



**Implementación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para un vehículo eléctrico biplaza para la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE**

Sangucho Fernández, Andrés Ismael y Vizquete Velasco, Xavier Alejandro

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David

23 de agosto de 2023

## Reporte de verificación de contenidos



### Tesis Vehiculo BIPLAZA - Sangucho y ...

#### Scan details

Scan time: August 23th, 2023 at 18:40 UTC

Total Pages: 34

Total Words: 8328

#### Plagiarism Detection



8.5%

##### Types of plagiarism

Type	Percentage	Words
Identical	3.4%	282
Minor Changes	2.6%	217
Paraphrased	2.5%	207
Omitted Words	0%	0

#### AI Content Detection

N/A

##### Text coverage

- AI text
- Human text

#### Plagiarism Results: (48)

**Diseño y construcción del sistema de dirección de u...** 1%

<https://idspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15520/1/up...>

Lluisaca Aucapiña, Carlos Alfredo  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ Trabajo de titulación previo a la...

**Mundo Repuesto** 0.9%

<https://www.mundorepuesto.com/noticia/tipos-de-frenos-qu...>

CATEGORIAS MOTOS CAMIONES CONTAC...

**MATERIAL-PARA-CUARTO-G-SEMANA-DEL-18-DE-OCT...** 0.9%

<http://www.enr.dhpw-content/uploads/2021/03/material-para...>

SUSPENSIÓN DE UN EJE RÍGIDO V/S UN EJE INDEPENDIENTE PROFESOR:  
VICTOR RABANAL CURSO: CUARTO G AE3.- INSPECCIONA DIFERENTES...

Ing. Carrera Tapia Romel David  
C.C. 0503393258  
Director de Trabajo de Titulación



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

### Certificación

Certifico que la monografía: **"Implementación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para el vehículo eléctrico biplaza"** fue realizada por los señores **Sangucho Fernández, Andrés Ismael y Vizúete Velasco, Xavier Alejandro**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 22 Agosto del 2023

**Ing. Carrera Tapia, Romel David**

C. C.:0503393258

**Director del Trabajo de Titulación**



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

### Autorización de Publicación

Nosotros **Sangucho Fernández, Andrés Ismael** y **Vizúete Velasco, Xavier Alejandro** con cédulas de ciudadanía n° 1725385569 y 1753671179, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **"Implementación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para el vehículo eléctrico biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 22 Agosto 2023

Firma

**Sangucho Fernández, Andrés Ismael**

C.C.: 1725385569

Firma

**Vizúete Velasco, Xavier Alejandro**

C.C.: 1753671179



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**  
**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Sangucho Fernández, Andrés Ismael y Vizuite Velasco, Xavier Alejandro**, con cédulas de ciudadanía n° 1725385569 y 1753671179, declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"Implementación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para el vehículo eléctrico biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 22 Agosto 2023

Firma

**Sangucho Fernández, Andrés Ismael**

C.C.:1725385569

Firma

**Vizuite Velasco, Xavier Alejandro**

C.C.: 1753671179

### **Dedicatoria**

Dedico este esfuerzo a mis padres Willian Sangucho, Miryan Fernández, que me han apoyado y alentado en todo momento, que me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia, que me han dado la oportunidad de estudiar y crecer como persona. Gracias por su amor incondicional y su ejemplo de vida. Esta monografía es el fruto de su sacrificio y su confianza.

A mi hermana, que ha sido mi mejor amiga y mi compañera de aventuras, que me ha ayudado y apoyado en los momentos más difíciles, que me ha hecho reír y soñar. Le agradezco su cariño incondicional y su alegría de vivir. Esta tesis es también un homenaje a ella.

***Sangucho Fernández, Andrés Ismael***

### **Dedicatoria**

A mis padres Hugo Vizuite, Doris Velasco por su apoyo incondicional en todas las situaciones difíciles que se me han presentado a lo largo del camino, me han enseñado a perseverar y dar lo mejor de mí en las situaciones adversas y sobre todo mis errores han sabido apoyarme y darme fuerzas para continuar, por dicho motivo esta tesis es fruto de su esfuerzo y confianza en mí.

A mis hermanas, por ser la fuente de mi inspiración y sobre todo el cariño, respeto y comprensión que me han brindado a lo largo de mi vida, quiero que sepan que este esfuerzo es también dedicado a ellas.

***Vizuite Velasco, Xavier Alejandro***

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres, que me han apoyado y animado en todo momento, que me han dado su confianza y su cariño, que me han ayudado a superar los obstáculos y los desafíos, que me han celebrado los éxitos y los aprendizajes. Les agradezco su amor incondicional y su orgullo por mí. Esta monografía y esta graduación son el resultado de su esfuerzo y su fe.

También agradezco mi tutor académico Ing. Rommel Carrera, que me ha guiado y asesorado con profesionalismo y paciencia, que me ha brindado su conocimiento y su experiencia, que me ha motivado y estimulado a mejorar y a innovar, que me ha acompañado y respaldado en todo el proceso de investigación y redacción. Le agradezco su dedicación y su confianza.

Y, por último, pero no menos importante agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que me ha acogido y formado con calidad y excelencia, que me ha ofrecido los recursos y las facilidades para realizar mi monografía, que me ha permitido acceder a una educación superior de primer nivel, que me ha abierto las puertas a un mundo de conocimiento y de posibilidades. Le agradezco su compromiso y su visión. Esta monografía y esta graduación son el fruto de su labor y su prestigio.

***Sangucho Fernández, Andrés Ismael***

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por permitirme vivir todas estas lindas experiencias a lo largo del camino y por darle salud y vida a mis padres. También agradezco a mis padres por brindarle la confianza y darme mucho amor en momentos donde me iba a dar por vencido, agradezco con el corazón sus enseñanzas las cuales forjaron al hombre en el que me he convertido.

También agradezco a mi tutor académico Ing. Romel Carrera por tener la paciencia y la voluntad de enseñarme en mi proceso de aprendizaje me ha brindado su conocimiento y su experiencia, que me ha motivado y estimulado a mejorar y a innovar.

Y por último agradezco a mis amigos quienes han sido mi más grande apoyo en situaciones difíciles, con ellos pasamos tantas aventuras llenas de tristeza, alegría y aprendizaje se podría decir que gracias a ellos mejore como ser humano y como próximo profesional.

***Vizuite Velasco, Xavier Alejandro***

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenidos.....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Contenidos.....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>13</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo I: Planteamiento del Problema .....</b>	<b>19</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>21</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>22</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>23</b>
<b><i>Objetivo General</i>.....</b>	<b>23</b>

	10
<i>Objetivos Específicos</i> .....	23
Alcance .....	23
Capítulo II: Marco Teórico .....	24
Sistema de Dirección Automotriz.....	24
<i>Historia</i> .....	24
<i>Evolución del Sistema de Dirección</i> .....	24
Componentes de la Dirección .....	25
<i>Volante de Dirección</i> .....	25
<i>Barra de Dirección</i> .....	26
<i>Rotulas y Varillas de Dirección</i> .....	27
Dirección de asistencia electrónica .....	27
Tipos de Direcciones Eléctricas.....	28
<i>Column Drive</i> .....	28
<i>Piñón Drive</i> .....	29
<i>Rack Drive</i> .....	30
Mantenimiento .....	30
<i>Mantenimiento preventivo</i> .....	30
Sistema de suspensión.....	31
Importancia del sistema de suspensión en el rendimiento del vehículo.....	32
Efectos de la suspensión en los ocupantes del vehículo. ....	33
Elementos de la suspensión.....	33

<b>Elementos Elásticos.....</b>	<b>34</b>
<i>Barras de torsión.....</i>	<i>34</i>
<i>Resortes de Ballesta.....</i>	<i>35</i>
<i>Resortes helicoidales.....</i>	<i>35</i>
<i>Barras estabilizadoras.....</i>	<i>36</i>
<i>Brazos de suspensión.....</i>	<i>37</i>
<i>Rotula y Silentblock.....</i>	<i>37</i>
<b>Clasificación de los sistemas de suspensión .....</b>	<b>38</b>
<i>Suspensión Independiente y Suspensión Rígida.....</i>	<i>38</i>
<b>Suspensión de Resortes y Suspensión de Amortiguadores.....</b>	<b>39</b>
<b>Tipos de sistemas de frenos.....</b>	<b>40</b>
<i>Sistema de frenos de tambor.....</i>	<i>40</i>
<i>Sistema de frenos de disco.....</i>	<i>40</i>
<i>Sistema de frenos antibloqueo (ABS).....</i>	<i>41</i>
<i>Sistema de frenos regenerativos.....</i>	<i>42</i>
<i>Sistema de frenos hidráulicos.....</i>	<i>42</i>
<b>Capítulo III: Desarrollo del Proyecto.....</b>	<b>44</b>
<b>Selección del Sistema de Dirección.....</b>	<b>44</b>
<b>Selección del Sistema de Suspensión.....</b>	<b>46</b>
<b>Selección del Sistema de Frenos .....</b>	<b>48</b>
<b>Capítulo IV: Prueba de Funcionamiento.....</b>	<b>63</b>

Prueba de Funcionamiento de los Sistemas de Dirección, Suspensión y Frenos	.63
<b>Capítulo V: Marco Administrativo</b>	<b>65</b>
Recursos Humanos	65
Recursos Tecnológicos	65
Recursos Materiales	66
Presupuesto	67
<b>Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>68</b>
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
<b>Bibliografía</b>	<b>70</b>
<b>Anexos</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Eje tirado por caballos</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Vehículo con dirección electro asistida actual</i> .....	25
<b>Figura 3</b> <i>Posición del Volante</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Columna de Dirección</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Rotulas y Varillas</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Dirección de asistencia electrónica</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>EPS con montaje sobre la columna de dirección</i> .....	28
<b>Figura 8</b> <i>Montaje sobre el piñón</i> .....	29
<b>Figura 9</b> <i>Rack Drive sobre la cremallera</i> .....	30
<b>Figura 10</b> <i>Sistema de Suspensión</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Rendimiento del Sistema de Suspensión</i> .....	32
<b>Figura 12</b> <i>Suspensión en los ocupantes del vehículo</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Barras de Torsión</i> .....	34
<b>Figura 14</b> <i>Resortes de Ballestas</i> .....	35
<b>Figura 15</b> <i>Resortes Helicoidales</i> .....	36
<b>Figura 16</b> <i>Rack Drive sobre la cremallera</i> .....	36
<b>Figura 17</b> <i>Brazos de Suspensión</i> .....	37
<b>Figura 18</b> <i>Rotula y Silentblock</i> .....	37
<b>Figura 19</b> <i>Suspensión rígida y suspensión independiente</i> .....	38
<b>Figura 20</b> <i>Suspensión de resortes y amortiguadores</i> .....	39
<b>Figura 21</b> <i>Sistema de frenos de tambor</i> .....	40
<b>Figura 22</b> <i>Sistema de Frenos de Disco</i> .....	40
<b>Figura 23</b> <i>Sistema de frenos antibloqueo (ABS)</i> .....	41
<b>Figura 24</b> <i>Sistema de frenos regenerativos</i> .....	42

