



# **INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

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

**Autor:** Adrián Elías Briseño Jiménez

**Tutor:** Ing. Edgar Vera Puebla

**Propuesta de Diseño de Carrocería Ligera para  
Vehículo Biplaza Tubular**



### **Certificado de Autoría**

Yo, Adrián Elías Briseño Jiménez, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Adrián Elías Briseño Jiménez

C.I: 0927209304

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Edgar Gustavo Vera Pueblo certifico que conozco al autor del presente trabajo  
siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla, MsC.

C.I: 1715264105

Tutor de Proyecto

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su gran apoyo y sacrificios que hicieron posible este éxito. A mi pareja y amigos, por su constante aliento y comprensión a lo largo de cada etapa de este viaje.

***Adrián Briseño***

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que me han apoyado  
en la realización de este proyecto.

En primer lugar, a mi familia, mis padres y hermanos, por su constante apoyo. Su fe en mí y sus sacrificios han sido fundamentales para alcanzar este logro. Gracias por estar siempre a mi lado y por ser mi fuente de inspiración.

A mi paraje y amigos, por su aliento y comprensión en cada etapa de este camino. Su apoyo emocional y su disposición para escucharme en los momentos difíciles han sido invaluable. Gracias por estar siempre ahí, ofreciendo su amistad y respaldo.

Finalmente, quiero agradecer de manera especial a mi director de proyecto de titulación, Edgar Vera Puebla y a los ingenieros y profesores de la UIDE. Su orientación, conocimiento y dedicación han sido esenciales para el desarrollo de este proyecto. Gracias por compartir su experiencia y por su compromiso con nuestra educación.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su apoyo y confianza.

***Adrián Briseño***

## Índice General

Certificado de Autoría .....	iii
Aprobación del Tutor .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice General .....	vii
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Resumen.....	xiii
Abstract .....	xv
Capítulo 1 .....	1
Antecedentes .....	1
1.1 Tema de Investigación .....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema .....	2
1.2.3 Sistematización del Problema .....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación .....	4
1.4.1 Justificación de la Investigación.....	4

1.4.2	<i>Justificación metodológica</i>	5
1.4.3	<i>Justificación Práctica</i>	6
1.4.4	<i>Delimitación Temporal</i>	6
1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i>	6
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i>	7
1.4.7	<i>Alcance</i>	8
	Capítulo II	9
	Marco Referencial	9
2.1	Marco Teórico	9
2.1.1	<i>Historia del Diseño Automotriz</i>	9
2.1.2	<i>Chasis</i>	11
2.1.3	<i>Vehículos con Base de Chasis Tubular</i>	12
2.1.4	<i>Chasis Monocasco</i>	14
2.2	Marco Conceptual	15
2.2.1	<i>Diseño</i>	15
2.2.2	<i>Materiales Utilizados en la Construcción de Carrocerías Ligeras</i>	16
2.2.2.1	<i>Aluminio</i>	16
2.2.2.2	<i>Polímeros</i>	17
2.2.2.3	<i>Fibra de Carbono</i>	18
2.2.2.4	<i>Fibra de Vidrio</i>	18
2.2.3	<i>Modelado 3D</i>	20



2.2.4	<i>Software 3D</i> .....	21
2.2.5	<i>Tipos de Software 3D</i> .....	22
2.2.6	<i>Impresoras 3D</i> .....	23
2.2.7	<i>Materiales de las Impresoras 3D:</i> .....	25
Capítulo III.....		31
Desarrollo Metodológico .....		31
3.1	Investigación Preliminar .....	31
3.2	Propuesta de Modelo.....	33
3.2.1	<i>Tipos de modelo</i> .....	34
3.3	Encuesta .....	36
3.3.1	<i>Resultados de la Encuesta</i> .....	36
3.4	Softwares Usados.....	41
3.4.1	<i>AutoCAD</i> .....	41
3.4.2	<i>Inventor</i> .....	41
3.4.3	<i>Proceso de Diseño de la Carrocería Ligera</i> .....	43
3.4.4	<i>Presentación y Prototipado</i> .....	43
3.5	Impresión 3D .....	44
3.5.1	<i>Impresora de Resina Halot One Pro</i> .....	45
3.5.2	<i>Impresora de Filamento Wanhao D12 300</i> .....	46
Capítulo IV.....		48
Análisis de Resultados .....		48

4.1	Exportación del Chasis y Preparación de las Líneas de Diseño .....	48
4.2	Unión de Líneas y Creación de Superficies 3D .....	50
4.3	Ajustes y Refinamiento del Modelo 3D.....	51
4.4	Proceso de Diseño.....	53
4.5	Fase de Prototipado.....	54
4.5.1	<i>Cambio de Estrategia de Impresión.....</i>	<i>56</i>
4.5.2	<i>Impresión Final.....</i>	<i>57</i>
	Conclusiones .....	58
	Recomendaciones.....	59
	Bibliografía .....	60

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Primer Automóvil de la Historia</i> .....	10
Figura 2 <i>Ariel Atom</i> .....	13
Figura 3 <i>Chasis Tubular</i> .....	14
Figura 4 <i>Chasis Monocasco</i> .....	15
Figura 5 <i>Ariel Atom con Carrocería Ligera de Fibra de Carbono</i> .....	18
Figura 6 <i>Filamentos de Fibra de Vidrio</i> .....	19
Figura 7 <i>Piezas LEGO</i> .....	26
Figura 8 <i>Filamento PLA</i> .....	27
Figura 9 <i>Impresión 3D tipo Nylon</i> .....	27
Figura 10 <i>Flexibilidad de una Impresión tipo NinjaFlex</i> .....	28
Figura 11 <i>Comparación Antes y Después de una Impresión en PVA</i> .....	29
Figura 12 <i>Impresiones 3D Tipo LayBrick</i> .....	30
Figura 13 <i>Primera Propuesta de Diseño</i> .....	35
Figura 14 <i>Segunda Propuesta de Diseño</i> .....	35
Figura 15 <i>Primera Pregunta</i> .....	37
Figura 16 <i>Segunda Pregunta</i> .....	38
Figura 17 <i>Tercera Pregunta</i> .....	39
Figura 18 <i>Cuarta Pregunta</i> .....	39
Figura 19 <i>Quinta Pregunta</i> .....	40
Figura 20 <i>Chasis Tubular</i> .....	42
Figura 21 <i>Impresora Halot Once Pro</i> .....	45
Figura 22 <i>Wanhao D12 300</i> .....	46
Figura 23 <i>Malla del Chasis Tubular</i> .....	48
Figura 24 <i>Exportación del Mallado de Inventor a AutoCAD</i> .....	49

Figura 25 <i>Líneas Finales</i> .....	49
Figura 26 <i>Líneas Unidas con la Herramienta Join</i> .....	50
Figura 27 <i>Líneas Unidas</i> .....	51
Figura 28 <i>Formación de la Figura 3D</i> .....	51
Figura 29 <i>Offset</i> .....	52
Figura 30 <i>Superficie Solida</i> .....	52
Figura 31 <i>Diseño Final</i> .....	53
Figura 32 <i>Diseño Final en Inventor</i> .....	54
Figura 33 <i>Impresión 3D en la Halot One Pro</i> .....	55
Figura 34 <i>Tiempo de Espera de Impresión</i> .....	55
Figura 35 <i>Impresión del Chasis Tubular en Filamento</i> .....	56
Figura 36 <i>Impresión de la Carrocería Ligera</i> .....	56
Figura 37 <i>Impresión Final Ensamblado</i> .....	57

**Índice de Tablas**

*Tabla 1* Tabla de Propiedades Físicas y Mecánicas del Aluminio ..... 17

*Tabla 2* Tabla de las Propiedades de la Fibra de Vidrio ..... 20

## Resumen

La carrocería ligera es un factor crucial para atraer clientes en el mercado automotriz. Se requiere diseñar y fabricar una carrocería ligera para un chasis biplaza tubular que sea estéticamente atractiva. El desafío es lograr un diseño que sea visualmente atractivo para los consumidores y presentarlo al final en una maqueta 3D. Este proyecto de investigación tiene como meta principal presentar una propuesta de diseño para una carrocería ligera, destinada a un chasis biplaza tubular, perteneciente a un proyecto de titulación previamente realizado. La creación de esta carrocería ligera involucró la realización de una encuesta preliminar con el fin de identificar el diseño más atractivo para los potenciales usuarios, utilizando dicho diseño como base. Mediante un proceso meticuloso y detallado, se desarrollaron las diversas capas y componentes necesarios, culminando en una carrocería que destaca por su atractivo estético. Para la construcción de la carrocería se adoptó un enfoque centrado en la tecnología de impresión 3D. Las impresoras elegidas fueron seleccionadas por su capacidad para producir piezas de alta calidad y durabilidad. Durante el proceso, se llevaron a cabo múltiples pruebas y ajustes para garantizar que cada componente cumpliera con los estrictos requisitos de diseño establecidos. La impresión 3D facilitó la fabricación precisa y eficiente de las piezas, asegurando una perfecta integración entre todas ellas. Además, este enfoque permitió una mayor flexibilidad en el diseño, posibilitando la realización de ajustes rápidos y eficientes en respuesta a cualquier necesidad de modificación durante el proceso de desarrollo.

***Palabras Clave:*** Carrocería ligera, impresión 3D, diseño, chasis biplaza tubular

### **Abstract**

The lightweight body is a crucial factor in attracting customers in the automotive market. It is necessary to design and manufacture a lightweight body for a two-seater tubular chassis that is aesthetically appealing. The challenge is to achieve a design that is visually attractive to consumers and ultimately present it in a 3D model. The main goal of this research project is to present a design proposal for a lightweight body intended for a two-seater tubular chassis, belonging to a previously completed graduation project. The creation of this lightweight body involved conducting a preliminary survey to identify the most attractive design for potential users, using this design as a basis. Through a meticulous and detailed process, the various layers and necessary components were developed, culminating in a body that stands out for its aesthetic appeal.

A 3D printing technology-focused approach was adopted for the construction of the body. The chosen printers were selected for their ability to produce high-quality and durable parts. During the process, multiple tests and adjustments were carried out to ensure that each component met the strict design requirements. 3D printing facilitated the precise and efficient manufacturing of the parts, ensuring perfect integration between all of them. Additionally, this approach allowed for greater flexibility in design, enabling quick and efficient adjustments in response to any modification needs during the development process.

**Keywords:** Lightweight body, 3D printing, design, two-seater tubular chassis.

## **Capítulo 1**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Propuesta de diseño de carrocería ligera para vehículo biplaza tubular.

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

El diseño de una carrocería ligera para un vehículo biplaza constituye un desafío significativo en la industria automotriz. Este reto se centró en crear un diseño que ayude a mejorar la apariencia visual del vehículo y lo haga atractivo para el público.

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

En el ámbito de la industria automotriz es de suma importancia la constante búsqueda de mejoras en los diseños de los elementos y sistemas de los vehículos. En la actualidad, se emplean diferentes metodologías avanzadas que logran aprovechar diferentes herramientas de ingeniería asistida por computadora, permitiendo así el ahorro de recursos económicos por la obtención de resultados precisos y óptimos.

La construcción de una carrocería ligera para un prototipo biplaza representa un desafío clave en la industria automotriz. Este problema se enfoca en diseñar una carrocería que pueda mejorar el aspecto visual y que sea atractivo para el público. Además, la carrocería ligera puede influir en la aerodinámica del vehículo, así como la eficiencia de combustible.

El proceso de diseño de los prototipos biplaza, a menudo se relega la importancia de la carrocería ligera para concentrarse en otros aspectos más técnicos y funcionales. Esta falta de equilibrio puede hacer que el diseño no logre aprovechar plenamente su potencial en términos que pueda atraer el interés público. A partir de esto, surge la necesidad de implementar un diseño de una carrocería ligera que logre cautivar la vista de las personas para que logren observar el prototipo biplaza.



El diseño de una carrocería ligera y visualmente atractiva para un vehículo biplaza tubular debe abordar varios aspectos clave:

- **Atractivo Visual:** Desarrollar un diseño que sea visualmente impactante y atractivo para los consumidores, capturando las tendencias y preferencias del mercado.
- **Identidad de Marca:** Asegurar que el diseño refleje la identidad de la marca y esté alineado con la imagen que la empresa desea proyectar.
- **Innovación en el Diseño:** Integrar elementos de diseño innovadores que distingan al vehículo de otros modelos en el mercado.
- **Compatibilidad con Materiales Ligeros:** Seleccionar y utilizar materiales ligeros que permitan libertad creativa en el diseño sin comprometer la estética.
- **Equilibrio entre Forma y Función:** Mantener un balance entre un diseño estético y las consideraciones funcionales.

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

¿Cuáles son las características clave que logran influir en el proceso de diseño de una carrocería ligera en un vehículo con chasis tubular? Además, ¿cómo se puede moldear cada una de estas características anteriormente buscadas para generar un diseño de carrocería ligera para que finalmente pueda ser modelado en una maqueta 3D que represente de manera más precisa y detallada las propuestas de diseño de la carrocería ligera aplicada a un vehículo biplaza tubular?

Con la formulación del problema ya planteada se busca establecer los objetivos del estudio en consideración de las limitaciones, criterios y características de diseño en ingeniería asistida por computadora que dirigen un enfoque metodológico.

Diseñar una carrocería ligera conlleva desafíos particulares que necesitan ser enfrentados de forma eficaz, metódica y organizada, para eso habría que realizar un proceso de

diseño en un software que nos permita tener una idea o un modelo de cómo se verá la carrocería ligera en 3D.

Este problema es crucial para el desarrollo de vehículos que sean tanto eficientes y sostenibles como visualmente atractivos y comercialmente viables. Por lo tanto, este estudio se enfoca en investigar las características esenciales del proceso de diseño estético de carrocerías, modelar las partes componentes con un énfasis en la apariencia visual, y crear una maqueta en 3D que represente una propuesta estética efectiva y eficiente para este tipo de vehículo.

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

- ¿Cuáles son las características claves que se deben considerar al diseñar la carrocería de un vehículo tubular?
- ¿Qué herramientas y software son más adecuados para realizar el modelado de los componentes de la carrocería ligera?
- ¿Qué ejemplos de prototipos biplaza han tenido éxito en el mercado debido a su enfoque en la carrocería ligera aplicada en la maqueta 3D?
- ¿Cuál es el proceso para convertir los modelos de diseño en una maqueta física utilizando la tecnología de impresión 3D?
- ¿Qué observaciones se deben tener en cuenta al momento de seleccionar el material para la impresión 3D de la maqueta de la carrocería ligera?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

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

- Diseñar una propuesta de carrocería ligera destinada a un vehículo biplaza de estructura tubular.

### **1.3.2 *Objetivos Específicos***

- Investigar las características que intervienen en el proceso de diseño de carrocería aplicadas a vehículos tubulares.
- Generar un modelado de cada una de las partes que conforman una carrocería aplicada al vehículo biplaza tubular.
- Elaborar una maqueta con aplicación 3D con las propuestas del diseño de la carrocería para el vehículo biplaza tubular.

