de este una cantidad relativa en cuanto al combustible utilizado para la prueba respectiva (figura 37).

**Figura 37***Distancia Recorrida Modo Eco "Retorno"*

## 4.2. Consumo de Combustible Modo Sport

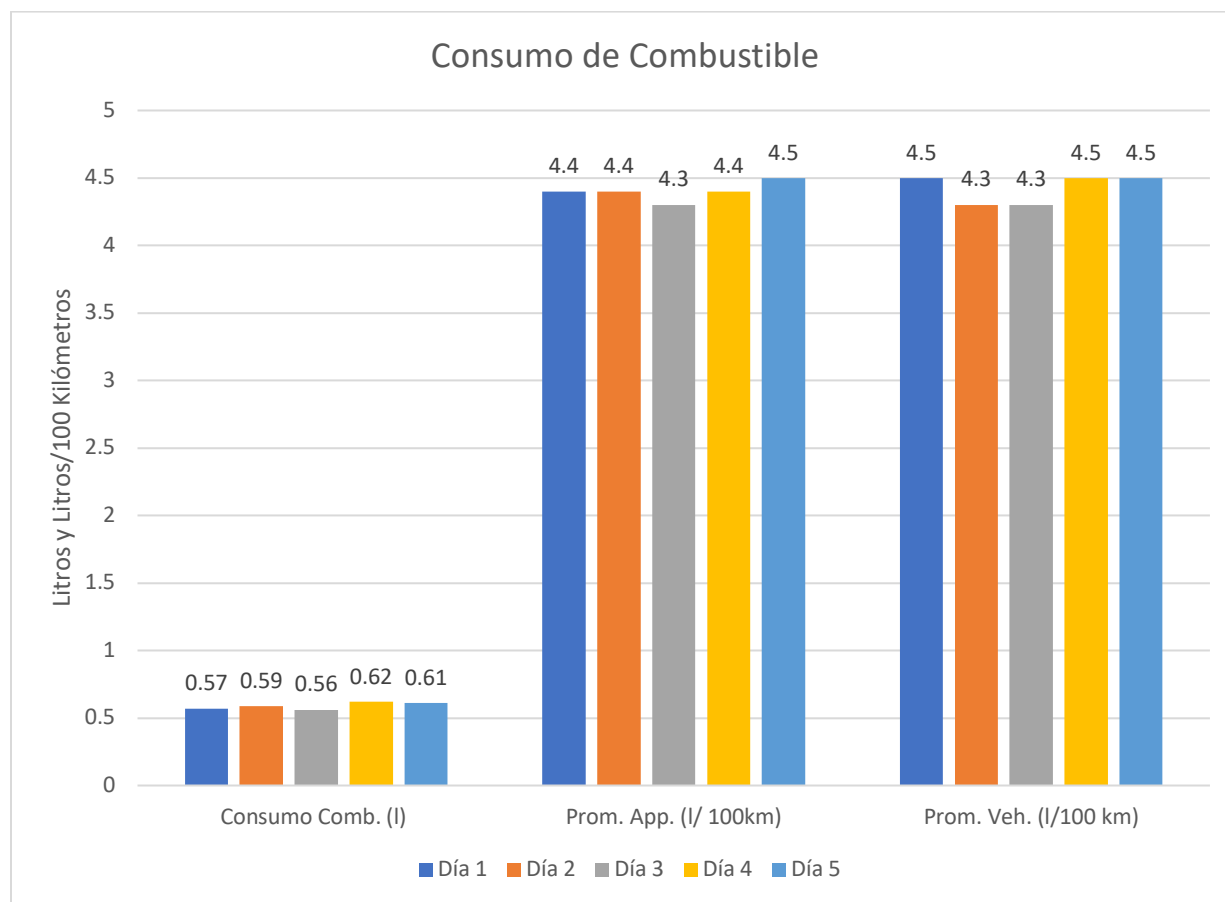
### 4.2.1. Trayecto Ida

Al recopilar los datos obtenidos durante el trayecto de ida, obtenemos valores relativos a los anteriores que varían ligeramente y se mantienen relativamente constantes (figura 32 y 35). Aunque existe una diferencia ya que el motor de combustión se mantiene en funcionamiento durante todo el trayecto de la prueba como se menciona en el punto 2.2.6. La principal razón de existir una diferencia en el consumo se da por la cantidad de energía acumulada en la batería de

alta tensión. A pesar de esto, los parámetros de funcionamiento varían y la carga de esta siempre se va a mantener por encima del 70% del total (figura 38).