<b>Figura 25</b> Sistema de frenos hidráulicos.....	42
<b>Figura 26</b> Instalación del volante.....	50
<b>Figura 27</b> Instalación de la barra de dirección.....	50
<b>Figura 28</b> Instalación de la barra de dirección izquierda.....	51
<b>Figura 29</b> Juntas universales del árbol de dirección con el juego de suspensión.....	51
<b>Figura 30</b> Mecanismo de dirección e instalación de guardapolvos.....	52
<b>Figura 31</b> Cuadre de la dirección para que los amortiguadores encajen.....	52
<b>Figura 32</b> Mesa de suspensión delantera.....	53
<b>Figura 33</b> Mesa inferior de la parte delantera de la estructura.....	53
<b>Figura 34</b> Muelles (Suspensión Rígida).....	54
<b>Figura 35</b> Fijaciones encontradas.....	54
<b>Figura 36</b> Fijaciones en la mesa inferior.....	55
<b>Figura 37</b> Soldadura de puntos en las fijaciones.....	55
<b>Figura 38</b> Instalación de los componentes de la suspensión.....	56
<b>Figura 39</b> Instalación de la suspensión posterior.....	56
<b>Figura 40</b> Instalación de los muelles delanteros.....	57
<b>Figura 41</b> Instalación de la mesa delantera.....	57
<b>Figura 42</b> Soldadura y fijaciones de puntos para el sistema de freno.....	58
<b>Figura 43</b> Implementación y fijación del disco de freno.....	58
<b>Figura 44</b> Implementación del Caliper de freno y las pastillas.....	59
<b>Figura 45</b> Implementación de mangueras para el líquido de frenos.....	59
<b>Figura 46</b> Desmontaje de la bomba de freno.....	60
<b>Figura 47</b> Revisión de los cauchos de la bomba de freno.....	60
<b>Figura 48</b> Armado de la bomba de frenos.....	61
<b>Figura 49</b> Colocación del líquido de frenos y la tapa del tanque.....	61
<b>Figura 50</b> Colocación de las ruedas al vehículo.....	62

<b>Figura 51</b> <i>Modelo del Vehículo Monoplaza finalizado</i> .....	63
<b>Figura 52</b> <i>Prueba de funcionamiento del UTV</i> .....	64

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Beneficios y Contradicciones de los Sistemas de Dirección.....</i>	44
<b>Tabla 2</b> <i>Beneficios y Contradicciones de los Sistemas de Suspensión.....</i>	46
<b>Tabla 3</b> <i>Beneficios y Contradicciones de los Tipos de Sistemas de Frenos.....</i>	48
<b>Tabla 4</b> <i>Recursos humanos empleados en la monografía .....</i>	65
<b>Tabla 5</b> <i>Recursos tecnológicos empleados en la monografía .....</i>	65
<b>Tabla 6</b> <i>Recursos materiales empleados en la monografía.....</i>	66
<b>Tabla 7</b> <i>Presupuesto empleado en la monografía.....</i>	67

## Resumen

La presente monografía describe ampliamente la instalación de sistemas de dirección, suspensión y frenos adecuados para un vehículo eléctrico biplaza, dado que se requiere que cada uno de los vehículos cuenten con los elementos de confort para que el bienestar del conductor y los pasajeros se mantenga. Por tal motivo, se requiere un análisis exhaustivo de cada uno de los tipos de sistema que se desea implementar, evaluando así los beneficios y contradicciones que pudiese existir en cada uno de los casos. Para lo cual se ha planteado como objetivo general del trabajo implementar sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para el vehículo eléctrico biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE mediante el análisis y la practico directa en vehículos eléctricos. Donde se ha empleado en principio una revisión bibliográfica para la recolección de la información necesaria para la construcción de este tipo de vehículo dentro de la ESPE, empleando así una metodología experimental en base a la construcción directa del prototipo y posterior una prueba para conocer el funcionamiento de este vehículo en cuanto a los movimientos, desplazamientos y direccionales del mismo, cumpliendo las exigencias para que el vehículo cuente con una resistencia mayor a la esperada.

*Palabras Clave:* automóvil biplaza, sistema de dirección, sistema de frenos, sistema de suspensión

### **Abstract**

This monograph broadly describes the installation of adequate steering, suspension and brake systems for a two-seater electric vehicle, since each of the vehicles is required to have the comfort elements so that the well-being of the driver and passengers is maintained. For this reason, an exhaustive analysis of each of the types of system to be implemented is required, thus evaluating the benefits and contradictions that could exist in each of the cases. For which the general objective of the work has been established to implement steering, suspension, and brake systems in the frame for the two-seater electric vehicle for the Higher Technology in Automotive Mechanics career of the Technology Management Unit - ESPE through analysis and Direct practice in electric vehicles. Where a bibliographical review has been used in principle for the collection of the necessary information for the construction of this type of vehicle within the ESPE, thus using an experimental methodology based on the direct construction of the prototype and later a test to know the operation of this vehicle in terms of its movements, displacements, and directions, meeting the requirements for the vehicle to have greater resistance than expected.

*Keywords:* two-seater car, direction system, braking system, suspension system

## Capítulo I

### Planteamiento del Problema

“Implementación de los sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para un vehículo eléctrico biplaza para la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la unidad de gestión de tecnologías”.

### Antecedentes

La red vial existente en las diversas comunidades del país enfrenta diariamente una serie de problemáticas en la forma en la cual se encuentran estas calles hoy en día, no es de sorprenderse que actualmente el gasto en reparaciones viales aumenta con el pasar de los años. Lo que aumenta igual el gasto para los dueños de los vehículos que han sufrido daños durante el transcurso en las vías de la región.

El tema de movilidad en Latacunga es una de las problemáticas que afecta a los conductores y ciudadanía (Massón, 2018), debido al crecimiento del parque automotor y las pocas alternativas viales con las que cuenta la ciudad. El caos vial aumenta cuando los estudiantes salen de los establecimientos educativos, provocando congestión e inmovilidad de los vehículos.

El gobierno ecuatoriano ha intervenido en la carretera de Latacunga de 64km en Cotopaxi, hace unos pocos meses se actualizaron 23 puntos importantes afectados por el invierno de 2022. El Gobierno aprobó una inversión de \$14,8 millones de Cotopaxi para la mejor vía que permitirá fortalecer la Red Vial del Estado. Del kilómetro 56 al 120 se respondieron 23 puntos clave, lo que resultó en un aumento del tiempo de viaje de aproximadamente 4.500 autos (Copa, 2023).

Los conocimientos técnicos-tecnológicos adquiridos durante el proceso de formación profesional en la Universidad de las Fuerzas Armadas, Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, propone plantear un sistema de dirección, suspensión y frenos para un vehículo eléctrico. A la hora de realizar la instalación de los sistemas, es importante estar siempre al tanto de las nuevas tecnologías y motivar a los jóvenes profesionales en el ámbito de cuidar el medio ambiente con el uso de los avances tecnológicos en la movilidad (Chasi, 2022).

En la rama automotriz la implementación de sistemas de suspensión dirección y frenos, sirven para mitigar y absorber diversas anomalías que se presentan en las carreteras. La forma en que se diseña el tipo de suspensión, dirección y frenos es de acuerdo con el tipo de vehículo en que se instalará, teniendo en cuenta el trabajo que realizará por lo que una suspensión blanda sirve para automóviles, la cual proporciona comodidad en el manejo (Altamirano & Lata, 2017).

Por lo general todos los sistemas que forman parte del vehículo son de suma importancia, el sistema de dirección, suspensión y frenos permiten que el vehículo se mueva en la dirección deseada, atravesase diferentes terrenos y proporcione la seguridad adecuada del conductor y pasajeros que se encuentren en el habitáculo (Solís, et al., 2022).

Finalmente, estos sistemas tienen la misión de mantener en contacto las llantas con el suelo de la carretera en todo momento, por lo cual es necesario realizar todas las uniones colindantes con los diferentes sistemas resistentes a cualquier percance, también uno de los datos más importantes es que cada uno apoya a que el manejo del chofer y de los pasajeros sea de mejor forma en cuanto al confort y la competencia de cada uno.

## Planteamiento del Problema

En varias universidades del país se han diseñado sistemas vehiculares para mejorar la conducción y el confort del conductor, que cabe destacar se fundamentan en el mal estado de las vías y, a la mala calidad de los materiales utilizados, causando así que la suspensión del vehículo se dañe fácilmente (Jacome , 2022). El mal estado de las vías representa uno de los principales problemas para la movilización y cuidado de los vehículos debido al sobreesfuerzo que realiza el automóvil por cumplir cada uno de los trayectos aun cuando sus sistemas de suspensión y frenado pueden llegar a fallar de manera indefinida.

El sistema de dirección y frenos de un vehículo es esencial para la seguridad y control del conductor y los pasajeros; sin embargo, a veces estos sistemas pueden fallar, lo que resulta en accidentes y lesiones graves. Un problema común con la dirección es la pérdida de control del vehículo debido a la falta de respuesta del volante. Chirinos (2022) menciona que esto puede deberse a fallas en la dirección hidráulica, problemas con las ruedas y neumáticos, o piezas defectuosas en el sistema de suspensión.