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

Una vez que los objetivos de la presente investigación han sido establecidos y definidos, se procederá a definir la ubicación geográfica donde se llevará a cabo el estudio, así como a originar las justificaciones correspondientes que respondan a las preguntas ya planteadas con anterioridad.

### **1.4.1 *Justificación de la Investigación***

Se centro en la elección del desarrollo de diseño y los elementos idóneos para la fabricación de un diseño de carrocería ligera, considerando formas similares al diseño original. Según los principios del diseño industrial y de vehículos, se reconoce que la estética juega un papel crucial en la atracción del público y en la formación de una impresión positiva.

La necesidad de innovar en el diseño de vehículos automotrices se ha intensificado con el crecimiento de las demandas del mercado por vehículos más eficientes, sostenibles y estéticamente atractivos. La propuesta de diseñar una carrocería ligera para un vehículo biplaza tubular responde a esta necesidad, abordando aspectos clave tanto en eficiencia y funcionalidad como en estética y atractivo visual. En términos de estética, la carrocería de un vehículo es uno de los factores más influyentes en la decisión de compra de los consumidores. Un diseño visualmente atractivo puede diferenciar un vehículo en un mercado altamente competitivo, capturando la atención y la preferencia de los clientes. Este estudio se enfocará en desarrollar

un diseño que refleje la identidad de la marca, incorporando elementos innovadores que lo hagan destacar, mientras se mantiene un equilibrio entre la forma y la función. Una carrocería ligera contribuye a la creación de diseños más elegantes y fluidos, los cuales tienen la capacidad de cautivar la atención y generar un atractivo emocional hacia el vehículo. Desde una perspectiva de marketing, se argumenta que un diseño exterior llamativo y distintivo puede establecer una ventaja competitiva en un mercado altamente disputado. En este contexto, una carrocería ligera bien diseñada tiene el potencial de destacarse entre la competencia y atraer a un público más amplio. Por último, de acuerdo con los principios de innovación en el diseño de vehículos, la ligereza de la carrocería puede facilitar la adopción de materiales avanzados y tecnologías de fabricación, lo que a su vez puede conducir a diseños más creativos y estéticamente agradables.

#### ***1.4.2 Justificación metodológica***

Se emplearon recursos como: manuales, artículos científicos, libros cuyo contenido proporcionan información de los posibles diseños que pueda tener el prototipo biplaza. La metodología elegida facilita un enfoque de diseño que involucra múltiples ciclos de revisión y mejora en el proceso de diseño estético, con el objetivo de lograr que el resultado deseado que en otro proyecto sea óptimo para la carrocería. Este enfoque repetitivo se considera fundamental para alcanzar la apariencia visual deseada. Además, esta metodología puede incorporar técnicas rápidas de prototipo, lo que permite la rápida creación de modelos físicos o representaciones visuales del diseño propuesto. Estos prototipos desempeñan un papel esencial en la evaluación visual de la estética y la realización de ajustes según sea necesario. Asimismo, la metodología puede aprovechar herramientas de simulación y modelado tridimensional para visualizar el diseño en un entorno virtual antes de llevarlo a la construcción física ahorrando así costos en materiales. Este enfoque permite realizar ajustes precisos y evaluar la estética desde diferentes perspectivas.

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

La investigación de las características relevantes en el proceso de diseño de la carrocería para vehículos tubulares proporcionará una comprensión detallada de los elementos clave, como el atractivo visual, minimización del peso, entre otros. Este conocimiento permitirá tomar decisiones informadas para optimizar el diseño de la carrocería de un vehículo biplaza tubular, garantizando el objetivo que se propuso.

El modelado detallado de cada componente de la carrocería facilitará el reconocimiento de mejoras y la evaluación de diferentes diseños. Además, las simulaciones virtuales ayudarán a prever el comportamiento de la carrocería en diversas condiciones, contribuyendo así a su optimización y cumplimiento de requisitos de seguridad y eficiencia.

La elaboración de una maqueta en 3D representará visualmente el diseño propuesto de la carrocería, ofreciendo una herramienta efectiva para comunicar propuestas de diseño a partes interesadas y validar aspectos ergonómicos, estéticos y funcionales antes de la producción en masa. Esta etapa permitirá reducir costos y tiempos de desarrollo al detectar y corregir posibles problemas en las primeras etapas del proceso de diseño.

### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

Según la planificación definida para este estudio, se ha establecido un calendario que abarca desde el 20 de mayo de 2024 hasta el 8 de septiembre de 2024. Durante este periodo, se llevarán a cabo todas las etapas necesarias de manera secuencial para cumplir con los objetivos propuestos hasta su conclusión.

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

Este estudio se desarrolla en la ubicación de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, ubicada en Guayaquil. Tanto la parte teórica como la práctica se llevan a cabo haciendo uso de los laboratorios disponibles en la institución para el modelado 3D de la maqueta.

#### **1.4.6 Delimitación del Contenido**

La disposición del marco teórico se organiza en cuatro capítulos, acompañados de textos explicativos y sus correspondientes conclusiones y recomendaciones. En contraste, la investigación estará delimitada en función de la inclusión y limitación según la siguiente forma:

- Revisión exhaustiva de la literatura relacionada con los principios y técnicas de diseño de carrocerías para vehículos tubulares.
- Exploración de los materiales y métodos de construcción utilizados en la fabricación de carrocerías ligeras para vehículos tubulares.
- Identificación minuciosa de las partes principales que componen la carrocería de un vehículo biplaza tubular.
- Desarrollo de modelos tridimensionales (3D) de cada componente de la carrocería mediante el uso de software especializado en diseño asistido por computadora.
- Concepción de un diseño conceptual para la carrocería del vehículo biplaza tubular, basado en los resultados obtenidos en la investigación previa.
- Creación de una maqueta física a escala, utilizando tecnología de impresión 3D.

En la primera etapa, se proporcionó información sobre el aspecto externo del vehículo biplaza, abordando aspectos como su diseño de carrocería, los propósitos para los que está destinado y las consideraciones estéticas. La segunda etapa comprendió la planificación de los procedimientos de diseño, detallando las fases de fabricación de la carrocería ligera y presentando esbozos minuciosos de sus características visuales. La tercera etapa se enfocó en la metodología apropiada para desarrollar el diseño de la carrocería ligera, abarcando la selección de colores, materiales y elementos de diseño que realcen su apariencia. Por último, en la cuarta etapa, se llevó a cabo el proceso de construcción del modelado a esquila mediante una impresora 3D.

#### ***1.4.7 Alcance***

Este proyecto preliminar tiene como enfoque principal el diseño de una carrocería ligera para un prototipo de vehículo biplaza, con el objetivo de crear un diseño atractivo. Esta etapa específica se concentra en mejorar la estética del vehículo. El propósito principal es utilizar software de diseño para mejorar visualmente las partes de la carrocería, teniendo en cuenta las versiones originales del prototipo. Este proceso implica la creación de una maqueta con ayuda de una impresora 3D.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Marco Teórico

Es relevante señalar que el proceso de diseñar y mejorar la estética de la carrocería ligera de un prototipo de vehículo biplaza con base de chasis tubular es un campo interdisciplinario que se nutre de diversos campos de conocimiento. En este contexto, se explorarán los elementos fundamentales que respaldan y definen la fase de diseño, estableciendo así una base sólida para el éxito del proyecto. En este sentido, la importancia del diseño industrial y la estética es notable, ya que desempeñan un papel esencial en la creación de una carrocería que sea tanto visualmente atractiva como funcional. Los principios del diseño industrial guiarán la concepción de la apariencia y la ergonomía de la carrocería, teniendo siempre en consideración las preferencias del mercado y la identidad de la marca.

Asimismo, la selección de materiales de avanzada y la implementación de procesos de fabricación eficientes se erigen como elementos críticos para lograr tanto la estética como la funcionalidad requerida en la carrocería. Por último, el empleo de herramientas de diseño en tres dimensiones (3D) permitirá la visualización y evaluación del diseño desde diversas perspectivas, lo que facilitará ajustes precisos y refinamientos.

##### ***2.1.1 Historia del Diseño Automotriz***

Los vehículos no siempre fueron potentes y cómodos; de hecho, su diseño ha evolucionado para no solo servir como medio de transporte, sino también reflejar la personalidad del conductor. El origen del diseño automotriz se remonta a 1769, cuando el creador francés Nicholas-Joseph Cugnot dio a conocer el primer modelo impulsado por vapor que tenía un diseño rústico de madera que resultó innovador para su tiempo.

Cabe mencionar que en ese tiempo la apariencia no era un detalle predominante en comparación con la funcionalidad. (Miguez Santos, 2018)



**Figura 1**

*Primer Automóvil de la Historia*



Tomado de: <https://www.eltiempo.com/vida/carro-cuando-se-creo-la-primera-carreta-763126>

Como se ilustra en la Figura 1, en 1866, Gottlieb Daimler creó el primer vehículo que era desarrollado con un motor de combustión interna. Este vehículo se destacaba por su diseño elegante, que incluía una cabina cerrada, una carrocería de cuatro ruedas, un capó largo y estrecho, y un material de vidrio que protegía a los ocupantes. Sin embargo, un avance significativo en el diseño automotriz ocurrió entre las décadas de 1920 y 1930, cuando se empezaron a crear automóviles personalizados según las demandas de los clientes. Con el paso del tiempo, estos vehículos se convirtieron en clásicos auténticos y hoy son considerados verdaderos tesoros de la industria automotriz. Aunque los vehículos producidos en serie inicialmente tuvieron un gran éxito, los clientes eventualmente se cansaron de la falta de innovación en su diseño. En respuesta a este fenómeno, la empresa Motors optó por introducir diferentes versiones cada año, lo que dio origen a la tendencia de rediseño. A partir de entonces, las compañías automotrices se enfocaron en desarrollar chasis más ligeros que permitieran la creación ágil de nuevas versiones. Desde 1935 en adelante, el diseño automotriz comenzó a priorizar las expectativas de los consumidores sobre las mejoras en el rendimiento del motor. (Míguez Santos, 2018)

En la década de 1950, el mercado automotriz vio la aparición de diversos segmentos, y la estética se convirtió en un factor clave, ya que los consumidores buscaban vehículos atractivos y provocativos. Los autos deportivos y descapotables se volvieron los más codiciados, y diseñadores icónicos como Ferdinand Porsche, Ferruccio Lamborghini y Enzo Ferrari se hicieron conocidos. Los líderes de la industria comenzaron a adoptar diseños más largos y robustos, utilizando materiales que optimizaban la eficiencia en la conducción. Actualmente, el diseño de los vehículos es crucial en la decisión de compra, con la tecnología y la estética dominando la industria. Las carrocerías de hoy en día son más resistentes, ligeras, y presentan líneas suaves que mejoran la apariencia exterior de los modelos. (Miguez Santos, 2018)

### **2.1.2 Chasis**

El chasis, también conocido como "Marco", constituye la estructura primordial de sustento del vehículo, similar al esqueleto en organismos vivos, siendo responsable de absorber todas las tensiones tanto en reposo como en movimiento del automóvil. Se encarga de vincular las cuatro ruedas y el sistema de dirección, recibiendo todas las cargas y esfuerzos generados por el vehículo, así como de posicionar de forma óptima todos los componentes. (Salazar, 2018)

Su función más destacada radica en garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo. Entre las funciones que desempeña, se incluyen:

- Sostener la carga de la carrocería del vehículo.
- Brindar espacio y ubicación para diversos accesorios del vehículo.
- Sostener el peso de los distintos sistemas del vehículo, como el motor y la transmisión.
- Soportar la carga de pasajeros y equipaje.
- Absorber las tensiones originadas por las condiciones adversas de la carretera.

- Resistir los esfuerzos durante el frenado y la aceleración.

### ***2.1.3 Vehículos con Base de Chasis Tubular***

Como se encuentra en la Figura 2, el chasis es la base de todo tipo de vehículo, sirve como plataforma para la integración de todos los componentes del vehículo soportando todo el peso del vehículo, uniendo varios componentes como la suspensión, proporcionando tanto soporte como solidez, además de garantizar la seguridad (Avilés, 2012).

Según (Solano, 2014) la estructura del chasis tubular, presente en vehículos deportivos clásicos es una elección frecuente en vehículos recreativos o de deportes como los bugiese, Ariel Atom y los quads.

Este chasis tubular es uno de los tipos de carrocería que se han venido usando en vehículos deportivos mediados del siglo XX, fue creada por el italiano Touring en el año 1937 y estas estructuras metálicas son recubiertas con láminas metálicas como aluminio o magnesio (Reyes & Flores, 2014).

Como se puede ver en la Figura 3 se trata de una estructura conformada por una red de tubos huecos soldados que se disponen estratégicamente en el espacio para cumplir con dos funciones principales: sostener las cargas suspendidas del vehículo y ofrecer protección al conductor en caso de un accidente. (Reyes & Flores, 2014)

Este tipo de chasis se caracteriza por su relativa simplicidad en términos de fabricación, aunque suele ser más pesado que el chasis monocasco. Además, destaca por su facilidad de acceso debido al espacio entre los tubos, aunque, en general, proporciona niveles inferiores de rigidez (Reyes & Flores, 2014).

**Figura 2**

*Ariel Atom*

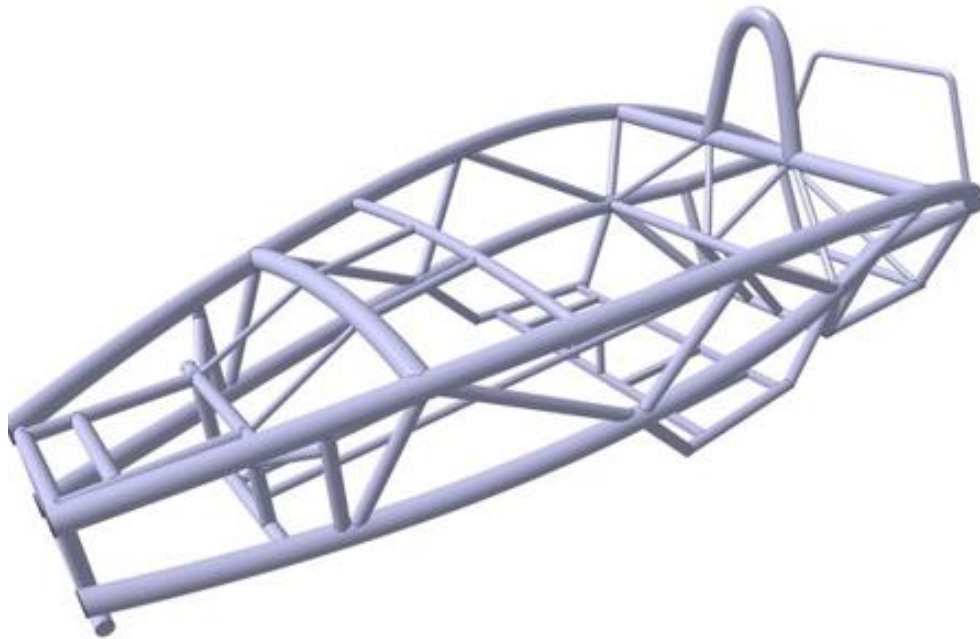


Tomado de: <https://www.arielmotor.co.uk/ariel-vehicles/ariel-atom/>

Como se puede observar nuevamente en la figura 3. Un chasis tubular puede incorporar paneles exteriores cuya función es principalmente estética, para evitar que el conductor se sienta como si estuviera en una jaula, y aerodinámica, para impedir que el viento pase a través de las barras y aprovechar la fuerza generada para mejorar el agarre en las curvas. De igual modo, la maniobrabilidad del vehículo se ve notablemente mejorada al utilizar este tipo de chasis, debido a que incrementa su rigidez torsional (Marchal, 2023).