**Figura 38**

*Consumo de Combustible Modo Sport "Ida"*

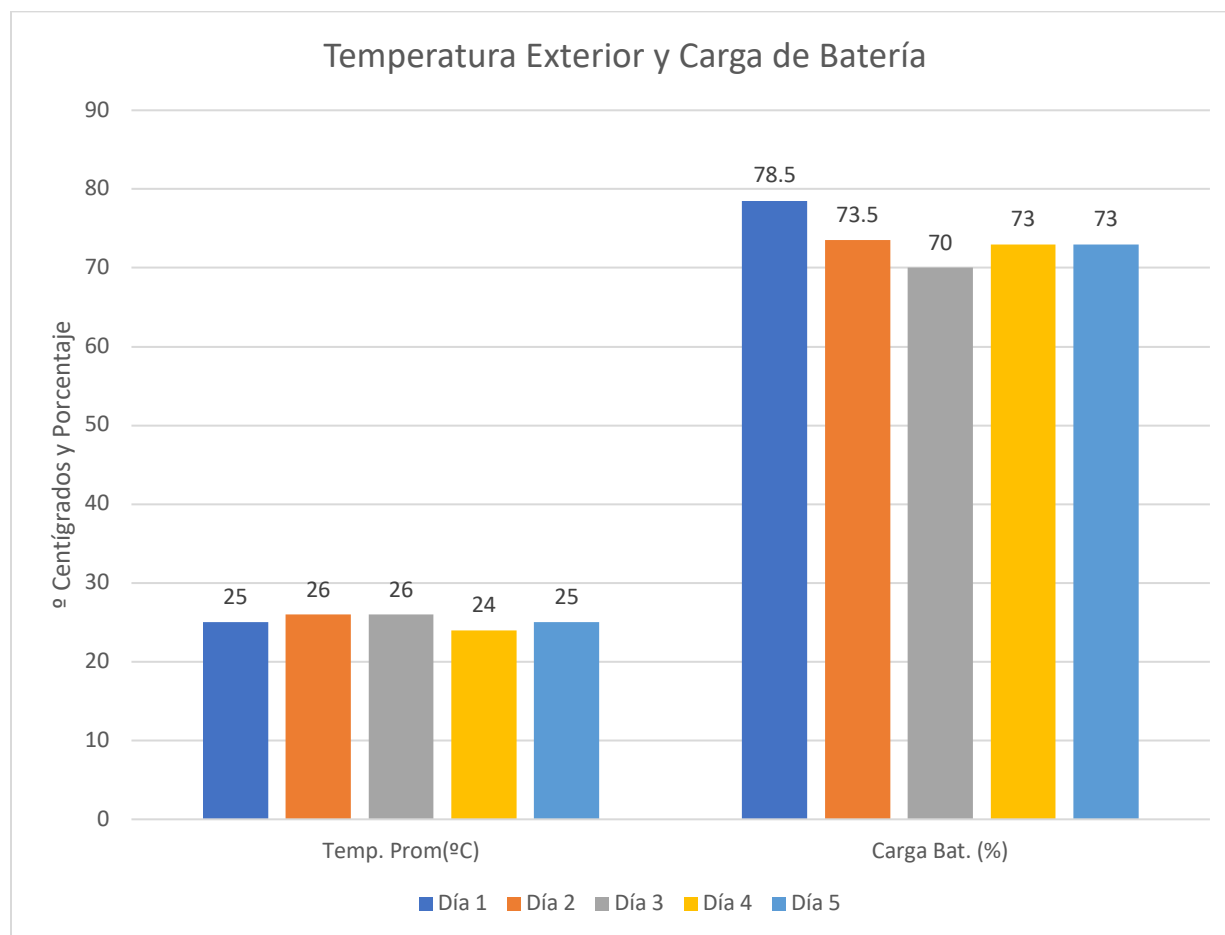


De igual manera, la temperatura se sigue manteniendo con una mínima diferencia a lo largo de la semana de pruebas con una variación de 2 grados (figura 39), la cual no implica cambios significativos al consumo de combustible como se puede apreciar en los mismos valores obtenidos como en las pruebas realizadas anteriormente (figura 33 y 36) ya que para nuestra prueba estamos tomando en cuenta únicamente la carga de batería y consumo de combustible.