Por otro lado, la suspensión es crucial para mantener la estabilidad del vehículo al minimizar la vibración y el impacto de la carretera (López & Batista , 2021). Provocando que el fallo de la misma, provoque que el conductor pierda el control del vehículo debido a la falta de agarre de los neumáticos, especialmente en condiciones de lluvia o nieve. Finalmente, los frenos son el sistema de seguridad más importante de un vehículo (Enriquez , 2020). Una falla en los frenos, como deficiencias en las pastillas de freno, un aumento en la distancia de frenado y la pérdida de eficacia en el frenado, puede ser fatal para los pasajeros, peatones y otros conductores.

Por lo tanto, el planteamiento del problema se centra en cómo mejorar y mantener los sistemas de dirección, suspensión y frenos para garantizar la seguridad en las carreteras y

prevenir accidentes graves, siendo así una forma de apoyo para la implementación de estos sistemas desde prototipos básicos hasta vehículos automatizados de grandes compañías dando confort, seguridad y estabilidad al momento de la conducción.

### **Justificación**

La implementación de sistemas de dirección, frenos y suspensión para vehículos eléctricos es un tema de gran importancia y relevancia en la actualidad debido a la creciente demanda de vehículos eléctricos y la necesidad de mejorar la seguridad y el rendimiento de estos.

La implementación de este proyecto ayudará a la construcción de prototipos que cumplan con los requisitos, estructuras y características que brinden un rendimiento efectivo y las cargas a las que se someten sucesivamente los ejes de los automóviles para mejorar la similitud.

El desarrollo de la monografía radica en la necesidad de analizar y evaluar la implementación de sistemas de dirección, frenos y suspensión en los vehículos eléctricos, por el fundamental uso que tienen dichos sistemas en un vehículo, garantizando así un mejor rendimiento y mayor seguridad en la conducción; debido a que proporciona una nueva forma de cuidado y contacto con las ruedas y la acera de manera directa evitando así posibles derrapes por una mala suspensión.

En este sentido, el desarrollo del estudio se enfocará en la evaluación y el análisis de las diferentes tecnologías y sistemas disponibles para mejorar la dirección, los frenos y la suspensión en los vehículos eléctricos. Resultando beneficioso para todas las personas a futuro que adquieran un vehículo eléctrico, dando así una mayor confianza y seguridad de que el transporte cumple con cada una de las necesidades del conductor, reconocimiento las

ventajas y desventajas de cada sistema, mediante la identificación de las soluciones para asegurar un rendimiento sólido y una mayor seguridad.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Implementar sistemas de dirección, suspensión y frenos en el bastidor para el vehículo eléctrico biplaza para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE mediante el análisis y la practico directa en vehículos eléctricos.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar sobre los tipos de sistemas de dirección, suspensión y frenos utilizados en automóviles, sus características, modo de empleo y funcionamiento de cada uno de ellos.
- Seleccionar los sistemas de dirección, suspensión y frenos con las mejores características, tanto en rendimiento, eficiencia y costo para implementarse en el vehículo eléctrico biplaza.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los sistemas automotrices implementados en el vehículo eléctrico prototipo biplaza.

## **Alcance**

El propósito del estudio es analizar la implementación de sistemas de frenos, dirección y suspensión en vehículos de alta gama, enfocándose en las últimas tendencias en tecnología y diseño en la industria automotriz. Se describirán en detalle los diferentes componentes de estos sistemas, desde los frenos de disco y tambores hasta los sistemas de suspensión adaptativos y electrónicos. Se explorarán los principales fabricantes y proveedores de estos sistemas y se compararán sus características y rendimiento.

## Capítulo II

### Marco Teórico

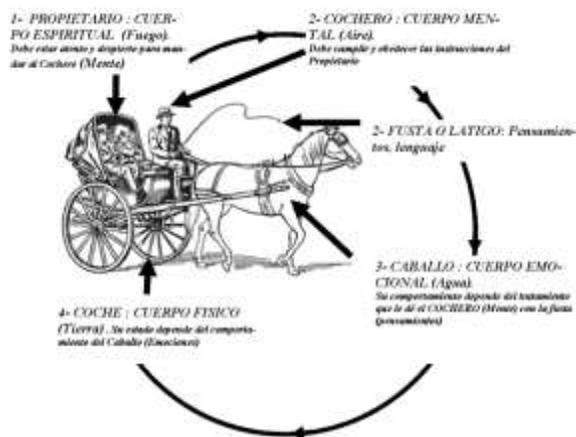
#### Sistema de Dirección Automotriz

##### Historia

En la evolución del transporte automotriz, el eje inicial de la dirección era controlado por animales de carga. En los primeros vehículos, su orientación se lograba mediante una palanca o manubrio manipulada manualmente. La progresión de la tecnología del automóvil permitió la inclusión del volante, el cual proporciona una mayor destreza en el manejo y sigue siendo un componente esencial en los vehículos actuales (Ponluisa, 2020).

#### Figura 1

##### Eje tirado por caballos



*Nota.* En la imagen se puede observar el primer medio de transporte empleado en la antigüedad.

Tomado de (Churuchumbi & Jinez, 2022)

##### Evolución del Sistema de Dirección

A medida que el tiempo pasó, se introdujo un sistema de asistencia para la dirección.

Durante las décadas de los años 40 y 50, se utilizó en Estados Unidos un sistema de

dirección con asistencia que permitía una reducción en la fuerza necesaria para girar. Una desventaja peligrosa fue debido a su suavidad. Como resultado de esta falla, se desarrollaron dispositivos que hicieron que la dirección se endureciera y volviera a la normalidad a medida que la velocidad del vehículo aumentaba (Mamani, 2020).

## **Figura 2**

*Vehículo con dirección electro asistida actual*



*Nota.* En la imagen se puede ver un ejemplo de un vehículo electro asistido. Tomado de (Tuemmers, et al., 2019).

## **Componentes de la Dirección**

### ***Volante de Dirección***

El elemento que permite la manipulación de la dirección es esencial. Su eficacia depende de la comodidad del conductor al volante y su adaptación ergonómica, lo que también influye en la estabilidad y el agarre del vehículo en la carretera (Quezada, 2021).

### Figura 3

#### Posición del Volante



*Nota.* La postura adecuada al manejar es fundamental para prevenir accidentes y para estar preparado en caso de un choque. Tomado de (Quezada, 2021).

#### **Barra de Dirección**

La barra de dirección es un componente tubular que conecta el soporte del chasis con la barra de dirección a través de placas y un acople hacia el volante. Su función principal es convertir el movimiento del volante en un giro de la columna de dirección, lo que a su vez mueve las barras de dirección y los neumáticos del vehículo. Este sistema es de fácil comprensión y es vital para la seguridad durante la conducción, por lo que es importante mantenerlo en buen estado y realizar revisiones periódicas para detectar posibles fallos (Narváez, 2021).

### Figura 4

#### Columna de Dirección



*Nota.* En la imagen se observa la columna de dirección del volante de un automóvil eléctrico. Tomado de (Narváez, 2021).

### ***Rotulas y Varillas de Dirección***

Las varillas y rótulas son esenciales para permitir el movimiento de las ruedas y se unen a la columna de dirección. La longitud de estas varillas y rótulas puede ser modificada para variar la convergencia o divergencia de las ruedas, lo que proporciona una conducción más estable y segura (Llvisaca, 2018).

### **Figura 5**

*Rotulas y Varillas*



*Nota.* En la imagen se observa la composición de la rótula y las varillas del sistema de suspensión. Tomado de (Torres, et al., 2021).

### **Dirección de asistencia electrónica**

Las direcciones EPS, abreviatura de Electrical Powered Steering, son un tipo de sistema de dirección asistida más moderno que utiliza un motor eléctrico para proporcionar asistencia en la dirección. Una de sus principales ventajas frente a los sistemas hidráulicos y electrohidráulicos es que no requieren una bomba hidráulica y,

por lo tanto, son más sencillos y livianos. Además, en comparación con la dirección hidráulica, los vehículos equipados con EPS consumen menos combustible y ofrecen nuevas funciones de seguridad y comodidad (Autopartes, 2020).

## Figura 6

### *Dirección de asistencia electrónica*



*Nota.* La imagen demuestra las partes existentes la columna de dirección del volante de un automóvil. Tomado de (Acero, 2019).

## Tipos de Direcciones Eléctricas

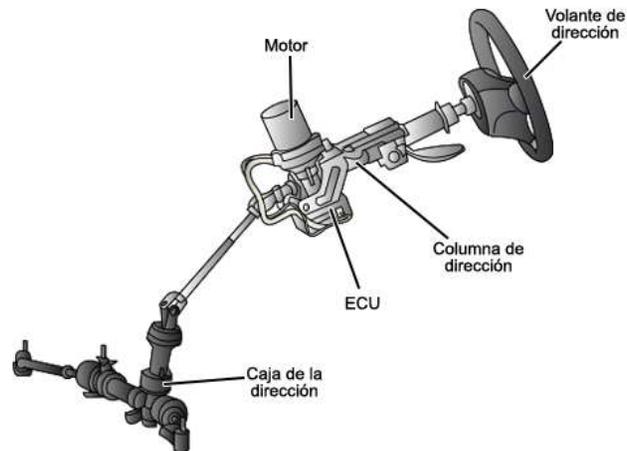
De acuerdo con el lugar donde se emplea la asistencia, las direcciones eléctricas se dividen.

### ***Columna Drive***

El sistema de Columna Drive hace uso de un mecanismo de ayuda en la columna de dirección que resulta muy popular y asequible. Se suele instalar en automóviles compactos con una disposición de motor delantero bajo. El motor eléctrico se sitúa en la propia columna de dirección, que se encuentra dentro del habitáculo del vehículo, lo que permite que las áreas de alta temperatura queden ubicadas bajo el capó de este (Churuchumbi & Jinez, 2022).

## Figura 7

### EPS con montaje sobre la columna de dirección



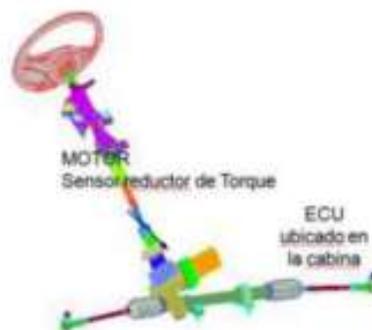
*Nota.* La imagen demuestra cómo se realiza el montaje de cada una de las partes de la columna de dirección del volante de un automóvil eléctrico. Tomado de (Churuchumbi & Jinez, 2022).