(Company, 2023) nos dice que en 1999 logran cambiar la percepción de todos sobre cómo debería ser un automóvil deportivo ligero. Llamándolo Ariel Atom y estableció el estándar por el cual se medían los automóviles de alto rendimiento, independientemente del precio, y todavía lo hace.

Ícono del diseño automotriz, la ingeniería y el rendimiento, ellos siguen evolucionando el Atom. Ahora tienen varias generaciones, con más potencia, mejor aerodinámica, chasis más rígido, nueva suspensión y una multitud de refinamientos (Company, 2023).

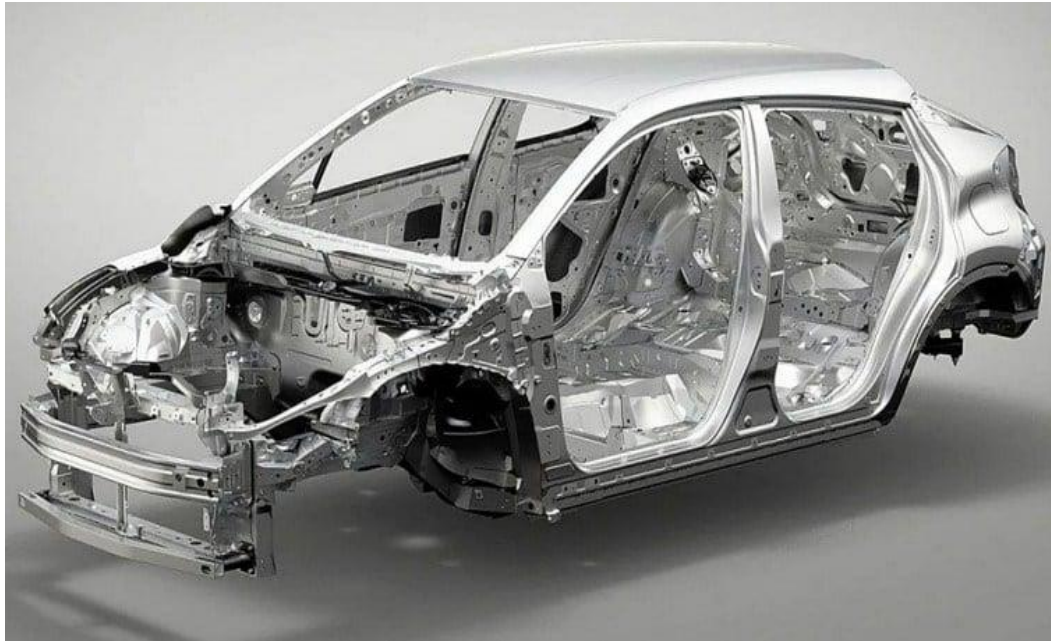
**Figura 3***Chasis Tubular*

Tomado de: <https://grabcad.com/library/ariel-atom-chassis>

#### **2.1.4 Chasis Monocasco**

El chasis monocasco, también conocido como carrocería autoportante, es el tipo de estructura más comúnmente utilizado en los vehículos convencionales y ofrece diversas ventajas en comparación con el chasis de escalera o independiente. Este tipo de chasis se caracteriza por ser el responsable de proporcionar rigidez estructural al vehículo y alojar todos sus componentes. Generalmente, se fabrica mediante la estampación de piezas, que implica la aplicación de compresión entre dos moldes para formar la estructura del vehículo (Salazar, 2018).

Este tipo de chasis es uno de los más usados por los fabricantes de automóviles en la mayoría de los vehículos de la actualidad ya que es una estructura rígida como se puede observar en la figura 4, que se puede producir fácilmente en masa y tiene una gran absorción de energía (Reyes & Flores, 2014).

**Figura 4***Chasis Monocasco*

Tomado de: <https://www.motor.es/que-es/chasis-autoportante-monocasco>

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Diseño**

La ingeniería de diseño automotriz es una disciplina derivada del campo del diseño industrial, se dedica al diseño integral de vehículos automotores en todas sus etapas. Esto abarca desde la concepción inicial hasta la elaboración de los detalles más minuciosos. Sus áreas de enfoque incluyen:

- **Diseño exterior:** Centrado principalmente en aspectos estéticos, que comienza con bocetos manuales, progresa a modelos de arcilla y culmina en un prototipo físico.
- **Diseño interior:** Que es donde se planifican todos los elementos que influyen en la comodidad de los pasajeros.
- **Diseño gráfico:** Es el responsable de las apariencias técnicas de cada parte del automóvil.

Lo notable de esta especialidad es que no solo se ocupa de aspectos estéticos, sino que también considera aspectos relacionados con la estructura, el funcionamiento y la seguridad, así como la elección de materiales, teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias y de fabricación.

### ***2.2.2 Materiales Utilizados en la Construcción de Carrocerías Ligeras***

Actualmente el mercado de materiales ligeros en la industria automotriz se ve principalmente impulsado por la necesidad de disminuir el peso de los vehículos, con el objetivo de mejorar la eficiencia del combustible, la aerodinámica del vehículo y cumplir con regulaciones de emisiones que son cada vez más rigurosas. Por eso hay diferentes tipos de materiales que existen entre estos están:

#### ***2.2.2.1 Aluminio***

Las demandas de la construcción en el sector automotriz requieren necesariamente del uso de materiales ligeros, como el aluminio. Este material es bueno gracias a la accesibilidad y se emplea en la construcción de algunos de los elementos de los vehículos de competencia (Solano J. F., 2014).

Es un material que además de ser ligero es ecológico ya que se lo puede reciclar en un 100% permitiendo reusarse en otros componentes del vehículo. Además, como se muestra en la tabla 1, el aluminio es seguro al momento de un impacto ya que tiene una deformación controlada y gracias al menor peso, los frenos tienen una mejor actuación (Solano J. F., 2014).

Sin embargo, el aluminio presenta varias dificultades para la fabricación de formas ligeras en la carrocería de un vehículo. El proceso de conformado de este material es bastante complejo, ya que requiere máquinas especializadas para su laminación y doblado, lo que hace inviable su aplicación. (Solano & Ramirez, 2014)

**Tabla 1***Tabla de Propiedades Físicas y Mecánicas del Aluminio*

Propiedad	Aluminio
1 Esfuerzo ( $N/mm^2$ )	250
2 Elasticidad E, Módulo de Young (MPa)	70.000
3 Densidad ( $g/cm^3$ )	2,7
4 Punto de fusión	660
5 Rango de temperatura de trabajo	-250 a 150
6 Conductibilidad eléctrica ( $m/Ohm\ mm^2$ )	29
7 Conductibilidad Térmica	200
8 Coeficiente de expansión lineal	24
9 No-magnetismo	Sí
10 Tóxico	No
11 Resistente a la corrosión	Sí
12 Mecanizado	Fácil
13 Maleable	Sí
14 Costo	Barato

Tomado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7183/1/UPS-CT004048.pdf>

### **2.2.2.2 Polímeros**

Estos se usan para construir varias cantidades de elementos ya sean exteriores o interiores como consolas, tableros de instrumentos, molduras, deflectores, rejillas, etc. Los polímeros se destacan por su gran capacidad de resistencia que tienen al impacto.

Las cualidades que hacen de estos uno de los materiales usados para los componentes o piezas de la carrocería son:

- Buena resistencia a la corrosión
- Reducción de peso
- Resistencia a líquidos como aceites, gasolina.



### **2.2.2.3 Fibra de Carbono**

La fibra de carbono es una mezcla de tejido de hilos de carbono que actúa como refuerzo, aportando resistencia y flexibilidad, junto con una resina termoestable que se endurece mediante un solidificado. Este solidificado une las fibras, las protege y distribuye la carga a lo largo del material. Esto ayuda a convertir la resina en un plástico más duro como se observa en la Figura 5 (Solano & Ramirez, 2014).

Este material es más ligero que cualquier material metálico, pero siendo igual resistente e inmune a la corrosión que puede adquirir diversas formas y adaptarse a cualquier necesidad (Reyes & Flores, 2014).

#### **Figura 5**

*Ariel Atom con Carrocería Ligera de Fibra de Carbono*



Tomado de: <https://dautomotrizuft.weebly.com/chasis.html>

### **2.2.2.4 Fibra de Vidrio**

Como se puede observar en la Figura 6, la fibra de vidrio es vidrio transformado en filamentos. Al convertir el vidrio en filamentos delgados, su resistencia a la rotura aumenta.

Estos filamentos pueden fabricarse a partir de diversos tipos de vidrio. (Guevara & Sánchez, 2015)

### **Figura 6**

#### *Filamentos de Fibra de Vidrio*



Tomado de: <https://diazcaro.com/wp-content/uploads/2012/04/amianto4.gif>

La fibra de vidrio se aplica en la construcción de carrocerías ligeras de vehículos ya que posee un menor peso al aluminio, es fácil de moldear y una buena resistencia mecánica, no necesita de infraestructuras especializadas lo que ayuda a reducir el costo (Solano J. F., 2014).

Existen algunos tipos de fibra de vidrio, cada una con sus diferentes características dependiendo de su constitución y componentes como se logra visualizar en la tabla 2 (Solano J. F., 2014).

- Tipo E: Predominantemente empleado en plásticos reforzados con fibra de vidrio, se destaca por su resistencia tanto mecánica como dieléctrica.
- Tipo R: Compuesto por vidrio de aluminosilicatos, es utilizado en industrias como la aviación espacial, la ingeniería mecánica, y en la fabricación de armamento y componentes.

- Tipo S: Reconocido por su alta resistencia a la tracción, contiene vidrio de aluminio con un significativo porcentaje de óxido de magnesio.
- Tipo C: Se utiliza por su capacidad para resistir agentes químicos, caracterizándose por un elevado contenido de óxido de boro.

**Tabla 2***Tabla de las Propiedades de la Fibra de Vidrio*

Propiedad	E	C	S	R
Gravedad Específica	2,56	2,45	2,49	2,58
Resistencia a la tracción de la fibra	3,6		4,5	4,4
Punto de ablandamiento °C	850	690		990
Conductividad Térmica	1,04			
Índice de refracción	1,545	1,549		
Módulo de Young de elasticidad	75,9		86,2	84,8

### 2.2.3 Modelado 3D

¿Qué es un modelado 3D? (Autodesk, 2024) nos dice que un modelado 3D implica en usar un software para construir o crear una representación matemática de una forma u objeto tridimensional. Este objeto, es conocido como modelo 3D y se emplea en varias industrias. Estos modelados 3D los podemos encontrar en:

- Industrias cinematográficas y televisión: Los estudios especializados en animación y efectos visuales utilizan software de modelado para diseñar elementos y

personajes generados por computadora, que se ven en películas y programas de televisión.

- Videojuegos: Los desarrolladores de videojuegos emplean herramientas de modelado para construir personajes 3D y entornos, tanto para los juegos en sí como para las secuencias cinemáticas.
- Arquitectura: En la arquitectura, se utiliza software de modelado para crear representaciones visuales de los interiores y exteriores de edificios y de los entornos propuestos.
- Diseño de productos: La industria manufacturera hace uso de programas de modelado 3D para el diseño de productos, la ingeniería, y la visualización de conceptos.
- Industria automotriz: En la industria automotriz el modelado 3D ayuda a verificar, la función o forma del diseño que este listo para la fabricación o producción de este.

#### **2.2.4 Software 3D**

Un software 3D ayuda a generar una representación matemática de un objeto o forma en tres dimensiones. El resultado de este proceso se llama modelo 3D como lo vimos en el tema anterior, y estos modelos se utilizan en el diseño asistido por computadora. El diseño 3D es empleado en diversas industrias para ayudar a los artistas a desarrollar, comunicar, documentar, analizar y compartir sus ideas (Autodesk, 2024).

Los softwares 3D deben tener funcionalidades como:

- Comandos de modelado
- Comandos de diseño
- Personalización de los procesos de manufactura en 3D
- Visualización 3D

### 2.2.5 Tipos de Software 3D

- **TinkerCAD:** Tinkercad es una herramienta gratuita y accesible para diseño 3D, ideal para crear modelos tridimensionales en línea. Su mayor ventaja radica en su interfaz sencilla e intuitiva, lo que la transforma en una opción excelente para quienes se inician en el diseño 3D. No se requiere experiencia previa en diseño ni conocimientos avanzados de programación para utilizar Tinkercad. Además, cuenta con una comunidad de usuarios activa, lo que facilita la colaboración y el intercambio de diseños, así como el acceso a numerosos tutoriales y recursos. Gracias a estas características, Tinkercad se destaca como una potente herramienta para la creación de modelos 3D y la introducción al diseño tridimensional (Autodesk, 2024).
- **GIMP:** Es un software para procesamiento de imágenes y pintura digital. Facilita el manejo de mapas, la aplicación de filtros y las correcciones de color. GIMP es una herramienta perfecta para ajustar, componer y modificar imágenes. Muchas pequeñas empresas lo emplean para diseñar logotipos y gráficos sin costo. Sus capacidades son comparables a las de algunos programas comerciales. De hecho, en algunos casos, se considera una alternativa a Photoshop. La primera versión del programa fue diseñada para GNU/Linux, pero actualmente también hay versiones disponibles para Windows y Mac OS X (Medín, 2013).
- **Blender:** Es un software de alta gama para crear objetos 3D y animaciones, y también funciona como plataforma para el desarrollo de videojuegos. Permite trabajar con primitivas, mallas poligonales, NURBS, animación por keyframes, cinemática inversa, texturas, bump maps, raytracing, partículas y cálculo de colisiones. Además, ofrece sincronización de audio y video y es compatible con la impresión 3D (Medín, 2013).

- AutoCAD: Es el software estándar utilizado por bastantes arquitectos para crear bocetos, planos, estructuras y piezas que cumplen con especificaciones establecidas por los clientes. Además, AutoCAD es una herramienta versátil que se aplica en campos como la arquitectura, la industria, la mecánica, el diseño gráfico y la ingeniería. Su capacidad para visualizar diseños tanto en 2D como en 3D lo posiciona como uno de los programas de diseño digital más destacados en el mercado. (Autodesk, 2024).
- SolidWorks: Es un software de diseño mecánico CAD. Su uso es sencillo e intuitivo, lo que facilita la creación rápida de modelos sólidos en 3D, así como de dibujos y ensamblajes. Al ser un modelo paramétrico, emplea cotas y relaciones para realizar operaciones, las cuales se almacenan en el modelo, permitiendo la creación de diversas versiones de un diseño con mínimo esfuerzo. (González, 2023).
- Inventor: Desarrollado por Autodesk, Inventor es un software de diseño asistido por computadora (CAD) enfocado en el modelado mecánico en 3D, reproducción, visualización y documentación. Este programa permite la integración de datos en 2D y 3D en un mismo entorno, estableciendo una representación virtual del producto final, lo que posibilita a los usuarios validar la forma, ajuste y funcionalidad del producto antes de proceder a su fabricación. (Autodesk, 2024).