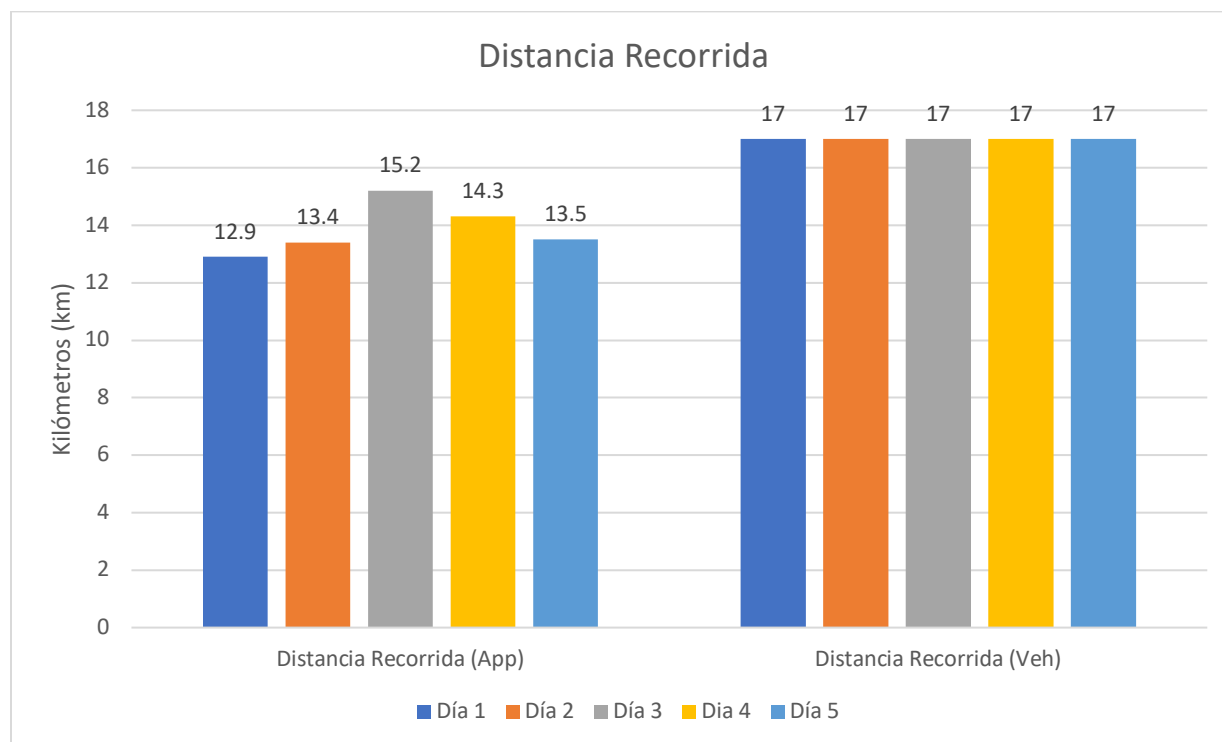


**Figura 39**

*Temperatura y Batería Modo Sport "Ida"*

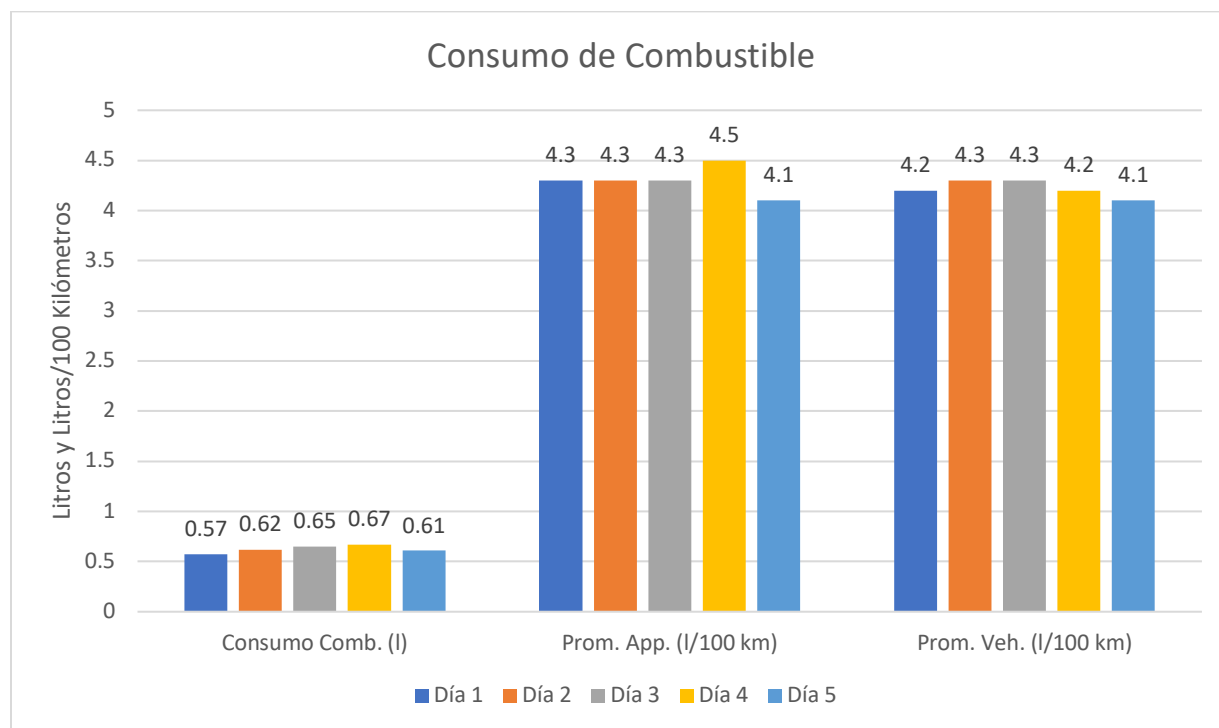


Así mismo los valores de distancia recorrida no son constantes (figura 40), pero en relación con el consumo se mantienen relativos y nos permiten obtener los resultados que necesitamos para nuestro proyecto tal como se ha dado en las pruebas en modo eco (figura 34 y 37).

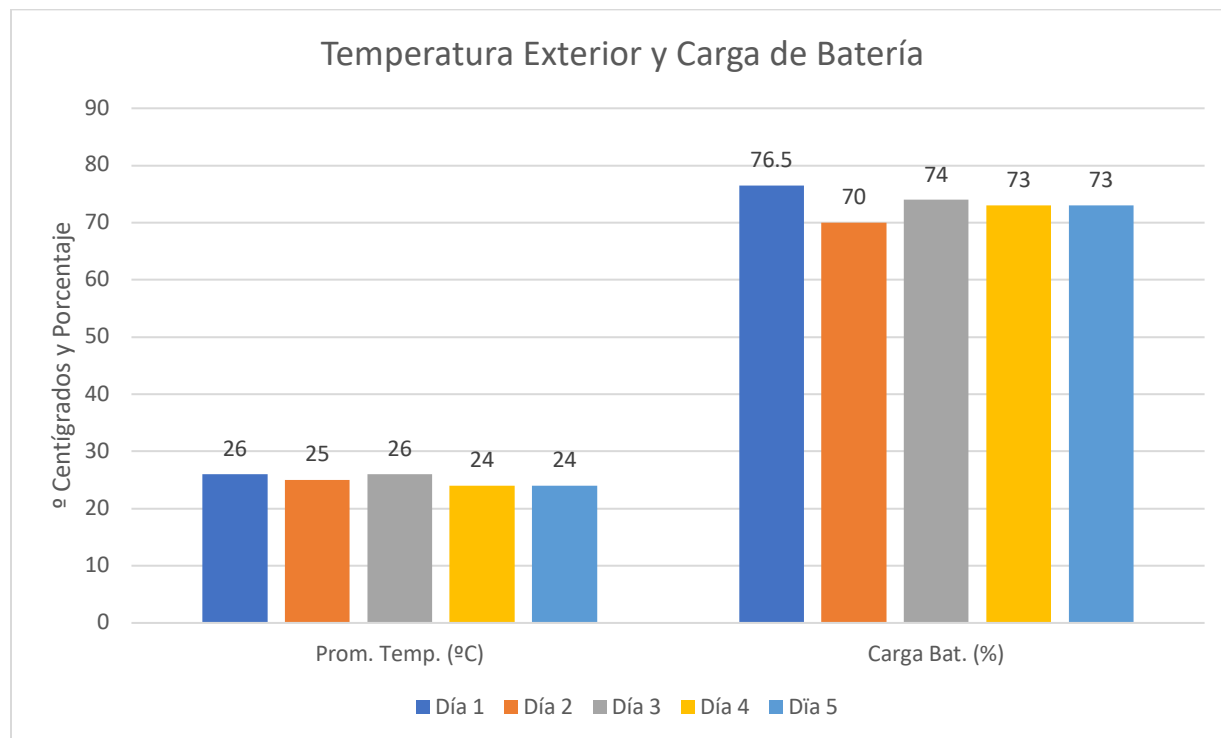
**Figura 40***Distancia Recorrida Modo Sport "Ida"*