### Piñón Drive

El sistema Piñón Drive utiliza un método sencillo para proporcionar asistencia de dirección, en el que se incorpora en el piñón. El motor eléctrico se ubica en la base de la dirección, cerca de la entrada de la cremallera, sin afectar la columna ni los cardanes debido a que no necesita ser sobredimensionados (Arrata & Yoza, 2020).

### Figura 8

*Montaje sobre el piñón*



*Nota.* En la imagen se observa el montaje de la columna de dirección en el piñón correspondido para la dirección. Tomado de (Torres, et al., 2021).

### ***Rack Drive***

Este método se utiliza en la dirección de cremallera y sólo se instala en automóviles de alta gama que tienen un peso en el eje delantero superior a 1 tonelada. El motor eléctrico del rack drive está ubicado en la cremallera (Fajardo, 2022).

### **Figura 9**

*Rack Drive sobre la cremallera*



*Nota.* La imagen observa de manera minuciosa la ubicación del Rack Drive. Tomado de (Arias, 2019).

### **Mantenimiento**

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que persiguen mantener en funcionamiento un objeto o recuperarlo al estado necesario para su correcto desempeño.

#### ***Mantenimiento preventivo***

Esta modalidad de mantenimiento surge como una solución a los problemas del mantenimiento correctivo, y se caracteriza por la sustitución programada de piezas o partes del sistema. Estos pueden generar fallos en un intervalo de tiempo definido estadísticamente o cuando se presente una falla antes de tiempo. Dado que las fallas

ocurren de manera aleatoria, es poco probable que el mantenimiento preventivo reemplace los elementos justo antes de que fallen. Lo cual puede llevar a una subutilización de la reserva del equipo.

Por lo tanto, es crucial aplicar criterios estadísticos precisos en la planificación de actividades de mantenimiento preventivo para determinar los momentos óptimos de intervención y evitar pérdidas significativas (Noroña & Gómez, 2019).

Las acciones típicas del mantenimiento preventivo incluyen pruebas de.

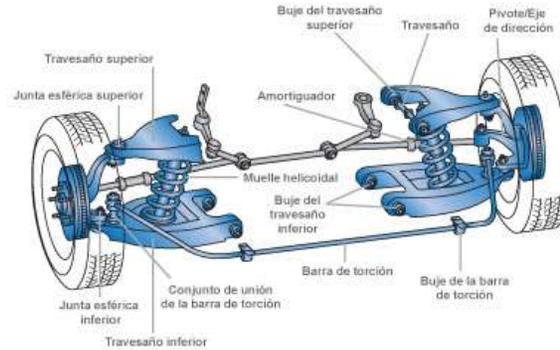
- Limpieza y revisión periódicas.
- Conservación de equipos y protección contra agentes ambientales.
- Control de lubricación.
- Reparación y recambio programado de los puntos débiles del sistema.

### **Sistema de suspensión**

El sistema de suspensión desempeña un papel fundamental en el rendimiento, la comodidad y la seguridad de los vehículos. Su principal función es mantener las ruedas en contacto constante con la superficie de la carretera, absorber las irregularidades del terreno y proporcionar estabilidad durante la conducción. Este sistema está compuesto por una serie de componentes, como amortiguadores, resortes, barras estabilizadoras y brazos de suspensión, que trabajan en conjunto para ofrecer un viaje suave y controlado (Tello, et al., 2022).

### **Figura 10**

*Sistema de Suspensión*



*Nota.* En la imagen se refleja en sistema de suspensión de un automóvil eléctrico. Tomado de (Solís, et al., 2022).

### **Importancia del sistema de suspensión en el rendimiento del vehículo.**

El sistema de suspensión tiene un impacto significativo en el rendimiento del vehículo, especialmente en términos de manejo y estabilidad. Según Johnson y Smith (2019), "un sistema de suspensión adecuado es crucial para lograr una respuesta precisa y predecible del vehículo durante la aceleración, el frenado y las maniobras en curvas" (p. 56). Un sistema de suspensión bien diseñado y ajustado puede mejorar la capacidad de maniobra del vehículo y su capacidad para mantener el control en diversas condiciones de manejo.

### **Figura 11**

#### *Rendimiento del Sistema de Suspensión*



*Nota.* En la imagen se refleja el rendimiento del sistema de suspensión de un automóvil

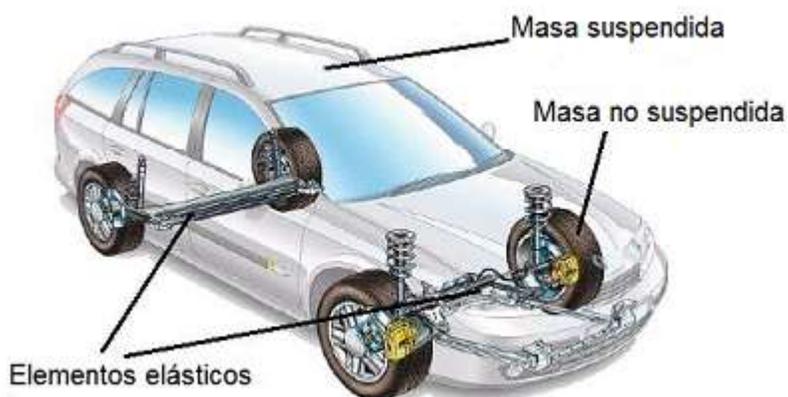
eléctrico. Tomado de (Gómez, 2019).

### **Efectos de la suspensión en los ocupantes del vehículo.**

La comodidad de los ocupantes del vehículo también está estrechamente relacionada con el sistema de suspensión. Galarza, (2017) señala que "una suspensión efectiva ayuda a reducir la transmisión de vibraciones y sacudidas al chasis del vehículo, lo que se traduce en un viaje más suave y cómodo para el conductor y los pasajeros" (p. 112). Los amortiguadores y los resortes juegan un papel fundamental en la absorción de las irregularidades de la carretera y en la reducción de las vibraciones transmitidas al habitáculo del vehículo.

### **Figura 12.**

*Suspensión en los ocupantes del vehículo*



*Nota.* Ejemplificación del sistema de suspensión de un automóvil eléctrico. Tomado de (Melendéz, 2021).

### **Elementos de la suspensión.**

Los elementos de un sistema de suspensión según las definiciones básicas expuestas por varios autores son estructuras elásticas que tienen la capacidad de deformarse de forma inmediata para poder absorber las irregularidades del camino en el cual se esté

transitando un vehículo, ya sea un coche convencional o un todo terreno. En palabras técnicas esto consiste de dos grandes grupos. el primero las masas suspendidas, el cual incluye chasis, carrocería y demás componentes. Y como segundo gran grupo son las masas no suspendidas que incluyen ejes, rodamientos, cardanes, ruedas, amortiguadores, etc. (Arias, 2019).

### **Elementos Elásticos**

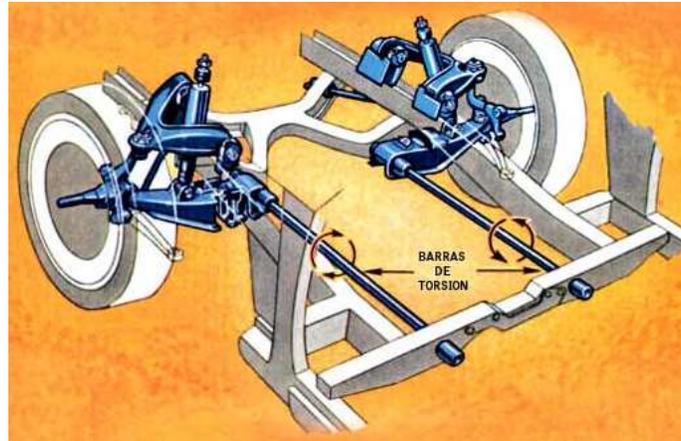
Se lo considera como uno de los resortes sobre los cuales descansan toda la masa suspendida del automotor. Dicho en palabras más formales, lo más lógico dentro de este tipo de elementos son su deformación ante los estímulos externos para que al final recuperen su posición original (Alomoto, 2019).

### ***Barras de torsión***

La barra de torsión se basa en el principio de torsión elástica para resistir las fuerzas que actúan sobre ella. Montanez (2020) explica que "la barra de torsión almacena energía torsional cuando se somete a una carga y libera esta energía cuando se produce un desplazamiento angular" (p. 42). Esto permite que la barra de torsión se flexione y actúe como un resorte, proporcionando una respuesta dinámica a las irregularidades del terreno y mejorando la estabilidad del vehículo.

### **Figura 13**

#### ***Barras de Torsión***



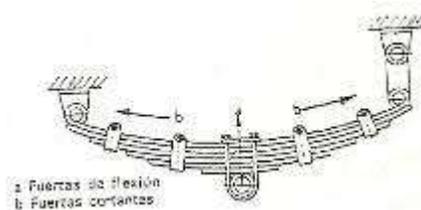
*Nota.* La imagen representa como se encuentra la barra de torsión en un vehículo automatizado. Tomado de (Infotaller, 2018).

### ***Resortes de Ballesta.***

El resorte de ballesta está compuesto por varias láminas de acero superpuestas y unidas en forma de arco. Estas láminas, también conocidas como hojas, están diseñadas para soportar las cargas y flexionarse cuando se someten a fuerzas externas.

### **Figura 14**

#### *Resortes de Ballestas*



*Nota.* La imagen representa la forma compuesta del resorte de ballesta de un automóvil. Tomado de (Infotaller, 2018).

### ***Resortes helicoidales***

León (2021) explica que los resortes helicoidales son ampliamente utilizados en la

industria automotriz debido a su capacidad para proporcionar una respuesta lineal y predecible ante las cargas aplicadas. Estos resortes son conocidos por su confiabilidad y durabilidad en aplicaciones que requieren una resistencia constante y una alta capacidad de carga.

