



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y
Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Título del Trabajo de Titulación:

Elaboración de carrocería en fibra de vidrio a una estructura tubular
para un vehículo supercrosscar

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz

Autores:

Bryam Ismael Fernández Astudillo.
Andree Luigi Torres Feijoo.

Director:

Mgtr. André Mateo Chalco Orellana.

Cuenca-Ecuador

2024

Dedicatoria:

Dedico esta tesis, a mis padres por ser mi guía, mi apoyo incondicional y el motor que me impulsa a seguir adelante. Su paciencia y esfuerzo han sido fundamentales en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme el verdadero significado de la dedicación y esfuerzo, por inspirarme a dar lo mejor de mi cada día. Un profundo agradecimiento a mi hermano quien no solo creyó en mi si no que me apoyo en mi proyecto, con tiempo y disposición, sin la ayuda de el no hubiese sido posible realizarlo.

A Dios por guiarme y bendecirme en cada momento cuando más lo necesite, brindándome sabiduría, consuelo y certeza. Agradezco por las bendiciones recibidas además de la fortaleza para enfrentar cada desafío.

A mis profesores por compartir su conocimiento, su pasión y por motivarme a superar cada reto con disciplina. Cada lección impartida ha sido importante en mi crecimiento académico y personal.

Y finalmente, a mi mismo, por no rendirme, por creer en mis sueños y por trabajar arduamente para alcanzarlos. Reconozco los momentos de cansancio, duda y dificultad, pero también celebro mi capacidad de superar cada reto con determinación. Gracias a ello ahora recibo los frutos de mi arduo trabajo y esto es un homenaje a la persona que he llegado a ser.

“Yo lo soñé”

-Andree Luigi Torres Feijoo-

Quiero agradecer a mi familia, a mi madre en especial porque ella es la única que ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, la que siempre estuvo ahí apoyándome en todo, le agradezco a Dios por darme una madre tan buena como es ella, a pesar de que yo no sea un hijo perfecto como ella se merece, pero a pesar de todo le agradezco a ella porque me enseñó a no darme por vencido a nada, porque me enseñó que la vida no es fácil, que siempre van a haber momentos altos y bajos que uno debe saber controlar, le agradezco a la vida y a Dios por haberme quedado con ella porque aprendí valores y responsabilidades que con nadie hubiera podido aprender y a mis abuelos que desde un principio también me apoyaron para no darme por vencido y me dieron un hogar para yo quedarme en tiempos que tenía que estudiar hasta la madrugada y brindarme un desayuno para al día siguiente poder ir a trabajar, agradezco a cada uno de ellos por brindarme su apoyo y jamás dejarme caer en malos pasos, pero ahora todo ese sufrimiento que ellos tuvieron, ahora se convierte en agradecimiento y orgullo para cada uno de ellos porque van a ver a una persona triunfar y ser el orgullo de la familia.

-Bryam Ismael Fernández Astudillo-

Agradecimientos:

Agradecemos y reconocemos a todas aquellas personas que han desempeñado un papel crucial en la preparación y elaboración de la tesis.

Magister e Ingenieros, en especial al Mgtr. Mateo Chalco Orellana que son unos de los principales destinatarios ya que su orientación, conocimiento fueron esenciales para lograr con éxito las actividades académicas y profesionales. Su pasión por impartir sus enseñanzas ha despertado el deseo por la profesión.

A nuestros familiares que nos apoyaron durante todo este proceso de estudio, sin ellos no hubiese sido posible lograr concluir la carrera.

A nuestros compañeros de estudio, gracias por los buenos momentos, los interesantes debates y a cada uno por el apoyo en los desafíos que hemos enfrentado juntos.

Finalmente, a todas las personas que, de alguna manera, han influido en la formación y crecimiento personal, se agradece por estar presentes en este viaje. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y estoy profundamente agradecido por ello.

Resumen:

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la elaboración de carrocería en fibra de vidrio a una estructura tubular para un vehículo supercrosscar. La fibra de vidrio es uno de los materiales más utilizados en la industria automotriz para la fabricación de carrocerías debido a su peso, resistencia y capacidad de moldearse en diversas formas. La creciente demanda de vehículos más eficientes y ligeros ha impulsado el uso de materiales compuestos como la fibra de vidrio. Este trabajo se centrará en la fabricación de carrocerías automotrices.

Palabras clave: Fibra de vidrio, carrocería, peso, resistencia, supercrosscar.