#### 4.2.2. Trayecto Retorno

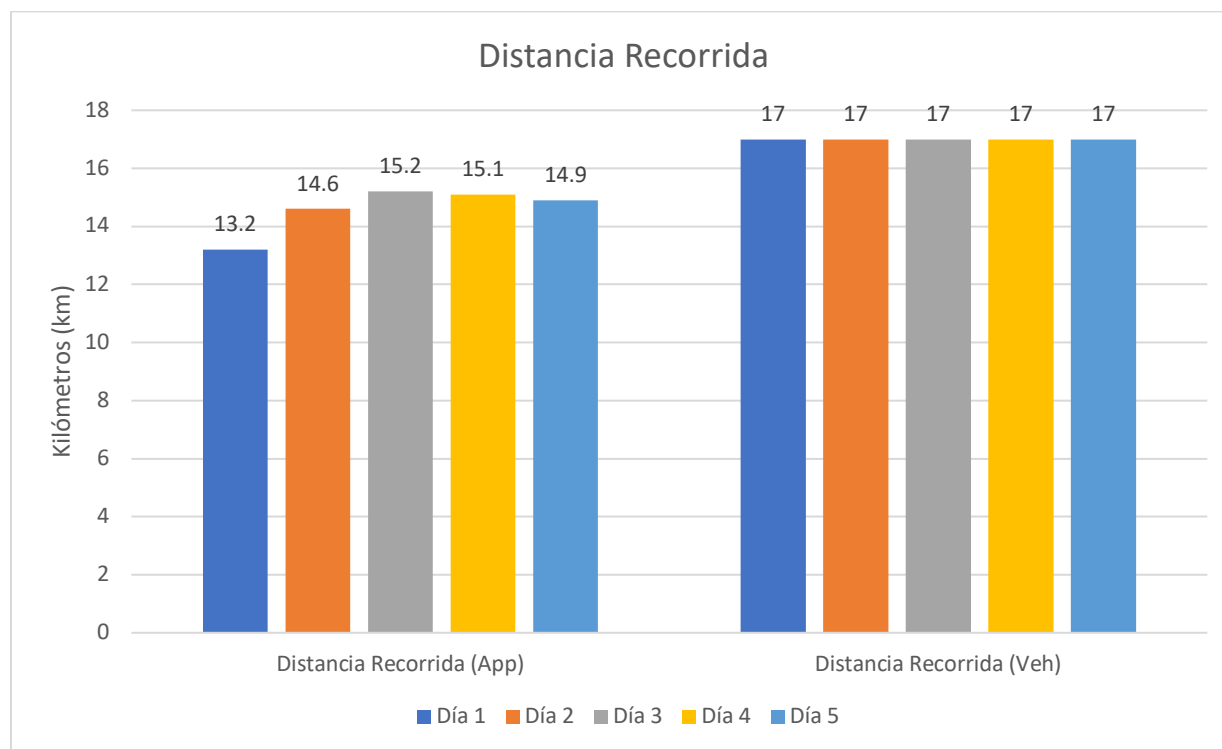
En nuestro último tramo de prueba los valores de consumo disminuyen ligeramente en comparación a las pruebas anteriores (figura 38). Esto se da debido a la carga de la batería, una vez se inicia la prueba de retorno y con una carga de batería superior al 70% permite que el motor se mantenga a una velocidad constante y este dentro del rango de trabajo óptimo para mantener la carga en los valores deseados y el consumo de combustible sean ligeramente menor, tal como se puede observar en la gráfica (figura 41).

**Figura 41***Consumo de Combustible Modo Sport "Retorno"*

Una vez más la temperatura se mantiene dentro de los parámetros que anteriormente se mencionaron (figura 33, 36 y 39) y la carga de la batería se encuentra por encima del 70%. Y junto con la gráfica del tramo anterior estudiado, nos podemos fijar que va de la mano el consumo junto con la carga de batería si comparamos los días completos que se realizó la prueba en este modo de manejo (figura 42).