Estos son solo algunos de los muchos tipos de software 3D disponibles hoy en día. Con este conocimiento, podemos determinar que, al necesitar realizar un modelado en 3D, primero es útil investigar cuál de estos programas es el más adecuado para el tipo de proyecto que se quiere llevar a cabo.

### **2.2.6 Impresoras 3D**

La tecnología de impresión 3D es innovadora, ya que ofrece una forma novedosa de producción, transformando la manera en que se diseñan y fabrican diversos productos. En

1984, Charles Hull patentó la primera máquina con la capacidad de realizar impresiones en tres dimensiones, iniciando el desarrollo de una tecnología que algunos economistas han denominado como la nueva revolución industrial (Flores, 2016).

Con este tipo de tecnología ya no es necesario que las industrias pedir repuestos a los distintos proveedores cuando una máquina o repuesto tiene algún fallo. Ahora, con acceso a una impresora 3D, pueden fabricar una réplica de los repuestos necesarios, solucionando así la falla de la máquina. Una impresora 3D es un artefacto que puede crear impresiones o réplicas tridimensionales a partir de un modelo digital, ya sea diseñado abstractamente o escaneado de la realidad. (Flores, 2016) nos dice que los procesos más comunes actualmente para la impresión 3D son:

- Por adición: Inyecta polímeros que se añaden capa por capa, un método también conocido como polimerización.
- Por sintonización láser: Este método utiliza diferentes capas de metal proporcionadas por un suministrador. El metal es entregado a un dispositivo láser que funde las capas y da forma al objeto.
- Por compactación: Crea una masa de polvo que se compacta por capas.
- Por estilográfica: Este proceso utiliza una resina fotosensible que se solidifica al exponerse a la luz ultravioleta.

El método más común es la compactación, utilizado tanto por impresoras 3D láser como de tinta:

- 3D Láser: El componente primordial es un láser que provoca la polimerización del material. Las áreas polimerizadas se sumergen para su solidificación. Este método tiene dos variantes: *SLA (Estereolitografía)*; Comienza con una base que se sumerge en un envase de resina líquida con polímero, surgiendo gradualmente capa

por capa. Durante este proceso, el láser solidifica la base formando el objeto. *SLS (Sinterización Selectiva por Láser)*; Utiliza un láser sobre material en polvo, también imprimiendo por capas. Emplea un láser más potente que el SLA y en la actualidad se usan materiales como la poliamida cargada de vidrio y el nylon.

- 3D de tinta: Estas impresoras emplean una tinta aglomerante para apretar el polvo (generalmente celulosa o escayola). Los objetos se crean a partir de polvo de celulosa, que puede mezclarse con elastómero para obtener piezas más flexibles.

El funcionamiento de una impresora tridimensional es parecido al de una impresora tradicional, pero la principal diferencia radica en el inyector y el cabezal, que operan en tres dimensiones (XYZ). El software 3D utiliza un prototipo tridimensional dividido en capas de 1 mm de espesor, y las impresiones se realizan capa por capa, tomando el tiempo necesario para completar tanto impresiones sencillas como complejas. El proceso se desarrolla de la siguiente manera:

- Se crea un boceto en un software o programa informático llamado CAD.
- Los datos se envían a la impresora, que creará la pieza utilizando el material seleccionado.
- La pieza se endurece mediante la adición de capas o la compactación de polvo de diversos materiales.

### **2.2.7 Materiales de las Impresoras 3D:**

Como vimos anteriormente, hay diferentes tipos de impresoras 3D y así mismo hay impresoras que trabajan con diversos materiales como:

ABS; es un material termoplástico compuesto por acrilonitrilo, butadieno y estireno. El acrilonitrilo les confiere resistencia a altas temperaturas, mientras que el butadieno aporta rigidez en condiciones de bajas temperaturas y protección contra impactos. Este plástico es



ampliamente utilizado en el ámbito de la impresión 3D, siendo uno de los materiales preferidos junto con el PLA. Se obtiene generalmente mediante la polimerización de acrilonitrilo y estireno en presencia de polibutadieno, con una composición típica de 20% de acrilonitrilo, 25% de butadieno y 55% de estireno, lo que le da la denominación de ABS. Además, su uso se extiende a electrodomésticos, cascos de barcos, piezas decorativas, juguetes, y por supuesto, en las icónicas piezas de LEGO como se muestra en la Figura 7.(Flores, 2016)

### **Figura 7**

*Piezas LEGO*



Tomado de: <https://www.3dnatives.com/es/filamento-de-abs-impresion-3d-06062019/>

PLA; Como se logra visualizar en la Figura 8, es un termoplástico biodegradable de origen natural, compuesto principalmente de ácido poliláctico obtenido de fuentes como el almidón de maíz, raíces de tapioca y caña de azúcar. Al retirar, emite un olor similar a la comida y es seguro para uso con alimentos. Las piezas fabricadas con PLA son más duras que las de ABS y están disponibles en una amplia variedad de colores. Se recomienda imprimir a temperaturas más bajas, entre 190 y 200°C, y su densidad es de aproximadamente 1,3 g/cm<sup>3</sup>. (Flores, 2016)

## Figura 8

### *Filamento PLA*

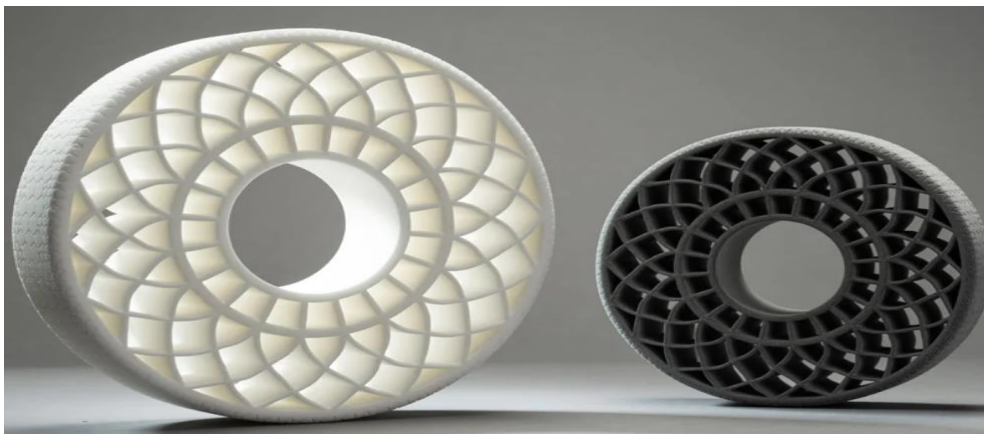


Tomado de: <https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/que-es-el-pla-en-impresion-3d-y-para-que-se-utiliza/>

NYLON; es un material altamente higroscópico que atrae mucha humedad, por lo que necesita ser secado antes en un horno antes de su uso. Tiende a contraerse durante la impresión y no se pega firmemente a otros componentes como el aluminio y el vidrio. Sin embargo, proporciona un acabado de alta calidad como en la Figura 9, tiene baja viscosidad y es muy resistente a altas temperaturas. (Flores, 2016)

## Figura 9

### *Impresión 3D tipo Nylon*



Tomado de: <https://www.3dnatives.com/es/caracteristicas-tiene-nylon-en-impresion-3d-120320202/#!>

NINJAFLEX: Es un elastómero termoplástico que permite imprimir piezas con una consistencia, flexibilidad y dureza extraordinarias. La flexibilidad de este material es única como se muestra en la Figura 10 y permite a los usuarios crear objetos que anteriormente no podían fabricarse mediante impresión 3D, además de mejorar los resultados de muchos otros productos impresos. El cabezal puede operar a una temperatura de 215°C. (Flores, 2016)

### **Figura 10**

*Flexibilidad de una Impresión tipo NinjaFlex*

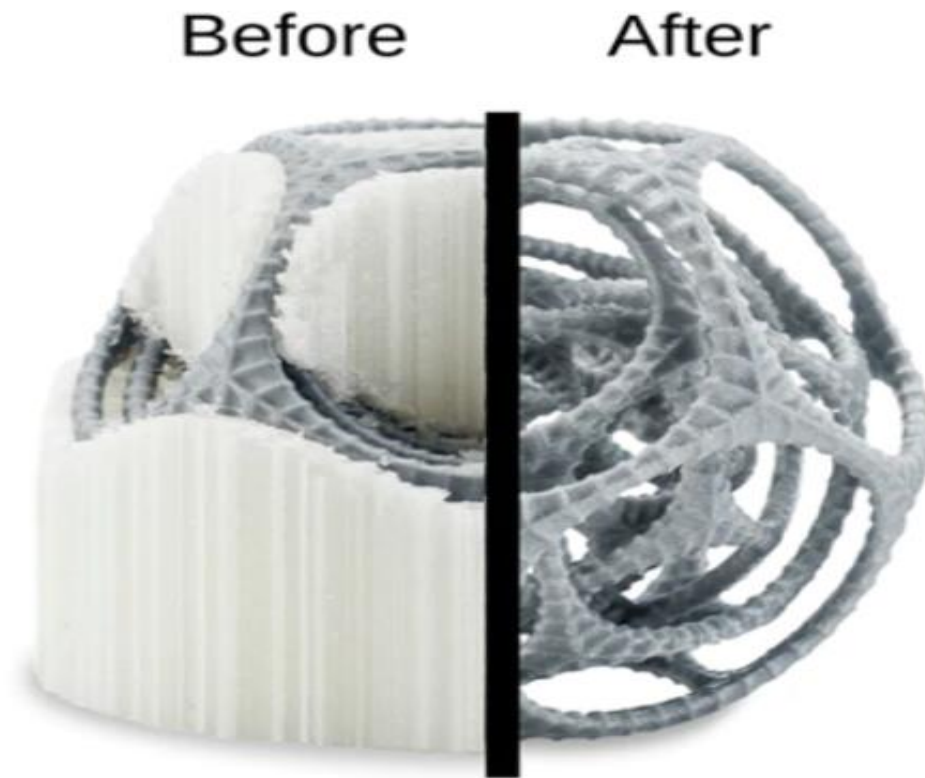


Tomado de: <http://makermex.com/blog/manufactura-digital-1/post/que-es-el-ninja-flex-344>

PVA: (Alcohol polivinílico) es un plástico biodegradable como en la Figura 11, utilizado en impresoras con múltiples cabezales. Su ventaja es que se procesa a aproximadamente 180°C. Además, presenta una apariencia que varía entre transparente y un tono crema, y destaca por su alta resistencia a aceites y grasas. Su procesamiento en impresión 3D es sencillo, ya que es un material no tóxico y, de hecho, carece de olor. Pero su desventaja es que absorbe agua y humedad. (Flores, 2016)

**Figura 11**

*Comparación Antes y Después de una Impresión en PVA*

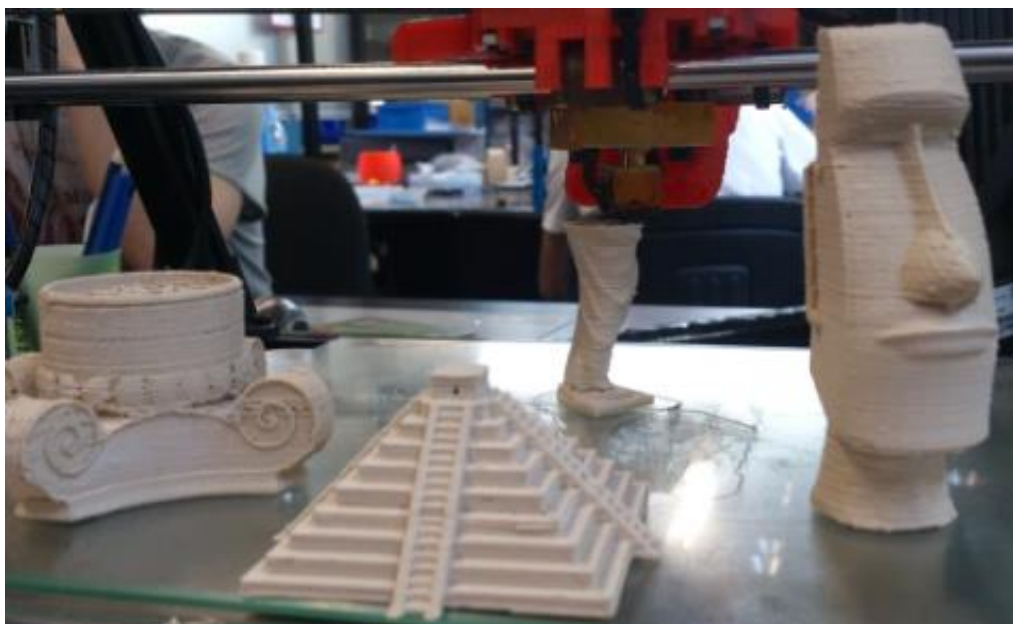


Tomado de: <https://www.3dnatives.com/es/pva-impresion-3d-filamento-soluble-230520222/>

LAYBRICK: Es una combinación de yeso y plástico, permitiendo imprimir piezas con texturas rugosas o lisas, parecidas a las piedras. Las piezas impresas en 3D con este filamento presentan un acabado similar a la cerámica como en la Figura 12, aunque no poseen las propiedades de dicho material. Laybrick es un nuevo compuesto de impresión que ofrece acabados innovadores, es moldeable y da resultados diferentes según el tratamiento y la calentura a la que se someta. Está especialmente diseñado para imprimir objetos de gran tamaño. Se recomienda almacenarlo y usarlo en habitaciones con una temperatura de aproximadamente 20°C, y retirar el objeto impreso una vez que la bandeja se haya enfriado. (Flores, 2016)

**Figura 12**

*Impresiones 3D Tipo LayBrick*



Tomado de: <https://reprapbcn.wordpress.com/2013/07/04/testeando-el-laybrick/>

## Capítulo III

### Desarrollo Metodológico

Para abordar el diseño de una carrocería ligera para un vehículo biplaza tubular, se empleará un enfoque metodológico estructurado en varias fases. Estas fases incluyen la investigación preliminar, el diseño conceptual y el modelado en 3D.

#### 3.1 Investigación Preliminar

En la industria automotriz, la implementación de carrocerías ligeras ha demostrado ser un factor crucial en el desarrollo de vehículos eficientes y atractivos. Este análisis se centra en estudiar casos exitosos de vehículos biplaza que han adoptado carrocerías ligeras, evaluando las características de diseño, y los resultados obtenidos en términos de aceptación en el mercado.