Abstract:

This work is a technical report on the development of a fiberglass body for a tubular structure for a supercrosscar vehicle. Fiberglass is one of the most used materials in the automotive industry for the manufacture of bodywork due to its weight, resistance and ability to be molded into various shapes. The growing demand for more efficient and lighter vehicles has driven the use of composite materials such as fiberglass. This work will focus on the manufacturing of automotive bodies.

Keywords: Fiberglass, bodywork, weight, resistance, supercrosscar.

Índice de contenido	
Dedicatoria:	i
Agradecimientos:	ii
Resumen:	iii
Abstract:	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras:	vi
1.Introducción	1
2.Objetivos	2
2.1 Objetivo general.	2
2.2 Objetivos específicos.	2
3. Procedimiento	3
3.1 Historia de Carrocerías.	3
3.2 Fibra de Vidrio	4
3.2.1 Definición de fibra de vidrio.	4
3.2.2 Propiedades de la Fibra de Vidrio.	4
3.2.3 Tipos de Fibra de Vidrio para carrocerías de vehículo.	5
3.3 Resina	6
3.3.1Definición de Resina	6
3.3.2Tipos de Resina	6
3.3.3 Propiedades de la Resina	7
3.4 Consideraciones de Diseño.	8
3.5 Selección de Material y Herramientas	9
3.6 Proceso de fabricación.	10
3.6.1 Método de Elaboración	10
3.6.2 Proceso de Elaboración, Detallado y Acabado	10
4. Resultados	13
5. Conclusiones	14
6. Bibliografía	14

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación de composición de los tipos de fibra de vidrio.	5
Tabla 2 Características de cada tipo de fibra de vidrio.....	6
Tabla 3 Características de los tipos de resina.	6
Tabla 4 Comparación de composición de los tipos de resina.....	7

Índice de figuras:

Figura 1 Mini Austin.....	2
Figura 2 Fibra de Vidrio.....	4
Figura 3 Resinas.....	6
Figura 4 Chasis Tubular.....	8
Figura 5 Modelo.....	10
Figura 6 Moldes.....	11
Figura 7 Moldeado de faldones.....	11
Figura 8 Carrocería de fibra de vidrio.....	13

1. Introducción.

En la industria automotriz, la carrocería desarrolla un papel importante y con esto se busca materiales livianos, resistentes y económicos para su elaboración. La fibra de vidrio, un material utilizado por sus propiedades y su capacidad para moldearse a diferentes diseños.

La fibra de vidrio es un material formado por hilos finos de vidrio, los cuales, combinados con resina, crean una estructura liviana y resistente. Entre las principales ventajas son el peso, resistencia, moldeabilidad en el desarrollo de carrocerías.

En la fabricación de carrocerías de fibra de vidrio, el peso contribuye al rendimiento del vehículo hace que consuma menos combustible por eso decidimos hacer la carrocería de fibra de vidrio. Además de su resistencia a la corrosión y su capacidad para adoptar formas complejas permite cumplir diseños estéticos.

Este proyecto de titulación aborda la fabricación de una carrocería de fibra de vidrio con las propiedades de los materiales y técnicas de producción. El procedimiento utilizado se centrará en la viabilidad de la técnica de elaboración de la carrocería de fibra de vidrio.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general.

Elaboración de carrocería en fibra de vidrio a una estructura tubular para un vehículo supercrosscar

- Con una correcta fabricación y ensamblaje para mejorar las características estructurales y estéticas del vehículo.

2.2 Objetivos específicos.

-Elaborar una carrocería en fibra de vidrio que se ajuste al chasis tubular.

- Adquisición de la fibra de vidrio y componentes de mezcla (resina)

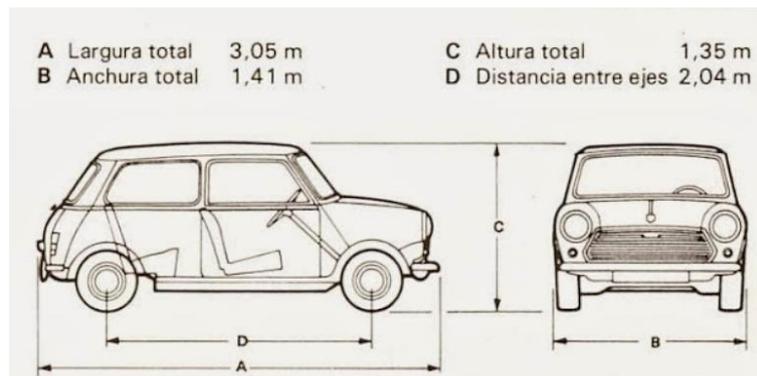
-Desarrollo de una carrocería en fibra de vidrio acoplado a una estructura tubular, aplicando técnicas de fabricación adecuadas.