**Figura 42***Temperatura y Batería Modo Sport "Retorno"*

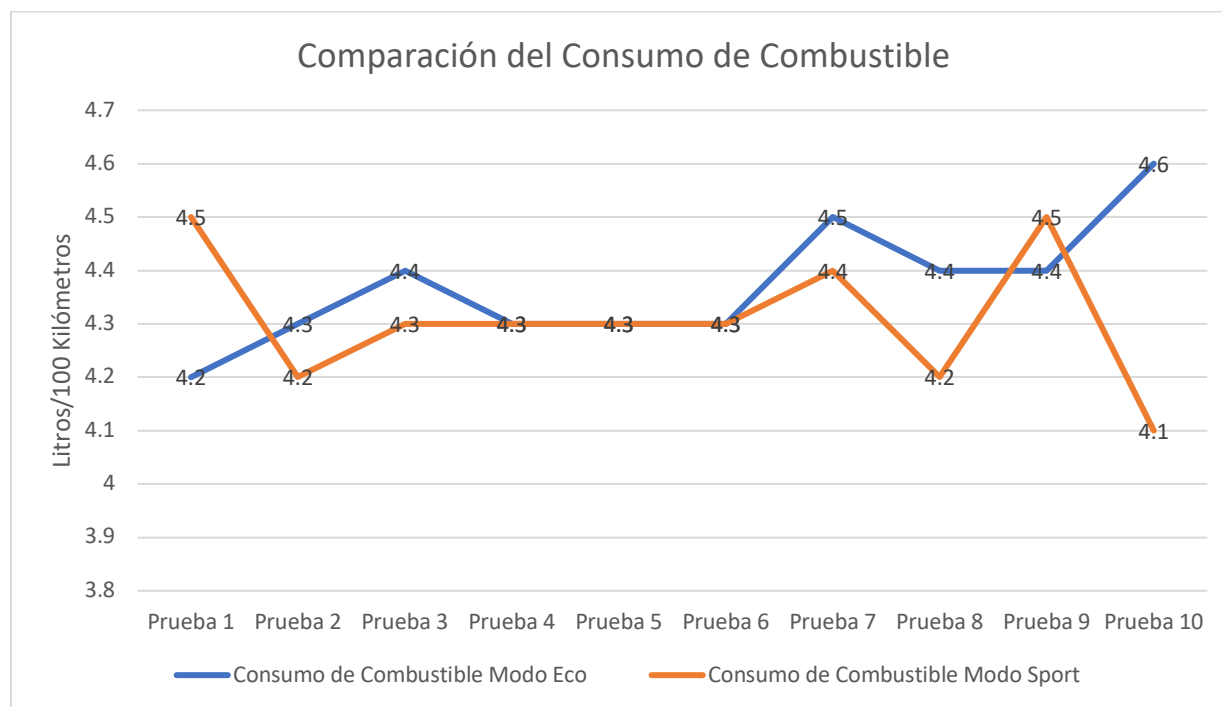
Y tal como se puede observar (figura 43), debido a que en este tramo de prueba se tienen valores relativos más cercanos al realizado con exactitud, los valores obtenidos son similares en ciertos días (figura 34, 37 y 40). Afirmando con esto lo dicho anteriormente respecto a la relatividad que existe entre el consumo y la distancia recorrida en la prueba.

**Figura 43***Distancia Recorrida Modo Sport "Retorno"*

### 4.3. Análisis de Resultados

Para poder comparar los resultados obtenidos, realizaremos una comparación y seguimiento al consumo de combustible y la carga de la batería de alta tensión, ya que al ser este vehículo una combinación de dos sistemas que trabajan en conjunto y tal como lo hemos notado que van de la mano estas dos (figura 44), el análisis tendrá mayor relevancia en cuanto al consumo haciéndolo de esta forma.

Con lo cual sacaremos un promedio del consumo de combustible durante toda la semana y así mismo un promedio de la cantidad de energía almacenada en la batería durante el mismo tiempo antes mencionado.

**Figura 44***Comparación de Consumo de Combustible*

Como podemos observar a lo largo de la gráfica la variación en ambos modos de manejo a lo largo de la semana de pruebas respectiva en ambos trayectos del recorrido es de 0,4 litros respectivamente.

Al promediar los valores obtenidos, tenemos un resultado de 4,37 l/100 km en el Modo Eco y un promedio de 4,31 en Modo Sport, habiendo entre estos una diferencia de solo 0,06 litros por cada 100 km de recorrido que realicemos a favor del modo deportivo.