La industria automotriz se encuentra en una constante evolución, impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia, reducir emisiones y atraer a los consumidores con diseños innovadores y atractivos. Esta revisión de literatura examina las tendencias actuales y los avances en el diseño de carrocerías ligeras.

Las carrocerías ligeras juegan un papel crucial en la industria automotriz por varias razones:

- **Eficiencia de Combustible:** La reducción de peso disminuye el consumo de combustible, lo cual es vital en el contexto de normativas cada vez más estrictas sobre emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **Rendimiento del Vehículo:** Un menor peso mejora la aceleración, el manejo y la frenada, aspectos críticos para el desempeño de un vehículo.
- **Sostenibilidad:** La utilización de materiales ligeros y reciclables contribuye a la sostenibilidad y la reducción de la huella de carbono.

### ***3.1.1 Tendencias Actuales en Diseño Automotriz***

El diseño automotriz ha avanzado significativamente. Desde los primeros autos producidos en masa hasta los modernos vehículos que son eléctricos y autónomos, el diseño ha evolucionado para reflejar las necesidades y tendencias de cada época.

En el pasado, los autos eran simples y funcionales, priorizaban la eficiencia y la durabilidad. Sin embargo, con el tiempo, los diseños se han vuelto más elegantes y sofisticados. Hoy en día, los autos deportivos y de lujo van más allá de la funcionalidad, representando un símbolo de estatus social.

En el siglo XXI, el diseño automotriz se fusiona con la tecnología. Pantallas táctiles, luces LED y la aerodinámica avanzada están transformando la apariencia de los autos.

La innovación en la industria automotriz es constante. Algunas de las tendencias más importantes pueden ser:

Diseños modernos: la incorporación de líneas aerodinámicas y formas curvas no solo mejora la estética del vehículo. Este aspecto ha evolucionado continuamente. Desde los comienzos de la industria automotriz, los fabricantes han intentado mejorar la eficiencia del combustible mediante diseños aerodinámicos y el uso de materiales ligeros, sin comprometer la seguridad ni el rendimiento. Actualmente, se utilizan tecnologías avanzadas para optimizar estos diseños y hacerlos más inteligentes, así como materiales sofisticados y ecológicos que llevan el diseño automotriz a nuevas alturas.

Personalización: Cada vez más empresas ofrecen opciones de personalización en colores, acabados y otras características. Los consumidores buscan una experiencia más personalizada, lo que ha llevado a los fabricantes a ofrecer la posibilidad de personalizar algunos de sus modelos más premium, proporcionando una mayor variedad de opciones en características, colores y acabados interiores.

Enfoque sostenible: Los fabricantes están adoptando materiales reciclables y buscando reducir la huella ambiental de sus vehículos. Así, el futuro verá autos más ecológicos y eficientes, sin sacrificar rendimiento ni seguridad. El cuidado del medio ambiente se ha transformado en una responsabilidad compartida, y por ello, el diseño automotriz se enfoca cada vez más en la sostenibilidad. Se están empleando materiales reciclados y técnicas de fabricación ecológicas para minimizar el impacto ambiental de la industria. La sostenibilidad es ahora una preocupación central en el sector automotriz por eso se están realizando esfuerzos para disminuir las emisiones de carbono tanto en la fabricación como en el uso de los automóviles, así como en la exploración de fuentes de energía alternativas.

Integración de Tecnología: La integración de tecnologías avanzadas, como sistemas de asistencia al conductor, conectividad y vehículos autónomos, está influyendo significativamente en el diseño de carrocerías. Estas tecnologías requieren nuevas consideraciones en el diseño estructural y de los materiales para soportar los sistemas y sensores necesarios.

### **3.2 Propuesta de Modelo**

Una propuesta de modelo sirve como una hoja de ruta detallada y bien estructurada para el desarrollo de un nuevo producto, en este caso, un diseño de carrocería ligera para un prototipo de chasis tubular. Esto nos ayuda a especificar claramente los objetivos del proyecto, tanto generales como específicos y a establecer los requisitos técnicos y las limitaciones del proyecto, lo cual es crucial para guiar el diseño y desarrollo. El proceso de diseño, que incluye la investigación inicial y el modelado 3D, es importante para el triunfo del proyecto. La utilización de los diferentes tipos de software permite a los ingenieros y diseñadores crear modelos precisos y optimizados antes de proceder con la fabricación. Esto no solo ahorra tiempo y recursos, sino que también asegura que el producto final se realice con los estándares de calidad y rendimiento esperados.



Una propuesta de modelo bien elaborada facilita la colaboración y comunicación entre todos los integrantes del equipo y las partes interesadas. La claridad y transparencia en los objetivos, metodología y resultados esperados aseguran que todos los involucrados estén alineados y trabajen hacia un objetivo común. Esta cohesión es esencial para el éxito del proyecto, permitiendo una gestión eficiente del tiempo y los recursos, y asegurando que el producto final cumpla con las expectativas de todas las partes interesadas. Entonces, el desarrollo de una propuesta de modelo para una carrocería ligera de un prototipo de chasis tubular no solo tiene el potencial de establecer nuevos estándares en rendimiento y sostenibilidad en la industria automotriz, sino que también promueve la innovación y la colaboración. Al abordar de manera integral los aspectos técnicos, económicos y ambientales, este proyecto puede conducir a la creación de vehículos más eficientes, atractivos y responsables con el medio ambiente, alineándose así con las tendencias y demandas actuales del mercado global.

### ***3.2.1 Tipos de modelo***

El principal objetivo de este proyecto es desarrollar una propuesta de diseño para una carrocería ligera destinada a un vehículo biplaza, con la intención de que esta propuesta pueda ser aplicada y adaptada en futuros proyectos de diseño automotriz. En esta tesis se llevarán a cabo dos propuestas de diseño distintas, fundamentadas en conceptos innovadores y originales aplicables a un chasis tubular.

Las dos propuestas de diseño se diferenciarán por sus enfoques estéticos. Estas propuestas se centrarán en elementos de diseño que aporten un mayor atractivo visual y una identidad de marca distintiva.

De las dos propuestas una tendrá una carrocería ligera simple, un tanto parecida a como se muestra en la Figura 13 con algunos detalles de diferencia. Este diseño utiliza formas geométricas básicas y una disposición lineal para crear una apariencia moderna y sofisticada

sin excesos. La carrocería llamativa refuerza la identidad de la marca, asegurando que el vehículo sea fácilmente reconocible y memorable para los consumidores.

La segunda propuesta, basada en la figura 14, presenta un enfoque más audaz y llamativo. Este diseño está pensado para destacar en el mercado con una estética futurista y agresiva que atrae a los consumidores que buscan algo más distintivo y único. Estas propuestas no buscan optimizar el rendimiento del vehículo, sino captar la atención del mercado con una estética atractiva y una identidad de marca distintiva. Se realizarán encuestas para determinar cuál de los dos diseños es más atractivo para los consumidores potenciales.

### **Figura 13**

#### *Primera Propuesta de Diseño*



Tomado de: <https://www.arielmotor.co.uk/ariel-vehicles/ariel-atom/>

### **Figura 14**

#### *Segunda Propuesta de Diseño*



Tomado de: <https://www.topgear.com/car-reviews/ariel/atom-4r/first-drive>

### 3.3 Encuesta

En la industria automotriz, el diseño visual de un vehículo es un factor crucial que influye en la percepción del consumidor y, en última instancia, en el éxito comercial del producto. Con el objetivo de diseñar una carrocería ligera para un vehículo biplaza que sea visualmente atractiva, se llevaron a cabo dos propuestas de diseño basadas en conceptos innovadores del chasis tubular. Para evaluar cuál de estos diseños era más atractivo para el público, se diseñó y realizó una pequeña encuesta que involucró a un grupo diverso de participantes.

La encuesta se estructuró para asegurar la recopilación de datos precisos y representativos. En primer lugar, se seleccionaron dos propuestas de diseño distintas: la opción 1 que está representado en la Figura 13 y la opción 2 que se la puede observar en la Figura 14. Ambas propuestas fueron desarrolladas rápidamente utilizando una aplicación de encuestas.

Se seleccionó una muestra diversa de participantes, que incluía personas de diferentes edades, géneros y antecedentes socioeconómicos, con el fin de obtener una perspectiva amplia y equilibrada. La encuesta se distribuyó tanto en formato digital para maximizar la participación y accesibilidad.

La encuesta se dividió en secciones principales

- **Datos Demográficos:** Se recopiló información básica sobre los participantes, como género y nivel de interés en la industria automotriz. Esto permitió segmentar los resultados y analizar las preferencias de diseño en diferentes grupos demográficos.
- **Evaluación Visual:** Se presento una imagen de alta calidad de ambos modelos. Los participantes calificaron entre los dos modelos en términos de atractivo visual.

#### 3.3.1 Resultados de la Encuesta

Se realizó una encuesta para evaluar la atraktividad visual de dos modelos de carrocería ligera para un vehículo biplaza. La encuesta fue distribuida a una muestra diversa de

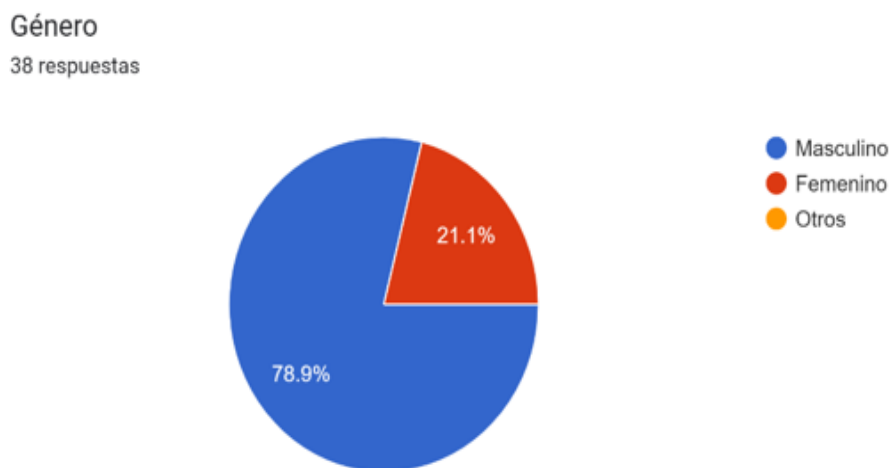
participantes, incluyendo tanto hombres como mujeres. Se les pidió a los encuestados que evaluaran los modelos basándose en su atractivo visual y otros criterios relevantes.

La utilización de encuestas para evaluar la atracción visual de diversas propuestas de diseño es una herramienta potente que puede orientar a los diseñadores y fabricantes en la creación de productos que se alineen con las preferencias y expectativas del mercado. Esta investigación no solo aporta información valiosa para el diseño de carrocerías ligeras, sino que también establece un marco metodológico para futuras evaluaciones de diseño en la industria automotriz.

Género: Se recopiló información sobre el género de los participantes para analizar posibles diferencias en las preferencias. Como se puede observar en la Figura 15 la mayoría de los participantes son masculinos con un 78.9% y el 21.1% restante son resultados femeninos.

**Figura 15**

*Primera Pregunta*



Tomado de: [https://docs.google.com/forms/d/1LVU\\_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1LVU_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses)

Característica: La Figura 16 presenta un gráfico que muestra los resultados de una encuesta sobre las características que los encuestados buscan en un vehículo. La encuesta permitió a los participantes seleccionar más de una opción entre atractivo visual, seguridad y

rendimiento. El gráfico circular muestra que el rendimiento es la característica más valorada, seguida muy de cerca por el atractivo visual que tienen una importancia casi igual entre los encuestados. Esto indica que, al diseñar un vehículo, es fundamental equilibrar estos tres aspectos para satisfacer las expectativas del mercado.

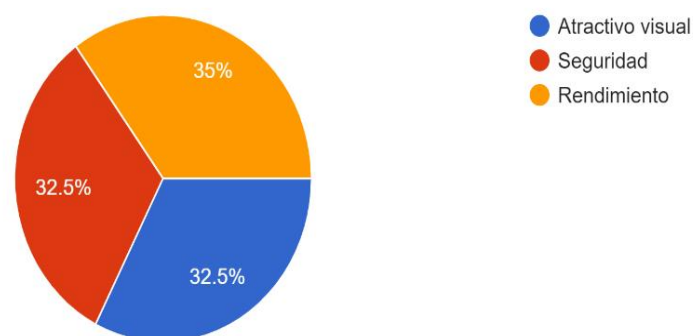
Esta distribución casi equitativa sugiere que, en el diseño automotriz, no se puede subestimar ninguno de estos aspectos. Los fabricantes deben esforzarse por crear vehículos que no solo sean visualmente atractivos y seguros, sino que también ofrezcan un alto rendimiento. Ignorar cualquiera de estas características podría resultar en un producto que no cumpla con las expectativas del mercado, lo cual subraya la importancia de un enfoque holístico en el diseño automotriz.

## Figura 16

### *Segunda Pregunta*

¿Qué características de diseño busca en un vehículo (puede seleccionar más de una)?

40 respuestas

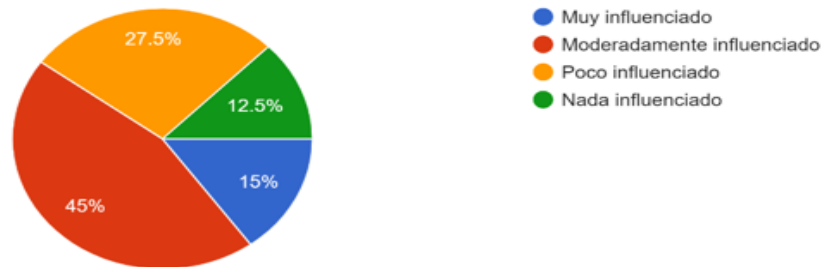


Influencia en el diseño: Se preguntó qué tan influenciados los encuestados están por el diseño automotriz de un vehículo como se muestra en la Figura 17. Dando como el resultado ganador un porcentaje del 45%.

**Figura 17***Tercera Pregunta*

¿Qué tan influenciado está por las tendencias de diseño automotriz al elegir un vehículo?

40 respuestas



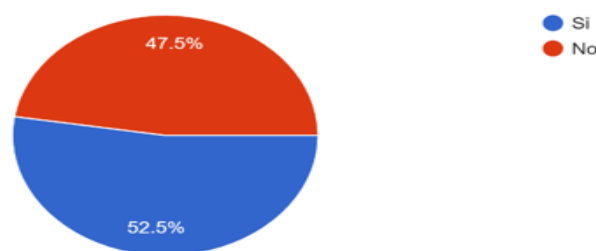
Tomado de: [https://docs.google.com/forms/d/1LVU\\_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1LVU_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses)

Familiaridad con el Modelo: Se indagó sobre la familiaridad de los participantes con diferentes modelos de vehículos ligeros existentes. La familiaridad con modelos existentes como el Ariel Atom, Mazda MX-5 Miata y Lotus Elise también proporcionó un contexto importante para entender las preferencias de los participantes. Aquellos más familiarizados con estos modelos tendieron a preferir diseños que reflejaran características similares en términos de estética como se ve en la Figura 18.