- Elaborar la carrocería con la fibra de vidrio E-Glass aplicando la resina poliéster basándonos en el molde de mini Austin
- Secado del prototipo y acabado del mismo
- Acabados del prototipo (pintura, estético)

-Desarrollo de un proceso de ensamblaje de la carrocería a la estructura tubular para garantizar una integración sólida y duradera.

- Montaje

Figura 1 Mini Austin



Fuente: (Uldane, 2024)

3. Procedimiento

3.1 Historia de Carrocerías.

La fabricación de las carrocerías ha evolucionado a lo largo de los años, desde finales del siglo XIX hasta la actualidad, influenciado por los avances tecnológicos, las demandas de seguridad, el rendimiento y de los vehículos.

Evolución de los materiales en la industria automotriz.

- **Madera (Finales del Siglo XIX - Principios del Siglo XX):**
Inicialmente, los coches se inspiraban en carruajes de madera.
Ventajas: Fácil de trabajar y moldeable.
Desventajas: Pesado, frágil, y susceptible a deformaciones.
- **Acero (Años 1920 en adelante):**
Con la industrialización, el acero reemplazó a la madera, permitiendo vehículos más seguros y duraderos.
Ventajas: Alta resistencia, bajo costo, maleabilidad.
Desventajas: Pesado, afecta el consumo de combustible, propenso a la corrosión.
- **Aluminio (Años 1960 en adelante):**
Utilizado en vehículos de alto rendimiento, ofrece eficiencia por su peso.
Ventajas: Liviano, resistente a la corrosión, mejora el consumo de combustible.
Desventajas: Costoso, más difícil de trabajar.
- **Fibra de Vidrio (Años 1950-1980):**
Aplicada en autos deportivos por su peso y facilidad de moldeado.
Ventajas: Muy ligera, resistente a la corrosión.
Desventajas: Menor resistencia a impactos.
- **Plásticos y Polímeros Reforzados (Años 1980 en adelante):**
Se aplican en partes como parachoques y paneles.
Ventajas: Ligeros, resistentes a la corrosión.
Desventajas: Menor resistencia comparada con acero o aluminio.
- **Fibra de Carbono (Años 1990 en adelante):**
Usada en vehículos deportivos y de lujo, ofrece rendimiento superior.
Ventajas: Extremadamente ligera, resistente a impactos.

Desventajas: Costosa y difícil de reciclar.

- **Acero de Alta Resistencia y Aleaciones (Años 2000 en adelante):**

Mejoran la seguridad y reducen el peso en vehículos convencionales.

Ventajas: Ligeros y resistentes.

Desventajas: Más costosos de producir.

3.2 Fibra de Vidrio

3.2.1 Definición de fibra de vidrio

La fibra de vidrio es un material compuesto cuyas fibras extremadamente finas de vidrio se entrelazan y se unen a una matriz polimérica. Generalmente, en este caso se utiliza la resina epoxi o poliéster, para formar una estructura sólida y resistente. En la fabricación de este material, el vidrio se funde y se gira en hilos muy finos que después se tejen en tela o se alinean en láminas. En este caso, el tejido o la lámina con las que la matriz se puede moldear forma lo que se denomina fibra corta con direcciones ortogonales respecto al moldeo. A continuación, dicho material se introduce en un molde que se comprime en todas las direcciones cuando la matriz está líquida.

Figura 2 *Fibra de Vidrio*



Fuente: (PLAREMESA@., 2020)

3.2.2 Propiedades de la Fibra de Vidrio.

- **Peso:** Es significativamente más ligera que materiales tradicionales como el acero o el aluminio, lo que la hace ideal para aplicaciones donde se busca reducir el peso.