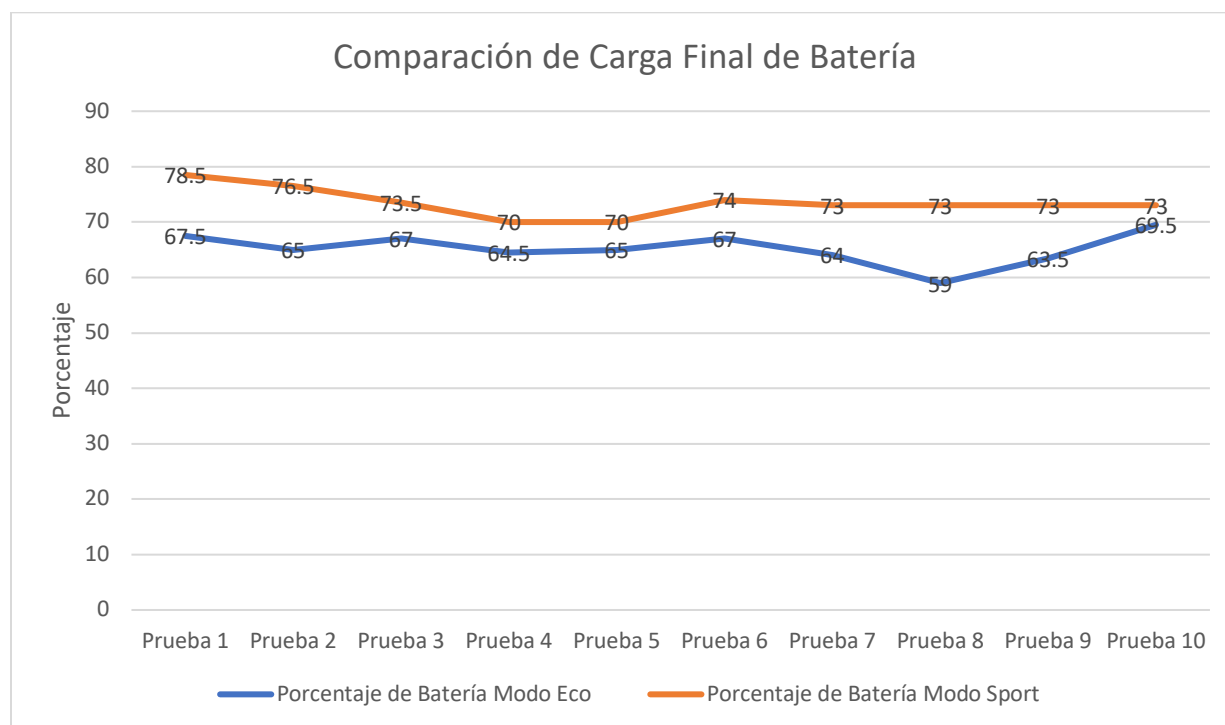
Valor que equivale a un 1,5% y este con respecto al valor del combustible a 5 centavos haciendo un cálculo estimado con el precio actual de gasolina súper equivalente a 3,55 el galón. El cual podría considerarse poco significativo como para marcar una diferencia en cuanto a ahorro de combustible.

En cuanto al promedio de carga final de la batería de alto voltaje (figura 45), como podemos observar en la gráfica, los valores en el Modo Eco nos dan un promedio de 65,2 %. Mientras que en el Modo Sport tenemos un valor de 73,45 %, el cual es superior con 8,35% debido a que cabe recalcar como se había mencionado anteriormente, en el Modo Eco la carga de la batería está configurada por la computadora para no ser superior al 70% del total, mientras que en el Modo Sport al ir el motor siempre encendido logra superar este valor y mantenerlo siempre por encima del 70%, haciendo de esta una diferencia total de 11%.

Valores que son controlados por las computadoras del vehículo con la finalidad de reducir el consumo de combustible y poder obtener el mejor rendimiento posible, tal como lo pudimos apreciar en la comparativa anterior.

**Figura 45**

*Comparación de Carga Final de Batería*



Teniendo presentes los resultados del proyecto, podemos describir los pros y contras que se han podido observar a lo largo de las pruebas en los diferentes modos de manejo utilizados.

Pros de la conducción en modo Eco:

- Permite al motor trabajar únicamente cuando lo necesita, en este caso para recargar la batería y que pueda seguir trabajando el motor eléctrico.
- Se puede considerar mas relajante ya que el volante es mas suave y brinda comodidad al conductor al momento de girar en curvas.

Contras de la conducción en modo Eco:

- La carga de energía que se almacena en las baterías siempre va a ser inferior al 70% ya que requiere de la misma para hacer trabajar el motor eléctrico. Reduciendo consigo el ahorro de combustible en una conducción mixta (urbano – autopista)
- El motor trabaja a mayores revoluciones por minuto cuando este encendido, lo que hace que se note cuando va encendido y apagado.
- Su respuesta es mas lenta al momento de requerir mayor potencia para adelantamientos.

Pros de la conducción en modo Sport:

- La carga de energía siempre va a ser superior al 70%, con la cual se mantiene un mejor desempeño en conducción mixta incrementando su ahorro de combustible.
- El motor se mantiene a revoluciones constantes haciendo que este se logre escuchar ligeramente durante todo el trayecto.
- Brinda mayor seguridad al momento de requerir una respuesta rápida para adelantamientos o situaciones donde se necesite mayor potencia.

Contras de la conducción en modo Sport



- La comodidad para el conductor se ve ligeramente afectada por la dureza en la dirección en las curvas.
- El motor siempre se mantiene encendido como en un vehículo convencional.

## Conclusiones

Al realizar el proyecto, se obtuvieron resultados con respecto al consumo de combustible del vehículo híbrido en sus diferentes modos de manejo que nos permitieron concluir lo siguiente:

- Los parámetros que nos permitieron realizar esta prueba a cabalidad se lograron por el trayecto seleccionado con el cual se consiguió una vía con un promedio de peralte inferior al 1% según la información obtenida de Google Earth Pro, que no afectó en la recopilación de datos y se pudo mantener una constante relativa durante todas las pruebas realizadas.
- Los modos de manejo que hoy en día la mayoría de las marcas de vehículos incorporan cuentan con mapas específicos relacionados a la función a desempeñar, permitiendo así reducir el consumo de combustible, mejorar las prestaciones del vehículo obteniendo mayor potencia o torque, o hasta modificando los sistemas de suspensión, dirección y freno para hacer de cada uno de estos el idóneo para el estilo de manejo que se requiere por parte del conductor. En los vehículos híbridos debido a su objetivo de reducir la contaminación y el consumo de combustible, los modos de manejo se centran más en la carga de la batería y la reducción de gases contaminantes y combustible, lo cuales fueron los factores que tomamos en cuenta para realizar nuestro análisis.
- Al comparar los valores obtenidos en las diferentes pruebas y promediar los mismos. Podemos decir que el estado de carga de batería de alta tensión juega un papel crucial con el consumo de combustible en trayectos largos de viaje a altas velocidades, ya que con el fin de mantener la batería cargada el motor debe ampliar o reducir su funcionamiento para lograr este objetivo, obteniendo una diferencia de un 11%. Es por esto que a pesar de obtener valores de consumo de combustible relativamente similares donde la diferencia es de un 1,5%, el valor de carga de batería si fue superior en el Modo Sport, ya que al estar el