**Figura 18***Cuarta Pregunta*

¿Está familiarizado con vehículos que utilizan carrocerías ligeras (ej. Mazda MX-5 Miata, Lotus Elise, Ariel Atom)?

40 respuestas



Tomado de: [https://docs.google.com/forms/d/1LVU\\_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1LVU_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses)

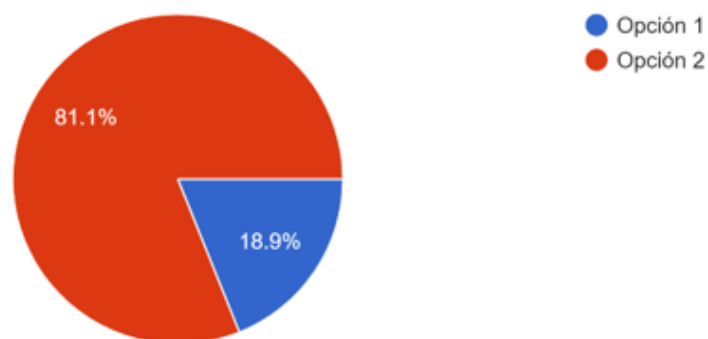
Preferencia de Modelo: Se pidió a los participantes que eligieran entre los dos modelos propuestos Opción 1 y Opción 2 como se logra visualizar en la Figura 19. La opción 1 fue elegido por el 18.9% de los participantes. La opción 2 fue elegido por el 81.1% de los participantes. Los resultados de la encuesta indican una clara preferencia por la opción 2. Este modelo se destacó por su diseño visual moderno y sofisticado, que parece resonar más con las expectativas estéticas de los encuestados.

### Figura 19

#### *Quinta Pregunta*

Entre los dos diseños del Ariel Atom. Cual le resulta mas atractivo?

37 respuestas



Tomado de: [https://docs.google.com/forms/d/1LVU\\_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1LVU_6iyT3Qvc-5Jzv67X8rARI68DC-3b2Y1MFqP6uWM/edit#responses)

La encuesta proporcionó información valiosa sobre las preferencias visuales y los factores que influyen en la elección de diseño de carrocerías ligeras para vehículos biplaza. La opción 2, con su enfoque en la modernidad y la sofisticación, fue claramente preferido, lo que destaca la importancia de combinar diseño visual atractivo con aspectos de rendimiento.

Estos resultados son fundamentales para guiar futuras decisiones de diseño y desarrollo en la industria automotriz, asegurando que los nuevos modelos no solo sean eficientes y funcionales, sino también atractivos para los consumidores.

### 3.4 Softwares Usados

El diseño de una carrocería ligera para un vehículo biplaza tubular es un desafío que requiere una combinación de creatividad, conocimiento técnico y herramientas avanzadas de software de diseño. Este ensayo explora el uso de AutoCAD e Inventor en el desarrollo de una propuesta de carrocería ligera, explicando las razones detrás de la elección de estos programas y detallando el proceso de diseño. AutoCAD e Inventor son dos de los programas más utilizados en este campo debido a sus capacidades avanzadas y su eficacia en distintas etapas del proceso de diseño.

#### 3.4.1 *AutoCAD*

AutoCAD es ampliamente reconocido y utilizado en la industria automotriz debido a su capacidad para crear diseños precisos y detallados en 2D. En la fase inicial del diseño de la carrocería ligera, AutoCAD permite a los diseñadores crear planos detallados y esquemas que definen las dimensiones y las formas básicas del vehículo.

La elección de AutoCAD para esta etapa se debe a varias razones:

**Precisión:** AutoCAD ofrece herramientas de dibujo y edición de alta precisión, esenciales para definir las proporciones exactas de la carrocería.

**Eficiencia:** La capacidad de AutoCAD para manejar grandes volúmenes de datos y generar dibujos técnicos detallados rápidamente lo convierte en una herramienta ideal para la planificación inicial.

**Interoperabilidad:** Los archivos de AutoCAD se pueden importar fácilmente a otros programas de diseño 3D, facilitando la transición a etapas posteriores del diseño.

#### 3.4.2 *Inventor*

Inventor, por otro lado, es una herramienta poderosa para el modelado 3D que permite a los diseñadores crear representaciones tridimensionales detalladas del vehículo. Una vez que



se han definido las formas y dimensiones básicas en AutoCAD, los diseños se importan a Inventor para su desarrollo en 3D.

Las razones para utilizar Inventor en esta etapa incluyen:

**Visualización Realista:** Inventor permite a los diseñadores ver cómo se verá la carrocería ligera en tres dimensiones, lo cual es crucial para identificar y resolver problemas de diseño antes de la fabricación.

**Flexibilidad en el Diseño:** Las capacidades de modelado paramétrico de Inventor permiten realizar cambios y ajustes en el diseño de manera rápida y eficiente, adaptándose a nuevas ideas y requisitos.

El chasis tubular utilizado en este proyecto fue diseñado previamente por un compañero estudiante de la UIDE para su proyecto de titulación en Inventor como se muestra en la Figura 20. Este diseño sirvió como base para el desarrollo de la carrocería ligera, y la colaboración con el estudiante permitió integrar de manera efectiva los nuevos elementos de diseño. La experiencia y el conocimiento del compañero en el uso de Inventor fueron invaluable para asegurar que el chasis y la carrocería se integraran correctamente.

### **Figura 20**

*Chasis Tubular*



Este enfoque colaborativo no solo facilitó el diseño actual, sino que también establece un precedente para futuros proyectos. La carrocería ligera diseñada en este proyecto podrá servir como referencia y base para otros estudiantes que deseen trabajar en la mejora y ampliación de este modelo, permitiendo así una evolución continua y mejoras incrementales en los diseños futuros.

### ***3.4.3 Proceso de Diseño de la Carrocería Ligera***

El proceso de diseño de la carrocería ligera se desarrolló en varias etapas clave, cada una de las cuales aprovechó las capacidades específicas de AutoCAD e Inventor.

La fase inicial involucró la creación de bocetos conceptuales y planos en AutoCAD. Estos bocetos definieron las dimensiones básicas y las formas generales de la carrocería, sirviendo como punto de partida para el desarrollo en 3D.

Con los planos detallados en mano, el siguiente paso fue importar los archivos de AutoCAD a Inventor. En esta fase, se desarrollaron modelos tridimensionales detallados de la carrocería. El modelado 3D permitió visualizar cómo se integrarían las diferentes partes del vehículo y realizar ajustes para mejorar tanto la estética como la funcionalidad.

### ***3.4.4 Presentación y Prototipado***

Finalmente, se generaron visualizaciones realistas del diseño final utilizando Inventor. Estas visualizaciones fueron esenciales para comunicar el diseño a las partes interesadas y para preparar la fabricación del prototipo. Además, se exploraron procedimientos de prototipado rápido, como la impresión 3D, para la creación de modelos físicos de la carrocería y evaluar su desempeño en el mundo real.

El uso de AutoCAD e Inventor fue fundamental para el éxito del proyecto de diseño de la carrocería ligera. AutoCAD proporcionó la precisión y eficiencia necesarias en la fase de planificación, mientras que Inventor permitió el desarrollo detallado y la optimización del diseño en 3D. Juntas, estas herramientas facilitaron la creación de una carrocería ligera,

aerodinámica y visualmente atractiva, lista para ser prototipada y evaluada en condiciones reales.

### **3.5 Impresión 3D**

En la búsqueda de soluciones innovadoras y eficientes para el diseño y fabricación de una carrocería ligera para un vehículo biplaza con chasis tubular, se emplearon tecnologías avanzadas de diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación aditiva, más comúnmente conocida como impresión 3D. Este ensayo explora el proceso, desafíos y resultados obtenidos mediante el uso de impresoras 3D en este proyecto, destacando las experiencias con diferentes tipos de impresoras y materiales.

Una vez definidos los planos en AutoCAD, los diseños se importaron a Inventor para su desarrollo en 3D. Inventor es conocido por su capacidad para crear modelos tridimensionales realistas y detallados, lo cual es vital para visualizar cómo se integrarán las diferentes partes del vehículo. Además, Inventor permite realizar simulaciones estructurales para evaluar la resistencia y el comportamiento del chasis bajo diferentes condiciones, optimizando así el diseño antes de proceder a la fabricación.

El primer paso del proyecto consistió en diseñar la carrocería ligera utilizando software de diseño CAD. AutoCAD e Inventor fueron las herramientas elegidas como ya anteriormente mencionado debido a su precisión y capacidad para manejar diseños complejos. AutoCAD permitió una rápida conceptualización y esbozo de la carrocería, mientras que Inventor facilitó la creación de un modelo tridimensional detallado y la simulación de la estructura del chasis tubular.

Para la fabricación de los prototipos se utilizaron dos tipos de impresoras 3D: la impresora de resina Halot One Pro como se muestra más adelante en la Figura 21 y la impresora de filamento Wanhao D12 300 que se puede observar en la Figura 22. Ambas impresoras presentaron ventajas y desafíos únicos que afectaron el proceso de creación de los modelos.

### 3.5.1 Impresora de Resina Halot One Pro

La impresora Halot One Pro, utilizada en el laboratorio de la universidad, trabaja con resina fotosensible, lo que permite una alta precisión y detalles finos en las piezas impresas. Sin embargo, esta impresora presentó varias dificultades:

**Tamaño de la Impresora:** El área de impresión limitada resultó en modelos de chasis y carrocería que eran demasiado pequeños para ser funcionales. Esto requería una impresión en múltiples partes pequeñas, lo cual complicaba el ensamblaje y aumentaba el margen de error.

**Problemas de Impresión:** Durante las pruebas, se observó que algunas piezas del chasis se imprimían correctamente, pero la carrocería ligera no lograba completarse adecuadamente. Esto podría deberse a problemas con la adhesión de la resina o la calibración de la impresora.

Sin embargo, se encontraron varios desafíos durante las pruebas con la Halot One Pro. Además, el tamaño relativamente pequeño de la impresora limitó la escala de los modelos, resultando en prototipos más pequeños de lo deseado.

#### Figura 21

*Impresora Halot One Pro*



Tomado de: <https://picodent.com.co/producto/4deprag-impresora-3d-halot-one-pro/>

### 3.5.2 Impresora de Filamento Wanhao D12 300

Debido a los problemas encontrados con la Halot One Pro, se optó por utilizar la impresora de filamento Wanhao D12 300, que utiliza filamento PETG. Esta impresora ofreció varias ventajas significativas:

**Mayor Tamaño de Impresión:** La capacidad de imprimir piezas más grandes permitió la creación de componentes de carrocería de tamaño adecuado, aunque aún fue necesario imprimir por secciones debido a la complejidad del diseño.

**Material PETG:** El filamento PETG es conocido por su durabilidad y resistencia, lo cual era ideal para las pruebas iniciales y prototipos que debían soportar manipulaciones frecuentes.

#### Figura 22

*Wanhao D12 300*



Tomado de: <https://www.3dparego.com/productos>

Durante el proceso, se imprimieron las piezas del chasis y la carrocería por separado. Aunque el chasis se pudo imprimir como un conjunto único, algunas piezas salían quebradas debido a las dimensiones reducidas de ciertos tubos en el diseño de Inventor. Las piezas de la

carrocería fueron posteriormente ensambladas utilizando resina epoxi, lo que aseguró una unión sólida entre las partes.

El desarrollo de la carrocería ligera también presentó desafíos que brindaron valiosos aprendizajes. En particular, la transición de los modelos CAD a las impresoras 3D reveló la importancia de considerar las limitaciones físicas de las impresoras y los materiales desde el inicio del diseño. Las impresoras de resina, aunque precisas, resultaron ser inadecuadas para piezas más grandes debido a su tamaño limitado, lo que llevó a la adopción de impresoras de filamento para completar el proyecto.

La experiencia con la impresora de filamento Wanhao D12 300 subrayó la necesidad de un diseño modular y la importancia de una planificación cuidadosa para el ensamblaje posterior. La decisión de imprimir la carrocería en piezas individuales y luego ensamblarlas con resina epoxi demostró ser una solución efectiva para superar las limitaciones de tamaño de la impresora, permitiendo la creación de un modelo cohesivo y funcional.

El uso de diferentes tipos de impresoras también ofreció una oportunidad para comparar y contrastar las tecnologías de impresión 3D disponibles. La impresora de resina Halot One Pro, con su capacidad para detalles finos, resultó ideal para componentes pequeños y precisos, mientras que la Wanhao D12 300, con su mayor volumen de construcción, fue esencial para las piezas más grandes y estructurales del chasis y la carrocería.

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

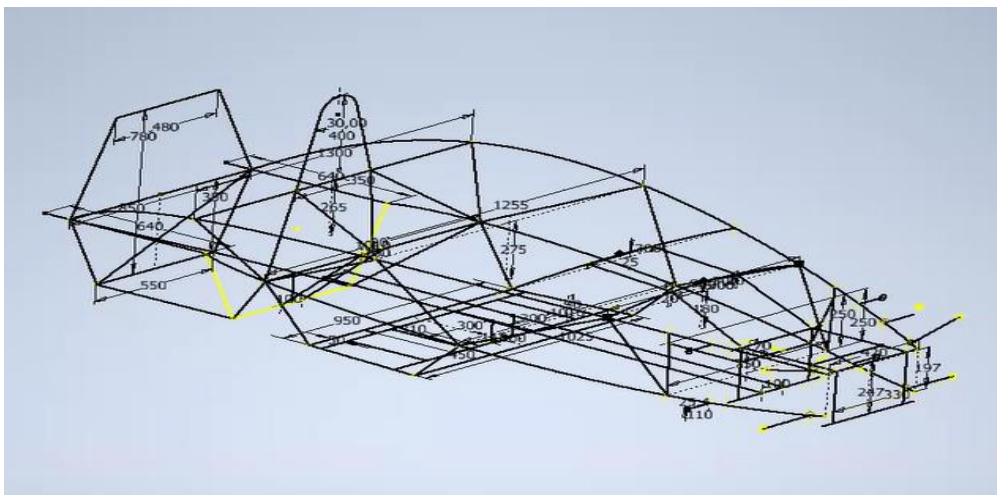
El proceso de diseño y análisis de la carrocería ligera de un vehículo es una tarea compleja que involucra diversas herramientas de software y técnicas de ingeniería. En este ensayo, exploraremos el trabajo realizado para diseñar una carrocería ligera utilizando el chasis tubular existente desarrollado previamente por la UIDE como ya antes se mencionó. El enfoque principal estará en la aplicación de AutoCAD para la creación y modificación del diseño, destacando los pasos esenciales y las herramientas empleadas.

#### 4.1 Exportación del Chasis y Preparación de las Líneas de Diseño

El punto de partida de este proyecto fue la exportación del chasis tubular desde Inventor a AutoCAD. Este paso fue crucial para adaptar el diseño existente a la nueva carrocería ligera. En Inventor, el chasis fue representado inicialmente como una malla como se muestra en la Figura 23 y luego exportándolo a AutoCAD como en la Figura 24, eliminando sólidos y superficies para trabajar exclusivamente con bocetos. Este método permitió una manipulación más precisa de las líneas alrededor del chasis.