### **Figura 15**

#### *Resortes Helicoidales*



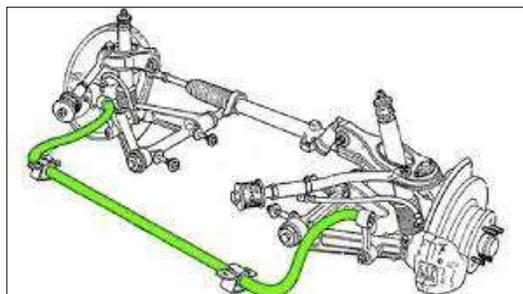
*Nota.* La imagen demuestra la estructura de los resortes del sistema de suspensión. Tomado de (Hidalgo, 2023)

#### ***Barras estabilizadoras.***

Los estabilizadores son parte del sistema de suspensión que se utiliza para reducir el balanceo de la carrocería cuando el vehículo toma una curva. Así, asegura la estabilidad del coche, mejorando el rendimiento y la seguridad.

### **Figura 16.**

#### *Rack Drive sobre la cremallera*



*Nota.* La imagen representa el uso de la barra estabilizadora en el chasis del automóvil.

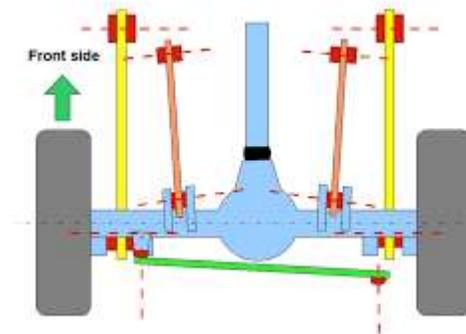
Tomado de (Reyes, 2018).

### ***Brazos de suspensión***

La función del brazo de suspensión es conectar los diversos componentes del sistema de suspensión para mantener todo unido y, por lo tanto, estandarizar la experiencia de conducción y garantizar la seguridad del automóvil.

### **Figura 17**

*Brazos de Suspensión*



*Nota.* La imagen demuestra la forma y trabajo de del brazo de suspensión. Tomado de (Alomoto, 2019).

### ***Rotula y Silentblock.***

Es un elemento fijo y de control que te permite subir y bajar, mantiene la geometría del neumático, es decir, actúa como un eslabón que es capaz de controlar el vehículo. Los silentblocks, por su parte, son elementos de goma vulcanizada que se fijan a la suspensión del chasis de tal forma que ninguna pieza metálica entre en contacto (Martínez, 2019).

### **Figura 18**

## Rotula y Silentblock



*Nota.* La imagen demuestra la unión de la rótula y el silentblock del automóvil. Tomado de (Flores, 2022).

## Clasificación de los sistemas de suspensión

### ***Suspensión Independiente y Suspensión Rígida.***

Una clasificación común de los sistemas de suspensión se basa en la independencia de movimiento de las ruedas. La suspensión independiente permite que cada rueda se mueva de manera independiente de las demás, lo que resulta en un mejor manejo, mayor comodidad y tracción en terrenos irregulares. Por otro lado, la suspensión rígida tiene las ruedas conectadas entre sí, lo que puede proporcionar una mayor resistencia estructural, pero limita la capacidad de adaptación a terrenos difíciles (Dominguez, 2019).

## Figura 19

### *Suspensión rígida y suspensión independiente*



*Nota.* La imagen demuestra el funcionamiento de la suspensión rígida o independiente en un

automóvil. Tomado de (Araujo, 2015).

### **Suspensión de Resortes y Suspensión de Amortiguadores.**

Otra clasificación importante se basa en los elementos utilizados para absorber y controlar los movimientos de la suspensión. La suspensión de resortes utiliza resortes helicoidales, resortes neumáticos o barras de torsión para absorber las irregularidades del camino y proporcionar una respuesta elástica. Por otro lado, la suspensión de amortiguadores emplea amortiguadores hidráulicos o de gas para controlar los movimientos oscilatorios de la suspensión y garantizar una respuesta suave y controlada (Correa & Flores, 2021).

### **Figura 20**

*Suspensión de resortes y amortiguadores*



*Nota.* La imagen representa gráficamente los resortes para la suspensión y amortiguación del vehículo. Tomado de (Correa & Flores, 2021).

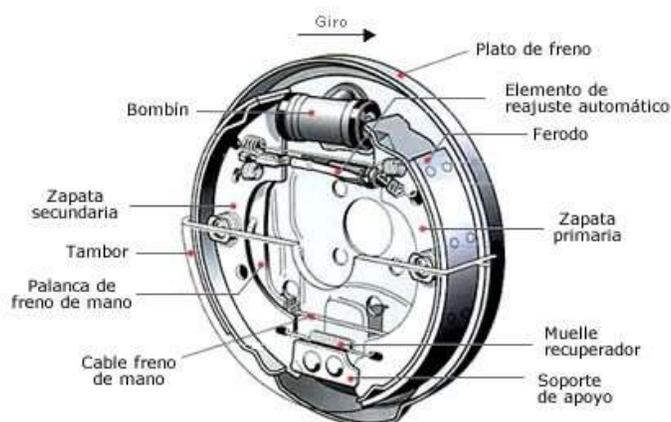
## Tipos de sistemas de frenos.

### **Sistema de frenos de tambor.**

Este tipo de sistema utiliza tambores montados en las ruedas. Dentro de los tambores se encuentran las zapatas de freno que se presionan contra la superficie interna del tambor para generar fricción y detener el vehículo (Carrasco, 2019).

### **Figura 21**

#### *Sistema de frenos de tambor*



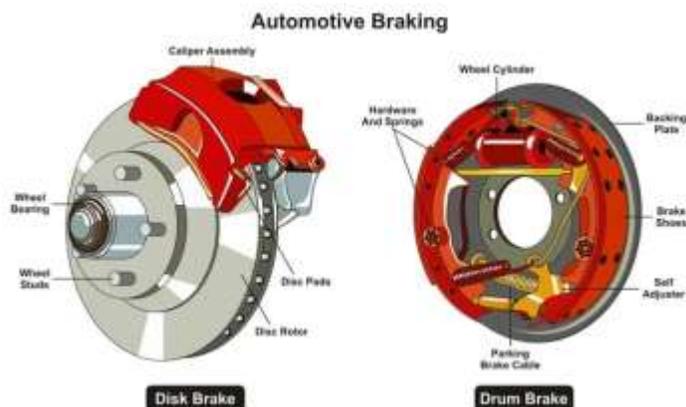
*Nota.* La imagen representa la composición de los frenos del tambor. Tomado de (Araujo, 2015).

### **Sistema de frenos de disco.**

Este sistema utiliza discos de freno montados en las ruedas. Cuando se aplica el freno, las pinzas de freno se activan y presionan las pastillas de freno contra los discos, generando fricción y deteniendo el vehículo. Los frenos de disco suelen ofrecer una mejor capacidad de frenado y disipación de calor en comparación con los frenos de tambor (Paredes, 2022).

### **Figura 22**

## Sistema de Frenos de Disco



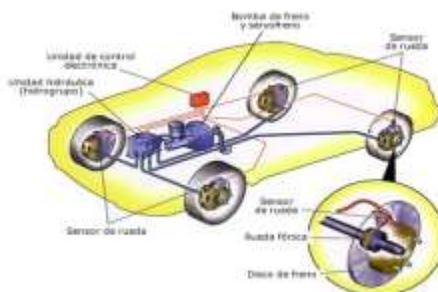
*Nota.* La imagen representa la composición directa del sistema de frenos de disco. Tomado de (Altamirano & Lata, 2017)

## Sistema de frenos antibloqueo (ABS).

El sistema ABS evita que las ruedas se bloqueen durante una frenada fuerte, lo que ayuda a mantener el control del vehículo. Utiliza sensores para detectar la velocidad de las ruedas y modula automáticamente la presión de frenado en cada rueda para evitar el bloqueo (Acero, 2019).

### Figura 23

#### Sistema de frenos antibloqueo (ABS)



*Nota.* La imagen demuestra cómo se componen los frenos ABS. Tomado de (Alomoto, 2019).

**Sistema de frenos regenerativos.**

Este tipo de sistema se encuentra en vehículos híbridos y eléctricos. Cuando se aplica el freno, el motor eléctrico actúa como un generador y convierte la energía cinética del vehículo en energía eléctrica, que se almacena en la batería. Esto ayuda a recargar la batería y a aumentar la eficiencia energética del vehículo (Araujo, 2015).

**Figura 24**

*Sistema de frenos regenerativos*



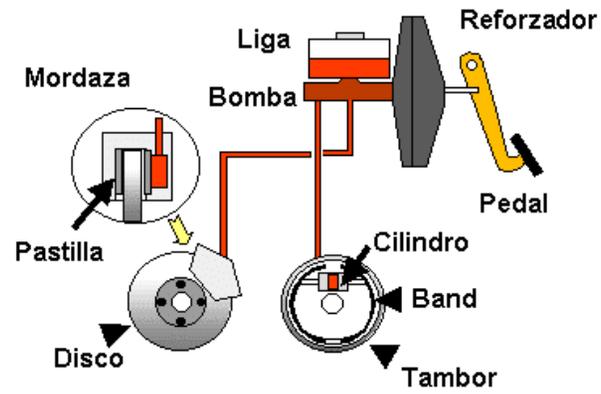
*Nota.* La imagen representa como se componen los frenos regenerativos. Tomado de (Araujo, 2015).

**Sistema de frenos hidráulicos.**

La mayoría de los sistemas de frenos utilizan un sistema hidráulico, donde se utiliza líquido de frenos para transmitir la presión desde el pedal de freno hasta las ruedas. Cuando se pisa el pedal de freno, se genera presión en el sistema hidráulico, lo que activa los mecanismos de frenado en las ruedas (Arrata & Yoza, 2020).

**Figura 25**

*Sistema de frenos hidráulicos*



*Nota.* La imagen representa la composición del sistema de frenos hidráulicos. Tomado de (Bermeo & Fogacho, 2022).

## Capítulo III

### Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo de una estructura UTV es necesario la selección de cada uno de los componentes que conformarán el sistema de dirección, suspensión y frenado del automóvil, la más adecuada para el vehículo requiere de un análisis previo y de cada uno de los tipos de sistema siendo importantes las siguientes tablas.