- **Resistencia a la corrosión:** A diferencia de los metales, la fibra de vidrio no se oxida ni se corroe, lo que la convierte en una opción duradera para ambientes húmedos o expuestos a productos químicos.
- **Versatilidad en el moldeo:** Su capacidad para ser moldeada en una amplia variedad de formas la hace útil en la fabricación de componentes complejos y aerodinámicos.
- **Aislamiento térmico y eléctrico:** La fibra de vidrio es un excelente aislante tanto térmico como eléctrico, lo que la hace útil en aplicaciones donde estas propiedades son importantes.
- **Densidad:** La densidad varía entre 2.5 y 2.6 gr/cm³, esto la convierte en un material liviano, pero suficientemente resistente.
- **Resistencia moderada a impactos:** Aunque es menos resistente a los impactos que el acero o el aluminio, su estructura puede ser diseñada para ofrecer un equilibrio adecuado entre resistencia y flexibilidad. Resistencia a la tracción de ~3,400 MPa-~4,600 MPa. Resistencia a la compresión de 500 - 1,500 MPa y 1,600-1,800 MPa. Módulo de elasticidad de 70-85 GPa y 86-89 GPa. Resistencia al impacto de ~25-30 kJ/m² y 40-45 kJ/m².

3.2.3 Tipos de Fibra de Vidrio para carrocerías de vehículo.

- Tenemos dos tipos de fibra de vidrio que son utilizadas en la elaboración de carrocerías como son la Fibra de Vidrio Tipo E(E-Glass) y Fibra de Vidrio Tipo S(S-Glass).

Tabla 1 Comparación de composición de los tipos de fibra de vidrio.

Composición de la Fibra de Vidrio	
Fibra de Vidrio Tipo E	Fibra de Vidrio Tipo S
Sílice (SiO ₂): ~52-56%	Sílice (SiO ₂): ~64-66%
Alúmina (Al ₂ O ₃): ~12-16%	Alúmina (Al ₂ O ₃): ~24-26%
Óxido de calcio (CaO): ~16-25%	Óxido de magnesio (MgO): ~9-10%
Óxido de boro (B ₂ O ₃): ~5-10%	Óxido de calcio (CaO): ≤0.5%
Óxido de magnesio (MgO): ~0-5%	Óxido de sodio/potasio (Na ₂ O/K ₂ O): ~0-1%
Óxido de sodio/potasio (Na ₂ O/K ₂ O): ~0-1%	

Tabla 2 Características de cada tipo de fibra de vidrio.

Características	Fibra de Vidrio Tipo E	Fibra de Vidrio Tipo S
Resistencia a la tracción	~3,400 MPa	~4,600 MPa
Densidad	2.55 g/cm ³	2.49 g/cm ³
Resistencia a la compresión	500-1,500 MPa	1,600-1,800 MPa
Resistencia al impacto	25-30 kJ/m ²	40-45 kJ/m ²
Módulo de elasticidad	70-75 GPa	86-89 GPa
Temperatura máxima de operación	~300°C	~370°C
Costo	\$3,12 - 1.5m	\$10 – 1m
Usos	Automóviles deportivos, kits de modificación	Vehículos de alta gama y competición, paneles estructurales

3.3 Resina

3.3.1 Definición de Resina

La resina es el material adhesivo que se utiliza para impregnar la fibra de vidrio y darle rigidez y cohesión. Al combinarse con la fibra de vidrio, la resina forma un material compuesto que es ligero, resistente y moldeable.

3.3.2 Tipos de Resina

- Los tipos de resina utilizados para que se adhiera a la fibra de vidrio son la resina poliéster y resina epoxi.

Figura 3 Resinas



Fuente: (Lolas, 2016)

Tabla 3 Características de los tipos de resina.

Características	Resina Poliéster	Resina Epoxi
Resistencia a la tracción	~50-70 MPa	~60-90 MPa
Resistencia a la compresión	~200-300 MPa	~300-500 MPa
Tiempo de endurecimiento	1-2 horas a temperatura ambiente	6-12 horas a temperatura ambiente
Adhesión a la fibra de vidrio	60-70%	80-90%
Contracción durante el curado	~5-8%	~2-5%
Densidad	~1.1 – 1.4 g/cm ³	~1.1 - 1.3 g/cm ³
Resistencia a la intemperie	10 años	20 años

Tabla 4 Comparación de composición de los tipos de resina

Características	Resina Poliéster	Resina Epoxi
Base química	Ácido poliéster insaturado (derivado de glicoles y ácidos dicarboxílicos)	Epóxido (derivado de bisfenol A y epiclorhidrina)
Agente catalizador	Peróxido de metiletilcetona (MEKP) o peróxido de benzoilo	Amina, anhídridos o poliaminas
Componentes principales	-Ácido maleico o ácido fumárico -Estireno -Glicoles -Agentes acelerantes(cobalto)	-Bisfenol A -Epiclorhidrina -Carga (sílice o talco)
Sustancias añadidas	Inhibidores, acelerantes, retardadores de gelificación	Modificadores de viscosidad, acelerantes, endurecedores
Monómero reactivo	Estireno (20-40% de la mezcla)	No usa monómeros volátiles, endurece por reacción química

3.3.3

Propiedades de la Resina

- **Cohesiva:** La resina mantiene las fibras de vidrio en su lugar, formando una estructura sólida y unificada.