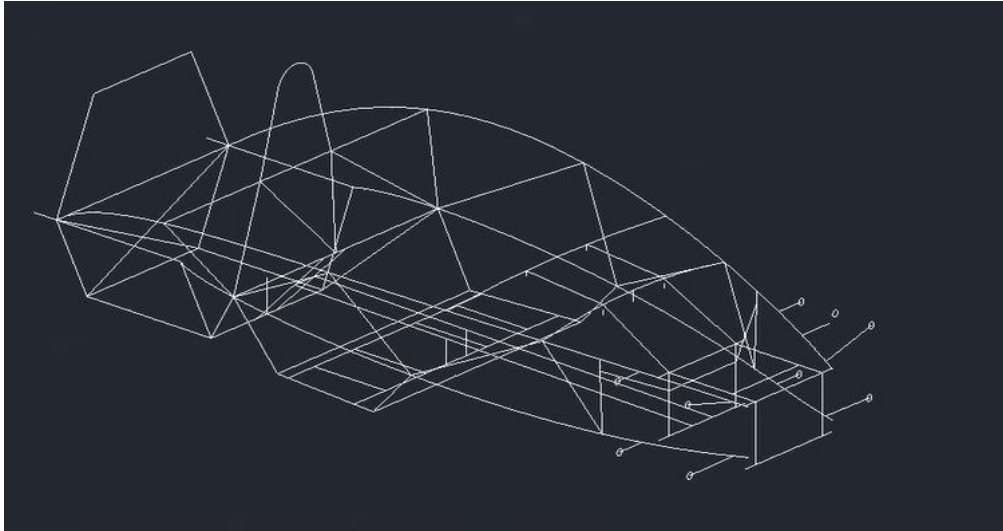
**Figura 23**

*Malla del Chasis Tubular*



**Figura 24**

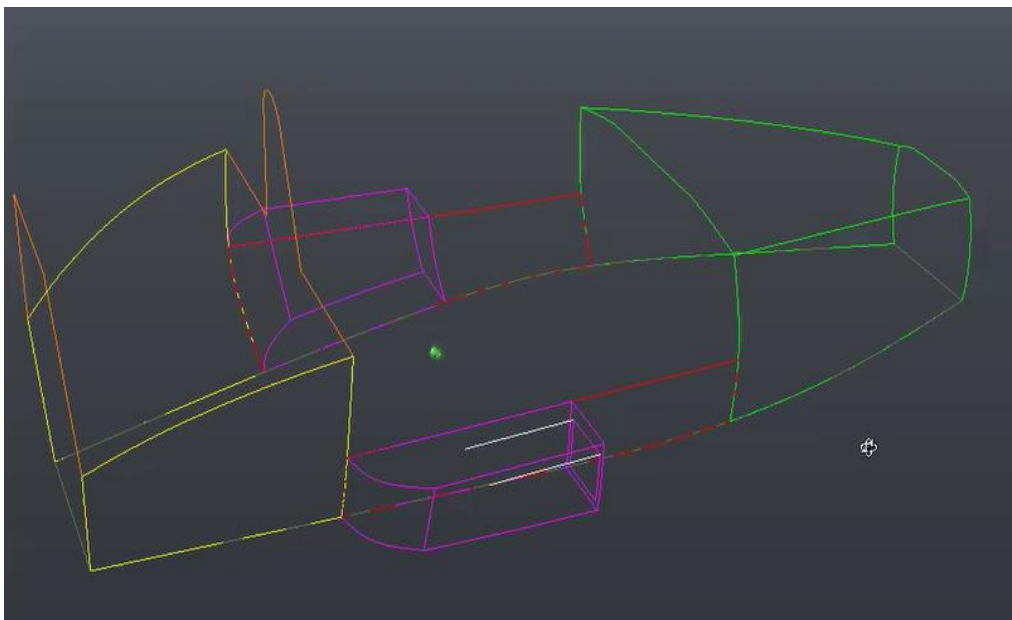
*Exportación del Mallado de Inventor a AutoCAD*



Se procedió a eliminar las líneas que no nos servían y delinear el contorno del chasis, ajustando y escalando las líneas según las dimensiones requeridas para la nueva carrocería. Las líneas finales se basaron en los ejes de los tubos del diseño original, un paso fundamental para mantener la integridad estructural y la congruencia del diseño quedando, así como en la Figura 25.

**Figura 25**

*Líneas Finales*



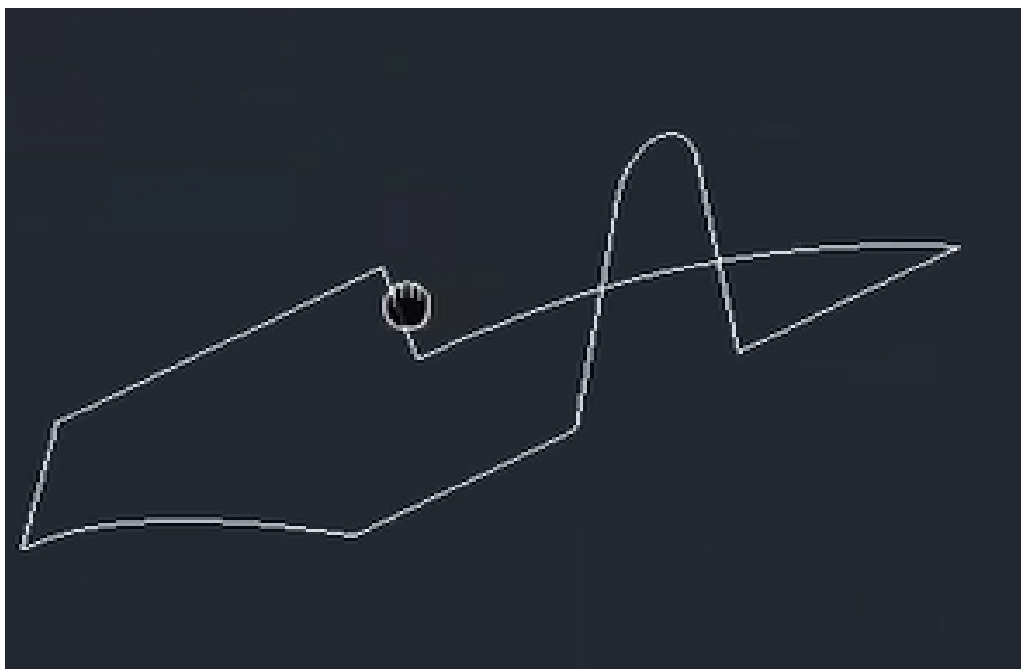


## 4.2 Unión de Líneas y Creación de Superficies 3D

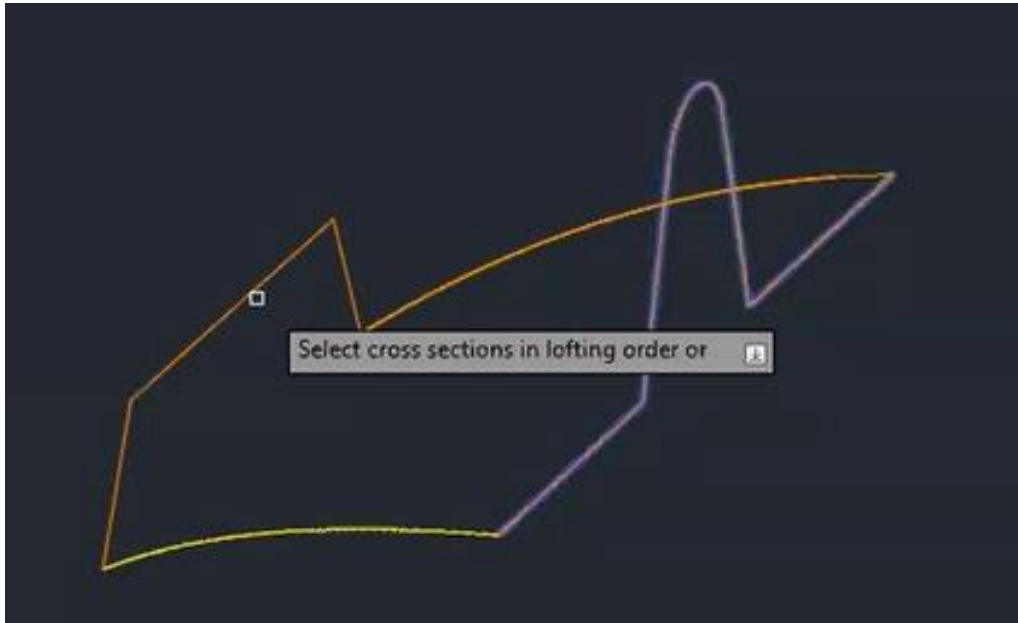
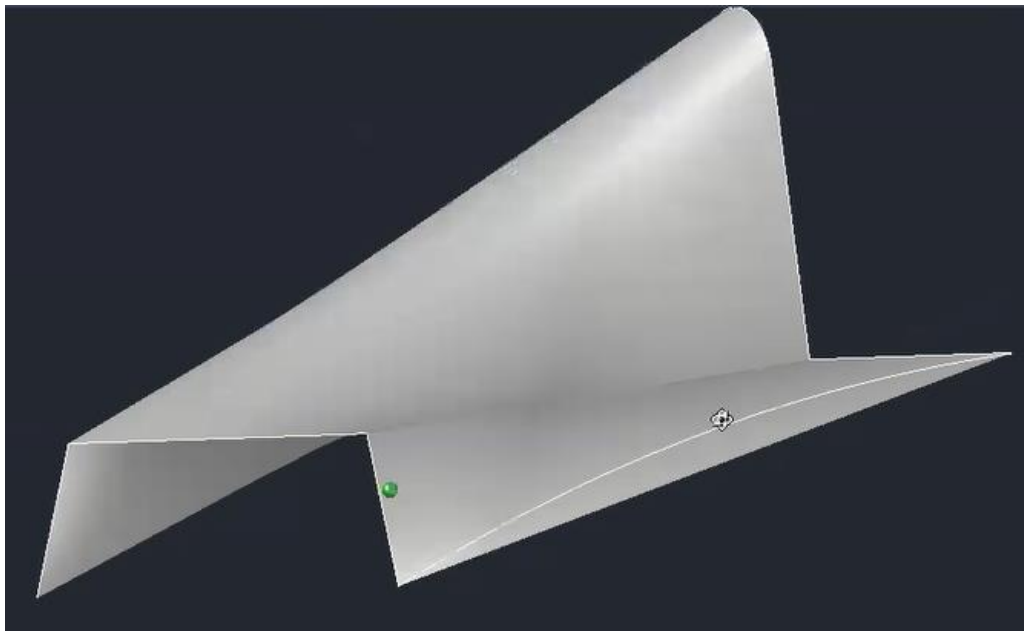
Una vez que las líneas del chasis fueron definidas y ajustadas, se utilizaron herramientas específicas de AutoCAD para unir las y crear superficies tridimensionales. La herramienta "Join" como se logra observar en la Figura 26 permitió unir todas las líneas, formando un contorno continuo alrededor del chasis. Posteriormente, se empleó la herramienta "3D Modeling" para iniciar la creación de superficies en tres dimensiones.

**Figura 26**

*Líneas Unidas con la Herramienta Join*



Seleccionamos la opción de "3D Modeling", para luego irnos a la ventana de "Surface" y seleccionar la herramienta "Loft". Esta herramienta es esencial para generar superficies tridimensionales a partir de las líneas unidas previamente como se muestra en la Figura 27. En la siguiente Figura 28 el uso de "Loft" facilitó la formación de una figura 3D, que, aunque inicialmente tenía una forma rectangular, fue ajustada utilizando las guías de las líneas creadas anteriormente.

**Figura 27***Líneas Unidas***Figura 28***Formación de la Figura 3D*

#### 4.3 Ajustes y Refinamiento del Modelo 3D

El siguiente paso en el proceso fue refinar la superficie creada para hacerla más robusta y adecuada para su impresión. La superficie inicial era demasiado delgada, por lo que se utilizó

la herramienta "Offset" para darle un espesor adecuado como se logra observar en la Figura 29. En este caso, se seleccionó un espesor de 10 mm, transformando la capa delgada en una superficie sólida y más estructural como en la Figura 30.

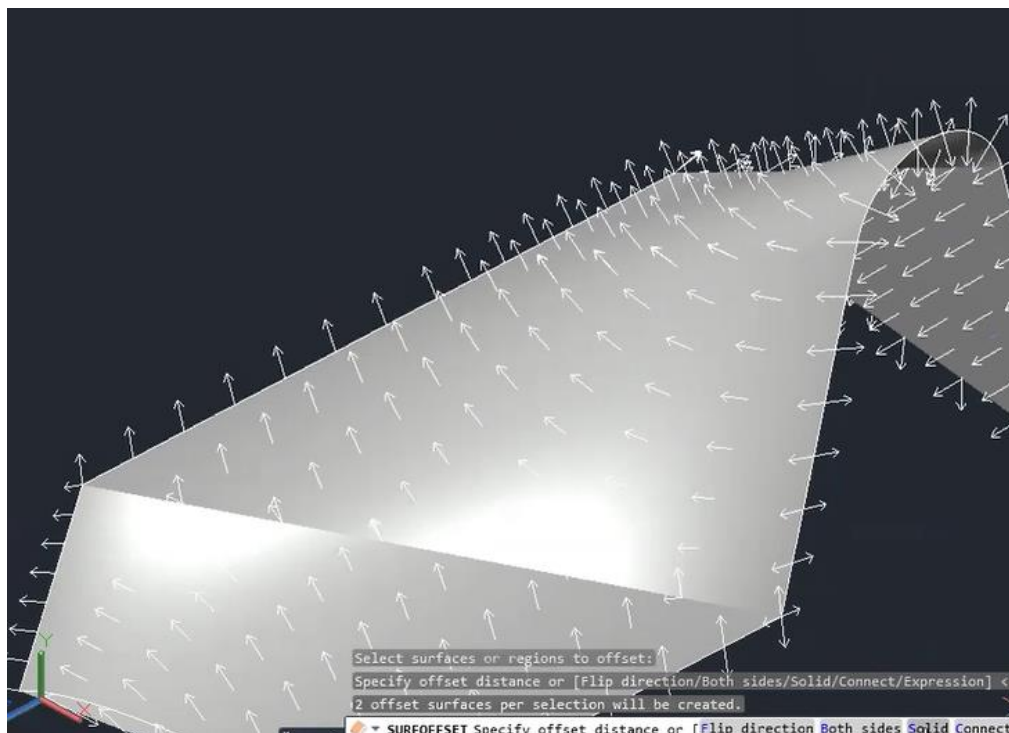
**Figura 29**

*Offset*



**Figura 30**

*Superficie Solida*

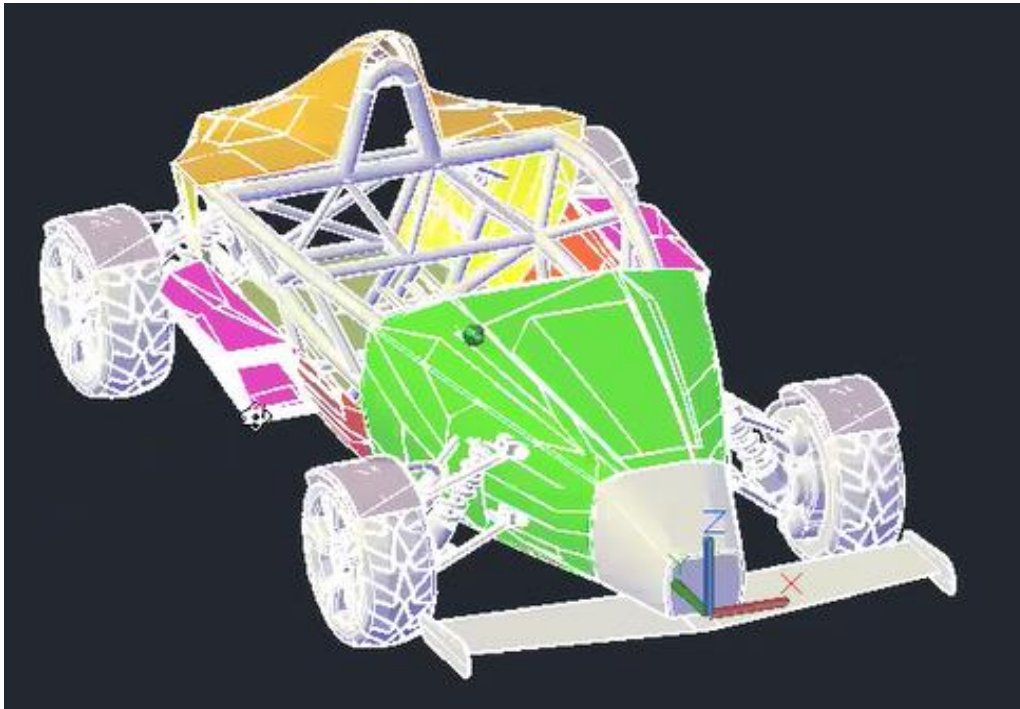


El procedimiento descrito se replicó meticulosamente para crear todas las capas adicionales y los componentes restantes, culminando en la producción de la carrocería ligera