#### Selección del Sistema de Dirección

El sistema de dirección se encarga de transmitir el movimiento que realiza el conductor el volante hacia las ruedas, lo cual lo hace mediante una serie de componentes coordinados, donde el propio volante acciona la barra de dirección que une la caja de direccionales, donde se han seleccionado tres tipos de sistemas importantes para el análisis de cuál es el más adecuado para el vehículo.

**Tabla 1**

*Beneficios y Contradicciones de los Sistemas de Dirección*

Tipos de Sistemas de Dirección	Beneficios	Contradicciones
<b>Dirección Hidráulica</b>	* Sistemas comunes, bien conocidos  * Buena respuesta de la carretera al conducir	* Dependen de la potencia del motor.  * Uso parásito de energía del motor.

Tipos de Sistemas de Dirección	Beneficios	Contradicciones
<b>Dirección Hidráulica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Económica y fácil de reparar</li> <li>* Confiable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sistema que funciona con fluido.</li> </ul>
<b>Dirección Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Más ligera y ocupa menos espacio</li> <li>* Esfuerzo de conducción variable</li> <li>* No usa energía del motor.</li> <li>* Disponible con el motor apagado</li> <li>* Aumenta el rendimiento de combustible</li> <li>* A la par de la tecnología automotriz actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reparaciones complejas y costosas</li> <li>* Necesita equipo especial de reparación</li> <li>* Sensación y respuesta de la carretera reducidas</li> </ul>
<b>Dirección Electrohidráulica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ofrece esfuerzo y respuesta de dirección variable</li> <li>* Disponible con el motor apagado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* La bomba no funciona con un motor eléctrico, de tal modo que no se usa energía del motor</li> <li>* Motor y unidad de control costosos</li> <li>* Aún usa fluidos y es susceptible a fugas</li> <li>* Depende de señales de sensores</li> <li>* Reparaciones complejas</li> <li>* Espacio</li> <li>* Peso</li> </ul>

*Nota.* La información presentada previamente explica los beneficios y contradicciones de cada uno de los sistemas de dirección que se pueden elegir para el desarrollo del prototipo UTV.

Tomado de (MevoTech, 2022).

### **Selección del Sistema de Suspensión**

El sistema de suspensión es aquel que conecta el chasis del vehículo con las ruedas. Este sistema es el responsable de brindarte viajes en auto suaves y estables, pues se encarga de absorber (lo más posible) las irregularidades del camino. Existen dos tipos de suspensión, las rígidas (o dependientes) y las independientes.

**Tabla 2**

*Beneficios y Contradicciones de los Sistemas de Suspensión*

<b>Tipos de Suspensión</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Contradicciones</b>
<b>Suspensión con un Sistema de Ballestas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estructura de composición simple.</li> <li>* Coste de fabricación bajo.</li> <li>* Mantenimiento sencillo.</li> <li>* Diseño robusto, preparado para absorber eficazmente los impactos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reducida comodidad de conducción.</li> <li>* Difícil adaptación a las distintas funciones que pueda requerir.</li> <li>* No cumple con las exigencias de confort y estabilidad requeridas en vehículos de menor tamaño.</li> </ul>
<b>Suspensión con un Sistema de Eje Rígido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Permite mayor articulación.</li> <li>* Mantiene una altura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estructura pesada y gran masa no suspendida.</li> </ul>

Tipos de Suspensión	Beneficios	Contradicciones
	constante, incluso con carga. * Máxima robustez para maltrato y carga. * Más posibilidades de transformación.	* Mal confort en la marcha. * Comportamiento torpe en la carretera.
<b>Suspensión de un Sistema Semirrígido</b>	* Manejo de cargas altas. * Fáciles de mantener. * Espacio libre y de articulación. * Fáciles de mantener.	* Manejo deficiente * Pesadas * Ajuste limitado * Inestables a velocidades altas.
<b>Suspensión de un Sistema Independiente</b>	* Estructura ligera y poca masa no suspendida. * Comportamiento preciso en carretera. * Mayor confort en la marcha.	* Cuando una rueda se hunde, la otra no busca tracción. * Permite menor articulación. * No mantiene la altura al suelo constante. * Pocas posibilidades de transformación.

*Nota.* La información presentada previamente explica los beneficios y contradicciones de cada uno de los sistemas de suspensión que se pueden elegir para el desarrollo del prototipo UTV. El contenido ha sido adaptado de (Artés, 2019).

## Selección del Sistema de Frenos

El sistema de frenos de un vehículo es el encargado de reducir o parar la inercia de las partes móviles en contacto con el suelo, denominadas ruedas.

**Tabla 3**

*Beneficios y Contradicciones de los Tipos de Sistemas de Frenos*

<b>Tipos de Sistemas de Frenos</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Contradicciones</b>
<b>Frenos de Disco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacidad de refrigeración.</li> <li>* Estabilidad.</li> <li>* Facilidad de instalación.</li> <li>* Costo/Beneficio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No tienen la llamada acción de servo.</li> <li>* Se gastan con mayor frecuencia.</li> </ul>
<b>Tipos de Sistemas de Frenos</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Contradicciones</b>
<b>Frenos de Tambor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mayor superficie de fricción.</li> <li>* Mayor capacidad de frenado.</li> <li>* Precios más reducidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aumentan el peso debido al peso del disco.</li> <li>* El ensamblaje es más complejo.</li> <li>* Tienden a generar mayor ruido.</li> </ul>
<b>Frenos ABS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El conductor conserva dominio perfecto al momento de frenar.</li> <li>* Tiene un mejor control en curvas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reparaciones costosas.</li> <li>* Requiere de una revisión completa si alguna de sus partes se daña.</li> <li>* Sistema delicado, fácil de dañar.</li> </ul>

Tipos de Sistemas de	Beneficios	Contradicciones
<b>Frenos</b>		
<b>Frenos ABS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El auto no se derrapa al frenar.</li> <li>* Más seguridad del automóvil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sistema delicado, fácil de dañar.</li> </ul>

*Nota.* La información presentada previamente explica los beneficios y contradicciones de cada uno de los tipos de sistemas de frenos que se pueden elegir para el desarrollo del prototipo UTV. El contenido fue adaptado de (Park, 2023).

En base a cada una de las tablas presentadas con anterioridad y tras el análisis de los beneficios y contradicciones que cada uno de los sistemas representa se ha podido seleccionar los sistemas más útiles de acuerdo con las necesidades de los conductores, la opción más adecuada en este caso corresponde a un sistema de dirección eléctrica, acompañado de un sistema de suspensión independiente y un sistema de frenos ABS. Dado que el precio de ensamblaje de todos estos sistemas es más bajo y resistirá más rupturas. En base a esto, las siguientes imágenes identifican las partes y componentes de cada uno de los sistemas que se han implementado en base a las necesidades del conductor. Así como el proceso de instalación de cada uno de estos en el vehículo UTV.

Para la construcción del vehículo UTV, se han empleado diversos instrumentos y herramientas para que el desarrollo del mismo vaya acorde a las necesidades planteadas en un principio, para lo cual el primer paso fue el desarrollo e implementación del sistema de dirección del vehículo. El primer paso fue la instalación del volante a la columna vertebral del automóvil donde se tiene que cuadrar la dirección de manera recta para que no exista ninguna contradicción a futuro.

## Sistema de Dirección

### Figura 26

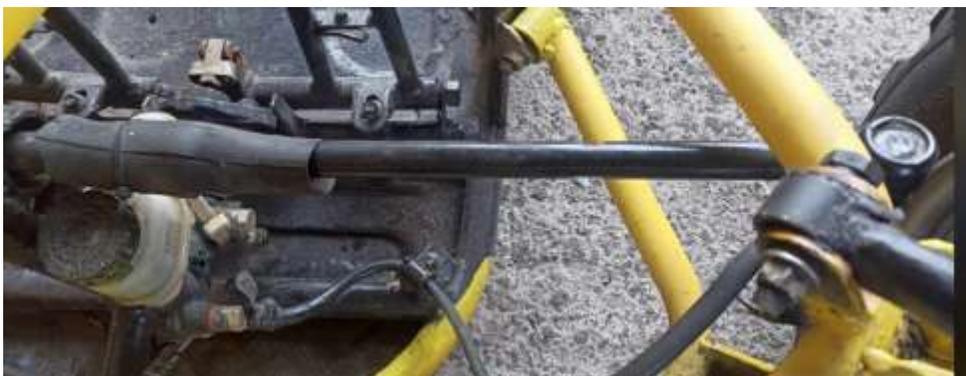
*Instalación del volante*



Seguido, se instala la barra de dirección directamente con el volante para que el encuadre sea como necesita el chofer para una nueva forma de dirección.

### Figura 27

*Instalación de la barra de dirección*



En la imagen a continuación se ejemplifica como se realiza la instalación de las barras de cada uno de los lados que tiene el automóvil, es decir a la derecha o a la izquierda.

**Figura 28**

*Instalación de la barra de dirección izquierda*



En la siguiente imagen se muestra como se realiza la unión universal entre las direcciones instaladas con anterioridad con el juego de suspensión, es decir, para que todo el sistema instalado posea un buen ensamblaje y permita el desarrollo del trabajo de forma adecuada.

**Figura 29**

*Juntas universales del árbol de dirección con el juego de suspensión*



Ahora bien, tras la instalación del sistema de dirección se ha implementado el

guardapolvo debajo del automóvil. Para que pueda tener en automóvil dinámica y autonomía para la conducción.

### **Figura 30**

*Mecanismo de dirección e instalación de guardapolvos*



Finalmente, el último punto del sistema de dirección se ha realizado para que los amortiguadores cuadren en el sistema. Donde la dirección depende de los mismos para que el vehículo funcione de forma adecuada y teniendo en cuenta las nuevas necesidades.

### **Figura 31**

*Cuadre de la dirección para que los amortiguadores encajen*



Tras la instalación del sistema de dirección que se ha seleccionado se ha realizado la

instalación del sistema de suspensión del vehículo donde se observa en primer lugar la mesa de suspensión seleccionada para la parte superior delantera del mismo.

### **Sistema de Suspensión**

#### **Figura 32**

*Mesa de suspensión delantera*



En la siguiente imagen se observa la mesa de suspensión de la parte delantera con sus respectivos bujes para que la misma se enganchada al vehículo cuando se dé su construcción completa.