motor en actividad todo el tiempo puede estar a un régimen constante, con el cual logra un equilibrio en el consumo de combustible ya que la misma ECM y demás computadoras a bordo que interfieren para la toma de decisiones de la misma hacen que mantenga revoluciones adecuadas para aprovechar al máximo el combustible y ser más eficiente y eficaz comparado a un Modo Eco, diseñado más para el uso urbano donde sus prestaciones lo hacen optimo y el consumo de combustible juega a su favor.

- Las ventajas que presenta el Modo Eco son principalmente en la conducción urbana, ya que esta entrega la potencia requerida por el conductor con un ligero retardo y siempre activando primero el motor eléctrico en la partida, activando el motor de combustión una vez que el vehículo se encuentra en movimiento para así reducir la partida brusca y aceleración que se genera al momento de romper la inercia del arranque. Pero hace de este un Modo de manejo menos eficaz ya que al estar en carretera a velocidades superiores a los 80 km/h la descarga de la batería se da rápidamente y dependiendo de las condiciones de la carretera puede hacer que el consumo de combustible se eleve incluso hasta igualar a un vehículo de combustión interna de su misma cilindrada, es por esto que es más factible para los viajes extraurbanos utilizar el Modo Sport, que mantiene al motor encendido durante todo momento y una vez alcanzada la carga mínima de energía que necesita la batería. El motor pasa a trabajar a revoluciones constantes que permiten optimizar el consumo de combustible y a mantener el vehículo circulando a la vez, haciendo de este modo de manejo eficiente y eficaz para carretera. Sin antes hay que mencionar que el torque es mayor debido a la configuración y da una respuesta más precisa al momento de realizar sobrepasos o incluso reducir el consumo en zonas montañosas donde el Modo Eco no es el idóneo para utilizar. Aunque el Modo Sport es el ideal para uso extraurbano, no lo es para

el urbano ya que la respuesta al acelerador es más sensible por el mayor torque que ofrece, y desde la partida activar el motor de combustión a altas revoluciones. Hace que este consuma una cantidad de combustible considerable y que no necesita ya que por el tráfico de la ciudad las velocidades que se alcanzan son bajas, por lo tanto, solo se lo recomienda para uso extraurbano y para momentos en los cuales se necesita de una aceleración más efectiva y rápida.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda socializar esta investigación y divulgarla en las diferentes plataformas y medios para el conocimiento de propietarios de este tipo de vehículos, que les permitirá no solo conocer mejor su automóvil, sino que también optimizará sus viajes en carretera, principalmente en viajes largos que impliquen elevaciones constantes donde el rendimiento del motor disminuye al contar con la batería de alto voltaje con baja carga.
- Se debe mantener el vehículo con el cual se realizan las pruebas en óptimas condiciones de funcionamiento, para poder obtener resultados reales y precisos. Realizando los mantenimientos preventivos o correctivos respectivamente que requerirá en el momento necesario y con esto no solo lograremos obtener los resultados esperados, sino que también permiten reducir el consumo de combustible y emisiones contaminantes que genera un vehículo en mal estado.
- Para complementar esta investigación, se recomienda realizar estudios relacionados a: análisis de gases contaminantes emitidos y también temas relacionados con la generación de un manual de manejo eficiente y eficaz de los vehículos híbridos ya que abarcan un mercado cada vez superior junto con las nuevas alternativas a los vehículos convencionales.
- Se recomienda realizar investigaciones similares en distintas carreteras del país, que presenten condiciones diferentes a las obtenidas, con la finalidad de comparar y analizar los datos obtenidos y constatar si los resultados cambian a favor del modo de manejo opuesto al obtenido en este proyecto.

## Bibliografía

- Advanced Converter . (2021). *Conversion de kilómetro por litro a litro por 100 kilómetros*.  
<https://www.advancedconverter.com/es/otros-convertidores/consumo-de-combustible/kil%C3%B3metros-por-litro-a-litros-por-100-km>
- Al-Samari, A. (2017). *Study of Emission and Fuel Economy for Parallel Hybrid versus Conventional Vehicles on Real World and Standard Driving Cycles*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301539>
- Araujo Asgan, E. (2015). *Estudio y Análisis del Sistema de Freno Regenerativo del Vehículo Híbrido Toyota Prius* [tesis de universidad, Universidad Internacional del Ecuador].  
Repositorio Virtual UIDE.  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/843/1/T-UIDE-19.pdf>
- Ávila, D. (2019). *5 consejos para ahorrar combustible en los vehículos híbridos*. Consultado el 14 de agosto del 2021.  
<https://www.actualidadmotor.com/consejos-ahorrar-combustible-coche-hibrido/>
- BBVA. (2021). *¿Qué es el Combustible Fósil?*  
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-combustible-fosil-la-energia-que-se-obtiene-de-la-materia-organica/>
- Burgueño, E. (2020). *Volumen de Ventas de Vehículos Híbridos*. Consultado el 21 de septiembre del 2021.  
<https://es.statista.com/estadisticas/1134807/volumen-ventas-vehiculos-hibridos-ecuador/>
- Castillo, F. X., & Torres, A. (2011). *Análisis de Rendimiento, Consumo y Emisiones Generadas por los Vehículos Híbridos* [tesis de universidad, Escuela Superior Politécnica Nacional].  
Repositorio Virtual ESPE.