- **Moldeabilidad:** Al ser líquida durante el proceso de fabricación, la resina permite moldear las mantas de fibra de vidrio en diversas formas complejas antes de endurecerse.
- **Fortaleza estructural:** Al endurecerse, la resina aporta rigidez y resistencia a la pieza, proporcionando una estructura robusta que puede soportar tensiones mecánicas y otros tipos de esfuerzo.
- **Acabado superficial:** La resina también contribuye a darle a la carrocería una superficie lisa y uniforme, lo que facilita su posterior pintado o acabado.

3.4 Consideraciones de Diseño.

Al considerar el diseño de una carrocería de fibra de vidrio, es crucial abordar aspectos como la ubicación de bases de motor, puntos de anclaje, puertas, además de ergonomía y estética, todos los cuales deben integrarse para crear un producto final atractivo y funcional. La capacidad de la fibra de vidrio para adaptarse a formas complejas y su peso hacen de este material una opción ideal para la elaboración de la carrocería.

Figura 4 *Chasis Tubular.*



Fuente: (Elaboracion Propia)

1. **Ergonomía:** La carrocería debe facilitar el acceso y la comodidad de los ocupantes. Esto implica un diseño que permita una fácil entrada y salida, así como una adecuada disposición de los controles y asientos. Un enfoque ergonómico mejora la experiencia de conducción y reduce la fatiga.

2. **Estética:** El diseño visual de la carrocería es fundamental para atraer a las personas.

- **Estilo y forma:** Un diseño que refleje la identidad y atraiga, usando líneas atractivas.
- **Acabados:** Elegir acabados que resalten las características del material de la fibra y mejoren la apariencia general del vehículo.
- **Integración de elementos de diseño:** Incorporar detalles que complementen el diseño general y otras características estéticas.

3.5 Selección de Material y Herramientas

- **Materiales**
 - Fibra de Vidrio 60 X 1.5 Mt DUTRANPRO/E-GLASS
 - Peso: 375 gr
 - Resina Poliéster Cobaltada 1 Kg
 - Masilla Poliéster Maxfill Bodyfiller 3.4 Lt Roberlo
 - Cera Desmoldante 1 Lt Simoniz
 - Fondo Nitro BCO 3Y85CM3 Unidas
 - Sika Boom espuma expansiva 750 Ml
- **Herramientas**
 - Rodillos laminados
 - Brochas
 - Tijeras o Cutter
 - Pulidora
 - Lijas
 - Compresor
 - Pistolas de para pintar (HVLP)

3.6 Proceso de fabricación.

3.6.1 Método de Elaboración

Figura 5 *Modelo*



Fuente: (Elaboracion propia)

Moldeo Manual (Lay-Up):

- **Preparación del Molde:** Se aplica un agente desmoldante al molde para facilitar la extracción de la pieza terminada.
Aplicación de Resina: Se aplican capas de resina y fibra de vidrio, comenzando por la base. Este proceso se puede hacer a mano, utilizando brochas o rodillos.
- **Capa por Capa:** Se colocan varias capas de fibra de vidrio impregnadas con resina, asegurando que cada capa se adhiera correctamente.
- **Curado:** La resina se deja curar a temperatura ambiente o se aplica calor para acelerar el proceso. Este paso es crucial para alcanzar la resistencia deseada.

3.6.2 Proceso de Elaboración, Detallado y Acabado

Preparación del Molde:

Primero se preparará el molde esto es crucial para garantizar la calidad del producto final y ayudar a su extracción del molde. Este paso incluye:

- **Limpieza de molde**

Esto ayuda a mantener en buen estado la superficie de la pieza. Esto se logra utilizando solventes o limpiadores para evitar cualquier tipo de contaminante como grasas, polvo o suciedad en general.