#### **Figura 33**

*Mesa inferior de la parte delantera de la estructura*



En la imagen a continuación se ejemplifica la suspensión rígida, así como los resortes

helicoidales seleccionados para su funcionamiento en base a las necesidades que se han presentado durante la construcción.

### **Figura 34**

*Muelles (Suspensión Rígida)*



En la imagen a continuación se ejemplificación las fijaciones que se han realizado, tanto con resortes normales como con resortes helicoidales, teniendo en cuenta los bujes que cada uno posee.

### **Figura 35**

*Fijaciones encontradas*



La imagen demuestra las fijaciones de la mesa inferior por debajo del automóvil, donde

se presentan las soldaduras.

### **Figura 36**

*Fijaciones en la mesa inferior*



Estos son cada uno de los elementos que se emplean para el desarrollo del sistema de suspensión, ahora bien, la instalación del mismo se ejemplifica en las siguientes fotografías.

### ***Instalación***

La imagen demuestra las soldaduras que se han realizado en la carrocería para el diseño del vehículo siendo una forma de construcción directa del mismo para que el conductor sienta comodidad en la conducción.

### **Figura 37**

*Soldadura de puntos en las fijaciones*



En la imagen se muestra como se realiza la instalación de los componentes de la suspensión de cada uno de los elementos seleccionados para la suspensión del automóvil, demostrando así la necesidad de un encuadre necesario para que no exista una problemática mayor.

### **Figura 38**

*Instalación de los componentes de la suspensión*



La imagen muestra la instalación de la suspensión posterior realizada en el automóvil, donde se observa claramente el cableado empleado.

### **Figura 39**

*Instalación de la suspensión posterior*



La imagen muestra la instalación realizada en cada una de las ruedas de los muelles y resortes helicoidales para el funcionamiento de los automóviles.

**Figura 40**

*Instalación de los muelles delanteros*

**Figura 41**

*Instalación de la mesa delantera*



## Sistema de Frenos

Finalmente, se ha realizado la instalación del sistema de frenos seleccionado para la

construcción del automóvil. Para lo cual, la primera imagen demuestra la soldadura que se ha realizado, teniendo en cuenta que las soldaduras se realizan de manera contigua con cada una de las ruedas.

### **Figura 42**

*Soldadura y fijaciones de puntos para el sistema de freno*



### **Figura 43**

*Implementación y fijación del disco de freno*



**Figura 44**

*Implementación del Caliper de freno y las pastillas*

**Figura 45**

*Implementación de mangueras para el líquido de frenos*



**Figura 46**

*Desmontaje de la bomba de freno*

**Figura 47**

*Revisión de los cauchos de la bomba de freno*



**Figura 48**

*Armado de la bomba de frenos*

**Figura 49**

*Colocación del líquido de frenos y la tapa del tanque*



**Figura 50**

*Colocación de las ruedas al vehículo*



Finalmente, en la última imagen se demuestra cómo se instalan las ruedas al vehículo representando el paso final del desarrollo para que el vehículo pueda ser puesto a prueba y empleado en las diferentes pruebas que se han realizado, teniendo en cuenta que se requiere tener una suspensión y dirección en la parte derecha e izquierda para tener una forma de trabajo adecuada y la misma brinda confort al conductor y sus pasajeros.

## Capítulo IV

### Prueba de Funcionamiento

#### Prueba de Funcionamiento de los Sistemas de Dirección, Suspensión y Frenos

Previo al desarrollo de la prueba de funcionamiento del vehículo construido se observa la carrocería, la estructura y la forma en la cual se ha construido completamente. Para la misma se ha realizado una ruta de prueba en el sector Chamizal, para lo cual se ejemplifica la ruta de los investigadores Tomado en las figuras consecuentes.

#### Figura 51

*Modelo del Vehículo Monoplaza finalizado*



La imagen anterior ejemplifica la estructura final del vehículo construido, donde se observan claramente las ruedas, estructura metálica externa, la dirección construida, así como el sistema de frenos y suspensión elaborado para que el automóvil posea una resistencia adecuada para que soporte el trayecto durante la ruta enviada.

Es importante destacar que la suspensión, dirección y frenos instalados cumplen con las necesidades del vehículo en cuestión, por lo cual su funcionamiento está acorde a lo predestinado dentro de su cumplimiento.

### **Figura 52**

*Prueba de funcionamiento del UTV*



En las pruebas de desempeño utilizadas, se tiene en cuenta si la suspensión funciona en conjunto con la dirección al girar a la izquierda y a la derecha, porque uno de los principales errores que comete el sistema de suspensión es que la suspensión no funciona, porque el automóvil se puede mover a el lado sin usar una rueda de accionamiento, en cuyo caso es probable que se dañen las rótulas o las puntas.

Durante la respectiva prueba de desempeño, se puede determinar que los resortes funcionan bien en terrenos irregulares, ya que el vehículo no tiene respuesta de inestabilidad, no presenta signos de rotura o flexión, y no está sujeto a los contras movimientos que realiza el sistema de suspensión.

## Capítulo V

### Marco Administrativo

#### Recursos Humanos

Los recursos humanos son todas las personas que actuaron de manera directa o indirecta en el desarrollo de la monografía, así como el detalle de su aporte; las cuales se reflejan en la tabla a continuación.

**Tabla 4**

*Recursos humanos empleados en la monografía*

ROL	NOMBRES	APORTE
<b>Investigador 1</b>	Sangucho Fernández, Andrés Ismael	Desarrollo, construcción y redacción de la monografía.
<b>Investigador 2</b>	Vizuite Velasco, Xavier Alejandro	
<b>Director de Monografía</b>	Ing. Carrera Tapia, Romel David	Revisión y Comentarios de Retroalimentación.

#### Recursos Tecnológicos

Para el desarrollo de la monografía en cuestión fue necesario el uso de diversos recursos tecnológicos que han apoyado a los investigadores en cuanto a cómo se debe realizar cada uno de los capítulos presentados anteriormente, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 5**

*Recursos tecnológicos empleados en la monografía*

Orden	Recurso Tecnológico	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Computadora	1	\$ 150,00	\$ 150,00
	Paquete de			
2	Office	1	\$ 50,00	\$ 50,00
3	Celular	1	\$ -	\$ -
4	Internet	2	\$ 35,00	\$ 70,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 235,00</b>	<b>\$ 270,00</b>

### Recursos Materiales

Los recursos materiales necesarios para el desarrollo de la monografía son los que componen cada uno de los elementos empleados para la construcción y diseño de cada uno de los sistemas del vehículo biplaza, los cuales están detallados en la siguiente tabla.

**Tabla 6**

*Recursos materiales empleados en la monografía*

Orden	Recurso Material	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Suspensión	4	\$ 40,00	\$ 160,00
2	Rótula	4	\$ 10,00	\$ 40,00
3	Tubos	5	\$ 12,00	\$ 60,00
4	Resortes helicoidales	8	\$ 3,50	\$ 28,00
5	Bujes	16	\$ 2,00	\$ 32,00
6	Grasa	1	\$ 5,00	\$ 5,00
7	Suelda	1	\$ 50,00	\$ 50,00
8	Pintura	1	\$ 15,00	\$ 15,00
9	Líquido de Frenos	1	\$ 10,00	\$ 10,00
10	Cauchos	4	\$ 2,00	\$ 8,00
11	Muelles	4	\$ 5,00	\$ 20,00
12	Frenos	1	\$ 35,00	\$ 35,00
13	Pastillas	8	\$ 4,00	\$ 32,00

Orden	Recurso Material	Cantidad	Valor	
			Unitario	Total
14	Mangueras	2	\$ 2,50	\$ 5,00
15	Diluyente	3	\$ 1,50	\$ 4,50
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 197,50</b>	<b>\$ 504,50</b>

### Presupuesto

Después de considerar los diferentes gastos en recursos tanto tecnológicos como materiales, y futuros imprevistos se ha trabajado con el presupuesto expuesto en la tabla siguiente.

### Tabla 7

*Presupuesto empleado en la monografía*

Orden	Recurso	Valor Total
1	Recursos Tecnológicos	\$ 270,00
2	Recursos Materiales	\$ 504,50
3	Imprevistos	\$ 100,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 874,50</b>

## Capítulo VI

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Se realizó de manera adecuada la implementación de los sistemas de suspensión, dirección y frenos en un prototipo de vehículo biplaza UTV para la carrera de Mecánica Automotriz de la ESPE, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de los futuros vehículos del mercado.
- Se seleccionó una suspensión en base a un eje rígido, con ayuda de una dirección eléctrica y un sistema de frenos ABS, para que el desarrollo del proyecto sea en base a la estabilidad y seguridad necesaria.
- Se realizó una recolección bibliográfica de las características y tipos de cada uno de los sistemas implementados teniendo en cuenta las necesidades para el ensamblaje dentro de una carrocería.
- Mediante la prueba de funcionamiento realizada se ha demostrado que el vehículo creado cumple con las necesidades y demuestra como el correcto funcionamiento de cada una de las partes permite que el vehículo acepte una sobrecarga al momento de transitar durante las vías de Latacunga, aun cuando éstas posean baches o cualquier tipo de molestia.

## Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta que los puntos de referencia para las soldaduras deben considerarse bien para la colocación de estas, ya que, estas son muy importantes porque la resistencia de la suspensión con relación al marco depende de que este pueda soportar cualquier trabajo que se le someta, en este caso un proceso simple es durante las soldaduras.
- Se recomienda seleccionar cada uno de los sistemas visualizando la mayor cantidad de ventajas que puede tener y como este puede ser una forma de trabajo en cuanto a la ejemplificación de las necesidades.

## Bibliografía

Acero, I. (2019). *Rediseño de un disco de frenos normal a ventilado mediante mecanizado para la comparación de la eficiencia con otros discos de freno*. ESPOCH. Riobamba.

ESPOCH.

Alomoto, M. (2019). *Diseño y Construcción de un banco de ensayo de amortiguadores*.

Universidad de Piura. Peru. Universidad de Piura.

Altamirano, J., & Lata, G. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y FRENOS EN EL PROTOTIPO DE PISTA MINI AUSTIN 1973 PARA LA CATEGORÍA TC2000*. ESPE. Latacunga. ESPE.