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4572/1/T-ESPEL-0846.pdf>

Compramos tu coche. (2018). *Coches híbridos: ventajas e inconvenientes*. Consultado el 21 de septiembre del 2021.

<https://www.compramostucoche.es/magazine/coches-hibridos-ventajas-e-inconvenientes/>

El Comercio. (2019). *Decreto 883 Establece que el Alza de las Gasolinas y Diesel Regirá desde octubre del 2019*. Consultado el 21 de agosto del 2021.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/decreto-alza-gasolinas-diesel-subsidios.html>

El Comercio. (2020). *Análisis de la cantidad de derivados en Ecuador se inició*. Consultado el 21 de agosto del 2021.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/analisis-calidad-derivados-ecuador-inicio.html>

El Telégrafo. (2019). *Los vehículos híbridos también se operan en modo eléctrico*. Consultado el 21 de agosto del 2021.

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/vehiculos-hibridos-electricos>

EUROFORUM Deutchland SE. (2016). *The Automotive TM, HEV and EV Drives Magazine By CTI*.

[https://drivetrain-symposium.world/downloads/pdf/CTImag\\_7\\_web.pdf](https://drivetrain-symposium.world/downloads/pdf/CTImag_7_web.pdf)

González, R., Rodríguez, Y., García, Y., & Fernández, L. (2010). *Consumo de Combustible de los Motores de Combustión Interna*. Consultado el 18 de abril del 2021.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s2071-00542010000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2071-00542010000100001)

Hyundai España. (2017). *HEV Guía de Respuesta ante Emergencias*. Consultado el 25 de agosto del 2021.

- <https://www.hyundai.es/guiasdeemergencia/HEV-Guia-de-Emergencia.pdf>
- Hyundai Motor Group Tech. (2020). *HEV-PHEV El futuro con dos Corazones*. Consultado el 25 de agosto del 2021.
- <https://tech.hyundaimotorgroup.com/es/electrification/hev-phev/>
- Jaramillo Cabrera, E. (2018). *Sistema de Frenos Regenerativos en Autos Eléctricos e Híbridos* [tesis de universidad, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Virtual UIDE.
- <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16215/1/T-UCE-0010-FIL-092.pdf>
- Kim, H., Wi, J., Yoo, J., Son, H., Park, C., & Kim, H. (2018). *a Study on the Fuel Economy Potential of Parallel and Power Split Type Hybrid Electric Vehicles*. Consultado el 25 de agosto del 202.
- <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/8/2103/htm>
- Lima, B. A., & Gálvez, E. J. (2016). *Análisis del Consumo de Combustible de los Vehículos de Categoría M1* [tesis de universidad, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Virtual UPS.
- <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12167/1/UPS-CT006109.pdf>
- Lima, E. (2021). *Tesla Estudia Mudar su Material de Baterías Utilizado para Garantizar su Distribución*.
- <https://olhardigital.com.br/2021/02/27/carros-e-tecnologia/tesla-estuda-mudar-material-utilizado-em-suas-baterias-para-garantir-distribuicao/>
- López Terán, J. (2013). *Evaluación del Consumo de Combustible de Vehículos Livianos en el Distrito Metropolitano de Quito* [tesis de universidad, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN.
- <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8064/4/CD-5190.pdf>



Martínez, J. (2014). *Autos Híbridos*. Consultado el 21 de agosto del 2021.

[http://www.jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Autos\\_Hibridos.pdf](http://www.jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Autos_Hibridos.pdf)

Menchaca, H., & Mendoza, A. (2013). *Diseño de un Vehículo Híbrido y su Contraparte de*

*Combustión interna*. Consultado el 21 de septiembre del 2021.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-)

[49992013000200008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000200008)

Motorpasión. (2020). *Como elegir entre los modos de conducción de un híbrido eléctrico para optimizar su comportamiento*. Consultado el 16 de septiembre del 2021.

<https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-elegir-modos-conduccion-hibrido-electrico-para-optimizar-su-comportamiento>

Orozco, M. (2015). *Las cuotas de importación afectaron la oferta de híbridos*. Consultado el 18 de agosto del 2021.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/cuotas-importacion-afectaron-oferta-hibridos.html>

Repsol. (2021). *¿Cómo es el proceso de refinó?* Consultado el 15 de agosto del 2021.

<https://www.repsol.com/es/conocenos/que-hacemos/refino/index.cshtml>

Roa, S. (2011). *Diseño del Tren Motriz de un Vehículo Híbrido Todoterreno* [ tesis de universidad,

Universidad de los Andes]. Repositorio Virtual UniAndes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/24800/u607940.pdf?sequence=>

1

Rus Arias, E. (2020). *Investigación Exploratoria*. Consultado el 25 de septiembre del 2021.

<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-exploratoria.html>

Vergara, O., & Estrella, T. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo y Estimación del Consumo de Combustible de Automóviles de la Alcaldía de Montería [tesis de universidad, Universidad de Córdoba]*. Biblioteca Digital Universidad de Córdoba <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/548/Documentacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Waliño Ullan, P. (16 de Julio de 2020). *Vehículos híbridos, Pasado, presente y futuro [tesis de maestría, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona]*. Repositorio Virtual UPC. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329690/tfm-wali-o-pablo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>