definitiva. Esta se diseñó tomando como referencia la Figura 14, seleccionada por ser la más atractiva según la opinión de los encuestados. Este proceso incluyó la iteración constante y el ajuste preciso de cada elemento, asegurando que la estética fuera optimizada como se muestra en la Figura 31.

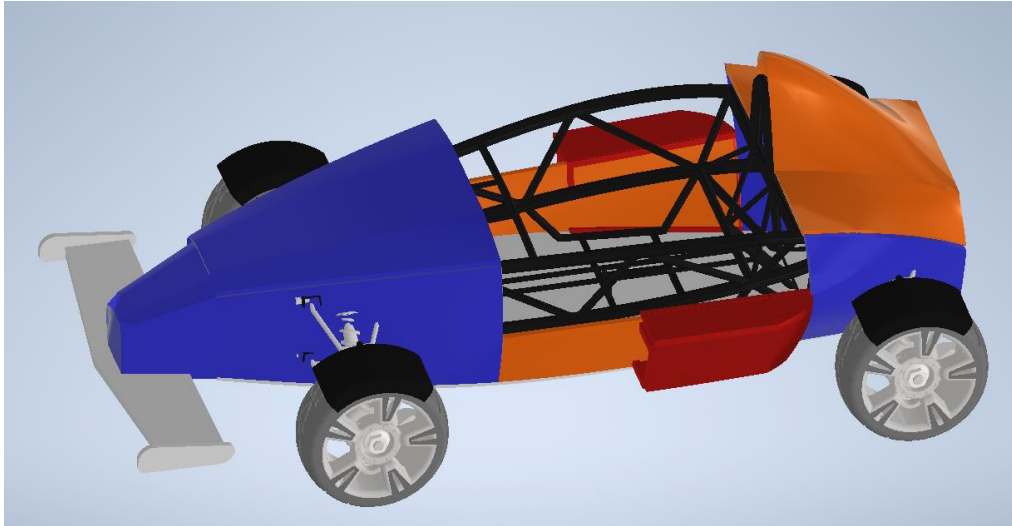
**Figura 31**

*Diseño Final*



#### 4.4 Proceso de Diseño

Inicialmente, el diseño de la carrocería ligera fue elaborado utilizando software especializado, permitiendo una visualización detallada y precisa de los componentes. Posteriormente, el diseño fue exportado a Autodesk Inventor, dado que esta plataforma ofrece una representación más fidedigna de los modelos tridimensionales. Esta etapa fue crucial, ya que permitió identificar y corregir posibles fallos antes de proceder con la impresión física del modelo como se muestra en la Figura 32.

**Figura 32***Diseño Final en Inventor*

#### **4.5 Fase de Prototipado**

Para la impresión del prototipo, se seleccionó inicialmente la impresora 3D de resina Halot One Pro, conocida por su alta calidad de acabado. Esta impresora fue elegida debido a su capacidad para producir detalles finos y superficies lisas, características esenciales para la complejidad del diseño de la carrocería ligera. No obstante, se encontraron diversos problemas técnicos durante este proceso. Se realizaron tres pruebas con esta impresora; en la última, aunque se lograron avances, no se pudo imprimir la carrocería ligera completa. Solo se obtuvo una impresión parcial del chasis tubular, el cual presentó defectos en algunos tubos, probablemente debido a su finura como se logra ver en la Figura 33, lo que excedía la capacidad de impresión precisa de la Halot One Pro.

Los problemas técnicos experimentados incluyeron fallos de adherencia en la base de impresión y distorsiones en las piezas finas, lo que afectó la integridad estructural de la impresión. Estos fallos fueron atribuidos a la limitación de la impresora para manejar componentes extremadamente delgados y detallados, los cuales son críticos para el diseño del

chasis tubular. Además, se observó que la resina utilizada no tenía la resistencia adecuada para mantener la estabilidad de los tubos más finos durante el proceso de curado.

**Figura 33**

*Impresión 3D en la Halot One Pro*



Dada la limitación de tiempo y la demora inherente a las impresoras 3D de resina, cuyo tiempo de impresión puede extenderse hasta 12 horas como se ve en la Figura 34, se decidió cambiar de equipo.

**Figura 34**

*Tiempo de Espera de Impresión*





#### **4.5.1 Cambio de Estrategia de Impresión**

Se optó por utilizar la impresora de filamento Wanhao D12 300. Esta impresora, aunque también presentó desafíos con la impresión de tubos pequeños, demostró ser más eficiente en términos de tiempo y capacidad de impresión continua. Con esta nueva impresora, se procedió a imprimir primero el chasis tubular como se logra visualizar en la Figura 35, asegurándose de resolver los inconvenientes previos observados con la Halot One Pro, y posteriormente se imprimió la carrocería ligera como en la Figura 36.

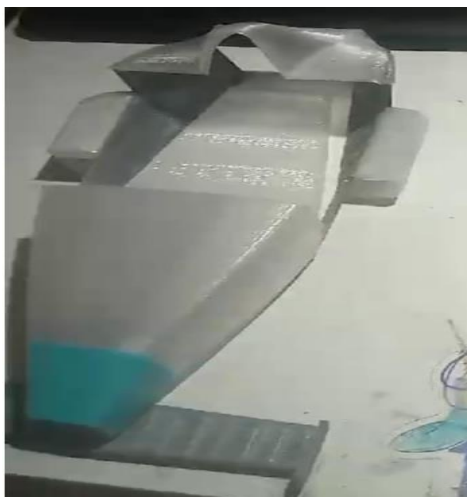
**Figura 35**

*Impresión del Chasis Tubular en Filamento*



**Figura 36**

*Impresión de la Carrocería Ligera*

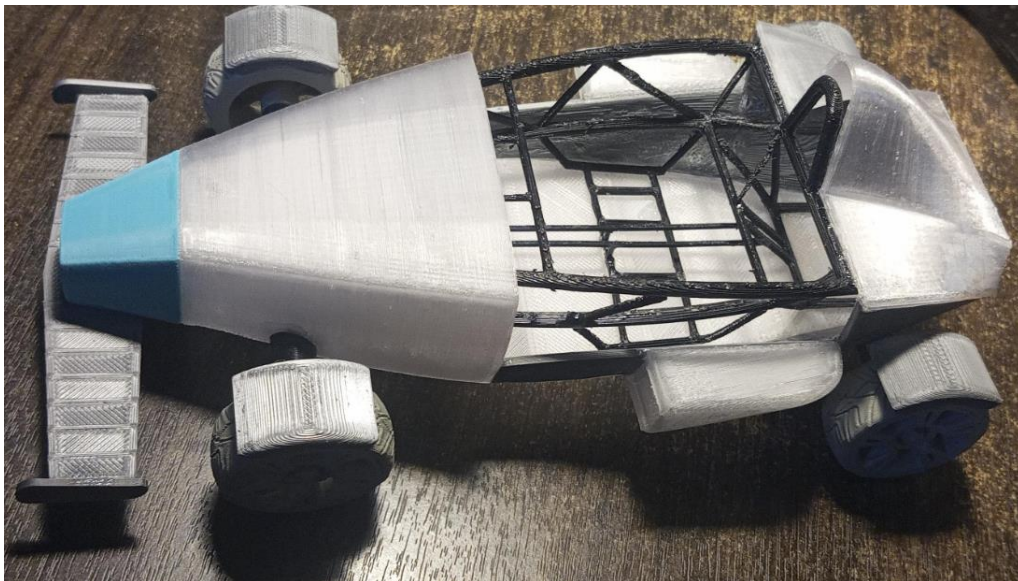


#### 4.5.2 *Impresión Final*

El resultado final del proceso de impresión fue satisfactorio, logrando un diseño integral que cumplía con las expectativas como se logra ver en la Figura 37. Este proceso no solo destacó la importancia de la selección adecuada de herramientas y materiales, sino también la necesidad de flexibilidad y adaptabilidad frente a los desafíos técnicos que pueden surgir durante el desarrollo de prototipos complejos.

**Figura 37**

*Impresión Final Ensamblado*





## Conclusiones

La propuesta de diseño de una carrocería ligera para un vehículo biplaza con estructura tubular ha demostrado ser un proyecto viable y exitoso, utilizando herramientas avanzadas de software y técnicas de ingeniería. El uso de AutoCAD e Inventor permitió la creación de un diseño detallado y funcional, mientras que la impresión 3D facilitó la producción de un prototipo preciso y de alta calidad.

La investigación de las características clave en el diseño de carrocerías para vehículos tubulares fue fundamental para orientar el proyecto. En dicha investigación se identificaron técnicas adecuadas para asegurar que el diseño de la carrocería ligera fuera compatible con el chasis tubular existente. Este análisis permitió optimizar el proceso de diseño, garantizando la estética del vehículo.

Se realizó el modelado detallado de cada componente de la carrocería para visualizar y ajustar el diseño antes de proceder a la fabricación. Se usaron herramientas como AutoCAD e Inventor para facilitar la creación de un modelo 3D preciso, que fue continuamente refinado para asegurar su compatibilidad con el chasis tubular. Este proceso de modelado permitió anticipar y solucionar posibles problemas, asegurando un diseño final eficiente y bien integrado.

Se elaboró una maqueta 3D del diseño propuesto mediante la cual se validaron las decisiones del diseño se realizaron los ajustes necesarios antes de la impresión final. El cambio estratégico en la elección de la impresora 3D demostró la importancia de la flexibilidad y adaptabilidad en el proceso de prototipado. Finalmente, el prototipo impreso cumplió con el diseño establecido, confirmando el éxito del enfoque adoptado en este proyecto.

### **Recomendaciones**

Para mejorar futuros proyectos de diseño e impresión de carrocerías ligeras, se recomienda evaluar los diferentes tipos de tecnologías de impresión 3D disponibles en el mercado. Cada tecnología tiene sus propias ventajas y limitaciones, por lo que es crucial seleccionar la más adecuada según las necesidades específicas del proyecto.

Es esencial explorar una variedad de materiales de impresión 3D que ofrezcan mayor resistencia y estabilidad, especialmente para componentes estructurales delgados. Una evaluación exhaustiva de las tecnologías de impresión 3D y una cuidadosa selección de materiales basados en las especificaciones del diseño pueden llevar a la creación de diseños eficientes, duraderas y de alta calidad.

### **Bibliografía**

- Autodesk. (2024). Programa de modelado 3D. Autodesk.
- Avilés, P. P. (2012). Diseño y Construcción de un Vehículo Biplaza de Estructura Tubular Motor Monocilindro Yamaha YFM 200. Azuay.
- Company, A. M. (2023). Ariel Atom.
- Escolano, M. S. (2014). Desarrollo del Styling del vehículo Formula Student UPV.
- Flores, J. M. (2016). Ventajas y Desventajas de las Impresoras 3D. La Paz, Bolivia: Facultad de Tecnología UMSA.
- Fuentes, B. I. (2023). Construcción de un Prototipo Monoplaza Sore Base de Chasis Tubular del Tipo Auto de Ruta. Guayaquil: UIDE.
- González, E. (2023). ¿Qué es Solidworks y para qué sirve? Conoce sus funciones. Barcelona: Escuela Superior de Diseño de Barcelona.
- Grabcad. (2018). Chasis Tubular.
- Guevara, C. B., & Sánchez, D. R. (2015). Diseño y construcción de una carrocería de un vehículo de competencia fórmula "SAE" en fibra de vidrio, para la escuela de ingeniería automotriz. Riobamba: Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Marchal, D. F. (2023). ESTUDIO Y DISEÑO DE UN CHASIS TUBULAR PARA UN. Barcelona: Universidad politecnica de catalunya barcelonatech.
- MAZDA. (2024). Diseño automotriz: tendencias que están transformando la industria. Ecuador: Blog.mazda.
- Medín, C. (2013). Software libre para diseño. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.
- Miguez Santos, C. (2018). Análisis de la evolución del diseño del automóvil.
- Morocho, P. J., & Avilés, J. P. (2012). Diseño y Construcción de un Vehículo Biplaza de Estructura Tubular con Motor Monocilíndrico Yamaha YFM 200.
- Motor, E. d. (2019). Primer Automovil de la Historia.

- Reyes, M. C., & Flores, J. M. (2014). Diseño y Construcción de un chasis tubular para un vehiculo de competición tipo supercrosscar. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Salazar, V. R. (2018). Diseño y Construcción de un Chasis Tubular de un Vehiculo de Competencia Formula SAE Eléctrico. Cuenca.
- Solano, J. F. (2014). Diseño y Construcción de la Carroceria de un Vehículo de Competencia Tipo Formula SAE. cuenca.
- Solano, J. P., & Ramirez, M. S. (2014). Diseño y construcción de la carroceria de un vehiculo de competencia tipo formula SAE. Cuenca: Uniersidad Politecnica Salesiana.
- Tubular. (2018). Diseño y Análisis de un Chasis Tubular. Cuenca.