Álvarez Veintimilla, C. E., & Carrera Tapia, R. D. (2015). Artículo Científico-Diseño, construcción e implementación de un sistema de dirección asistida hidráulicamente a las cuatro ruedas de un vehículo automotor.

Araujo, E. (2015). *Estudio y Analisis del Sistema de freno regenerativo del vehiculo hibrido toyota Pryus*. UIDE. Guayaquil. UIDE. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/843>

Arias, D. (2019). *Estudio de Frecuencia de la Barra Estabilizadora en la Suspension del Vehiculo N1*. UIDE. Quito. UIDE. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3982/1/T-UIDE-2273.pdf>

Arrata, R., & Yoza, F. (2020). *Implementación y conversión del sistema de dirección vehicular manual a eléctricamente asistida*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Artés, D. (2019). *Diario Motor*. Obtenido de <https://www.diariomotor.com/que-es/suspension-eje-rigido-vs-independiente-ventajas-inconvenientes-video/>

Autopartes. (2020). Dirección asistida. Dirección. *AutoDaewooSpark*.

Barragán, S. M. T., Chiriboga, W. H. T., & Tapia, R. D. C. (2022). Gamificación en el

proceso de lectoescritura. Revista Científica y Tecnológica VICTEC, 3(5), 1-18.

Bermeo, S., & Fogacho, L. (2022). *Diseño y construcción de los sistemas de chasis, carrocería, dirección, frenos y suspensión para un vehículo monoplaza eléctrico*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. RIOBAMBA. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17109/1/65T00459.pdf>

Bustillos, D. (2022). MAGNETIC PARTICLES IN FERROMAGNETIC MATERIALS USED IN HEAVY DUTY TRUCKS. REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, TECNOLÓGICO, EMPRESARIAL Y HUMANISTA., 4(1), 4-4.

Carrasco, E. (2019). *Análisis comparativo del freno de tambor y freno de disco para optimizar la eficiencia del sistema de frenos en vehículo de servicio público de 800 cm<sup>3</sup> de cilindrada*. Universidad Cesar Vallejo. Peru. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37360>

Chasi, G. (2022). *Diseño y construcción de un sistema de dirección para un prototipo eléctrico monoplaza*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba.

Chirinos, W. (2022). Propuesta de mejora para reducir costos de mantenimiento en Sistema de Transmisión y Frenos. *Ingeniería*. Empresa Minera en la Región Ancash.

Churuchumbi, E., & Jinez, J. (2022). DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ. *Tesis de Tecnología*. ESPE.

Copa, M. (20 de Abril de 2023). *Carreteras Ecuador*. Obtenido de <https://www.carreteras-pa.com/noticias/ecuador-rehabilita-23-puntos-criticos-en-la-via-latacunga-la-mana/>

Correa, K., & Flores, S. (2021). *Estudio comparativo de las oscilaciones de trabajo de la suspensión en sistema uniball*. UIDE. Quito. UIDE. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4952/1/T-UIDE-0202.pdf>

- Dominguez, D. (2019). *Suspensiones vehiculares*.
- Enriquez , B. (2020). Estudio del comportamiento de un corrector de camber y caster usando elementos finitos para su alineación en un vehículo con suspensión tipo MCPHERSON. *Ingeniería*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Fajardo, P. (2022). *Análisis del impacto que tienen los sistemas de dirección eléctrica y el sistema de frenos en el consumo energético en un vehículo Kia Soul EV*. Universidad Politecnica Salesiana. Quito. Universidad Politécnica Salesiana.
- Fajardo, M., Isaias, J., & Naranjo Arredondo, J. M. Implementación un sistema de dirección electrohidráulica en el eje posterior para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.
- Flores, N. (10 de Abril de 2022). *Gossip Vehiculo*. Obtenido de <https://gossipvehiculo.com/2022/04/10/que-son-las-rotulas-de-un-carro/>
- Galarza, D. (2017). *Análisis y Diagnóstico de Vibraciones en Vehículos Livianos de Combustión Interna*. 2014. Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7131/1/CD-5321.pdf>
- Gómez, J. L. (2019). *Diario Motor*. Obtenido de <https://www.diariomotor.com/que-es/diferencias-gasolina-95-98/>
- Hidalgo, A. (2023). *Rehisa Resortes*. Obtenido de <https://rehisaresortes.mx/productos/resortes-helicoidales/>
- Infotaller. (01 de Febrero de 2018). *InfoTaller*. Obtenido de [https://www.infotaller.tv/electromecanica/barra-torsion-funciona\\_0\\_1187581236.html](https://www.infotaller.tv/electromecanica/barra-torsion-funciona_0_1187581236.html)
- Jacome , J. (2022). Diseño y construcción de un sistema de suspensión para un vehículo monoplaza formula SAE. *INGENIERIA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Jorque, A., Fernandez, C., Arias, X., & Carrera, R. (2022). Modelo para calcular el

coeficiente de fricción estático y dinámico de materiales. Investigación Tecnológica IST Central Técnico, 4(2).

Jorque, A., Arias, X., & Carrera, R. (2023). Protección anticorrosiva de materiales en aplicaciones automotrices e industriales: Revisión. Investigación Tecnológica IST Central Técnico, 5(1).

León, B. (2021). *Estudio y diseño de un sistema de suspensión*. Universidad Politecnica de Catalunya. Catalonia. Universidad de Catalunya. Obtenido de <file:///D:/Users/HPuser/Downloads/Mem%C3%B3ria%20trabajo%20final%20de%20grado%20Brian%20Buxton.pdf>

Llvisaca, C. (2018). *Diseño y construcción del sistema de dirección de un vehículo de competencia de fórmula SAE eléctrico*. Universidad Politecnica Salesiana. Cuenca. Universidad Politécnica Salesiana.

López, D., & Batista, A. (2021). Cálculo y diseño de elementos de transmisión, suspensión y frenada de un monoplaza Fórmula Student. *Ingeniería*. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA.

Maigua, B., & Silva, A. (2022). *Construir el bastidor y carrocería del prototipo de vehículo de competición*. ESPE. Latacunga. ESPE.

Mamani, E. (2020). *Diseño y construcción de una maqueta funcional de sistema de suspensión*. EPS. Escuela Politécnica Superior.

Martínez, M. (2019). *Implementación de un banco didáctico del sistema de suspensión McPherson con plan de mantenimiento correctivo para la Escuela de Ingeniería Automotriz*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba. ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2301>

Massón, A. (07 de Marzo de 2018). *Diario Los Andes*. Obtenido de <https://www.diariolosandes.com.ec/preocupacion-en-transportistas-de-latacunga-por-problemas-de-movilidad/>

- Melendéz, N. (22 de Octubre de 2021). *Malco Renta Car*. Obtenido de <https://www.malcorentacar.com/blog/renting-flexible-la-comodidad-de-disponer-de-un-vehiculo-cuando-lo-necesitas-sin-tener-uno-en-propiedad/>
- MevoTech. (2022). *Mevo Tech*. Obtenido de <https://www.mevotech.com/es/article/explicacion-de-las-diferencias-entre-la-direccion-electrica-e-hidraulica/>
- Montanez, F. (04 de Agosto de 2020). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/p/kw0kijco2swr/torsion/>
- Narváez, J. (2021). *PROCESO DE ENSAMBLAJE DE UN GO-KART*. EPN. Universidad Politécnica Nacional.
- Noroña, M., & Gómez, M. (2019). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil*. UTE. Quito. UIDE.
- Ortega , J., & Reinoso , L. (2020). *ORTEGA, Juan; REINOSO MEJÍA, Luis Eduardo. Incremento de la autonomía de un vehículo eléctrico Dayang CHOK-S mediante paneles solares*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Paredes, J. (2022). *Diseño y construcción de un sistema de freno hidráulico de pedales para un prototipo eléctrico monoplaza*. ESPOCH. Chimborazo. ESPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17110>
- Park, C. (2023). *Prueba de Ruta*. Obtenido de [pruebaderuta.com/frenos-de-tambor-vs-frenos-de-disco.php](http://pruebaderuta.com/frenos-de-tambor-vs-frenos-de-disco.php)
- Ponluisa, E. (2020). Implementación de un sistema de dirección para un vehículo. *Tesis de tecnología*. ESPE, Latacunga.
- Puraca Calapuja, & Enrique Americo. (2022). *Diseño y construcción de un vehículo eléctrico autónomo impulsado por energía solar fotovoltaica*. Universidad Nacional de Juliaca-Puno.
- Quezada, P. (2021). *DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL CHASIS PARA UN KART KF4 SEGÚN LA. Título de Tecnología*. ESPE.

- Reyes, J. L. (2018). *Como funciona?* Obtenido de <https://como-funciona.co/una-barra-estabilizadora/>
- Solis, K., Yaselga, E., & Guevara, M. (2022). El sistema de dirección y el papel que desarrolla en los vehículos. *Polo del Conocimiento*, 7(11), 911-929. doi.10.23857/pc.v7i8
- Tapia, R. D. C., Vargas, L. V. G., & Barragán, S. M. T. (2022). Efecto de las estrategias virtuales en enseñanza-aprendizaje en nivel Tecnológico Superior. *Revista Científica y Tecnológica VICTEC*, 3(5), 29-45.
- Tello, J., Guevara, M., & Cueva, T. (2022). Uso e importancia de las suspensiones hidroneumáticas en vehículos de carga. *Polo del Conocimiento*, 216-223. Obtenido de <file:///D:/Users/HPuser/Downloads/4654-24391-1-PB.pdf>
- Torres, D., Encalada, Á., & Montaleza, L. (2021). *Determinación geométrica del sistema de suspensión para un vehículo eléctrico biplaza*. Cuenca. Universidad de Azuay. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11408>
- Tuemmers, C., Mora, C., Quezada, G., Saldivia, A., & Venegas, O. (2019). Evaluación de parámetros de bienestar animal de tiro de comunidades indígenas. *Rev Inv Vet Perú*, 30(2), 569-579. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n2/a05v30n2.pdf>
- Villamizar, D. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CHASIS, SUSPENSIÓN Y TREN*. Tesis. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga.

**Anexos**