- **Aplicación de agente desmoldante**

Una vez que este limpio se utiliza un agente desmoldante como es Desmoldante Simoniz, este producto crea una capa entre el molde y la pieza a elaborar que facilita la separación después del secado, en este caso se utilizó en cera, se aseguró que la aplicación era uniforme y que se cubra todas las áreas del molde.

- Además, para la elaboración de los faldones primero se colocó una plancha de aluminio para luego moldear la fibra de vidrio.

Se desarrollo un ensanchamiento de faldones y cada faldón se le agrego 26 cm.

Figura 6 Moldes



Fuente: (Elaboracion propia)

Figura 7 Moldeado de faldones



Fuente: (Elaboracion propia)

Laminado y Curado:

Este paso se realiza luego de la preparación del molde, se coloca la Fibra de Vidrio DUTRANPRO/E-GLASS con la Resina Poliéster Cobaltada para formar la estructura de la carrocería.

- **Método.**

Para el desarrollo de la carrocería se utilizó el método Manual (Lay-Up).

- **Colocación de la fibra de vidrio:**

Se cortó y se colocó las láminas de fibra de vidrio sobre el molde. Estas láminas son de 60 X 1.5 Mt DUTRANPRO/E-GLASS,

- **Aplicación de resina:**

Con una brocha y rodillo, se impregna la fibra de vidrio con Resina Poliéster Cobaltada. Es importante asegurarse de que la resina cubra totalmente las fibras para garantizar una buena adherencia y resistencia. Este proceso se realizó a temperatura ambiente curado lento.

- **Eliminación de burbujas de aire:**

Durante el laminado, se utilizó los rodillos laminadores para presionar la fibra impregnada, eliminando burbujas de aire que podrían debilitar la estructura.

Desmoldeo y Acabado:

Luego de que se curó se llevó a cabo la extracción de la pieza carrocería y posteriormente su acabado.

- **Desmoldeo de la pieza:**

Una vez que la resina ha alcanzado su dureza final, la pieza se retiró del molde para evitar daños. Esto se hizo con una espátula de plástico, para no dañar ni el molde ni la pieza.

- **Acabado superficial:**

- **Eliminación de bordes afilados:** Se lijan las zonas donde la resina o la fibra sobresalieron durante el proceso.

- **Pulido:** Se realiza para obtener una superficie lisa y brillante, eliminando cualquier imperfección superficial.
- **Pintura o recubrimiento:** Se aplico un fondo color blanco para mejorar la apariencia estética y proteger la pieza contra los rayos UV y la intemperie.

4 Resultados

El proceso de fabricación de una carrocería de fibra de vidrio culmino con un producto que reúne una serie de características técnicas, estéticas y funcionales, alineadas con los objetivos establecidos durante el diseño. Con una notable resistencia a la corrosión y una flexibilidad de diseño que permite formas personalizadas. Su acabado se caracteriza por superficies lisas y uniformes, con una apariencia estética gracias a recubrimientos protectores y pintura que cumplen con los estándares automotrices. El proceso es eficiente, optimizando recursos mediante técnicas como la infusión de resina, adaptándose tanto a producciones personalizadas como en serie, lo que reduce tiempos. Estas características contribuyen a un mejor desempeño del vehículo, disminuyendo el peso para una mayor maniobrabilidad, además de ofrecer mayor seguridad, dado que su durabilidad minimiza los reemplazos.

Figura 8 Carrocería de fibra de vidrio



Fuente: (Elaboracion propia)

5 Conclusiones

La fabricación de una carrocería de fibra de vidrio es un proceso técnico y creativo que combina una selección de materiales y la implementación de técnicas de fabricación. A lo largo del desarrollo de este trabajo se analizaron en detalle todos los aspectos relevantes, desde las propiedades únicas de la fibra de vidrio hasta los métodos de fabricación más utilizados en la industria del automóvil. La fibra de vidrio es un material versátil de alto rendimiento que se caracteriza por su peso, resistencia a la corrosión y capacidad para adoptar formas complejas. Estas características lo convierten en una solución ideal para el diseño de carrocerías que pretende equilibrar funcionalidad y estética. Además, ayuda a mejorar el rendimiento del vehículo al reducir el peso total del vehículo, lo que tiene un efecto positivo en el consumo de combustible y las emisiones.

El proceso de fabricación de carrocerías de fibra de vidrio requiere herramientas y equipos especiales como molde y herramientas de acabado para garantizar la calidad y estética.

En resumen, la fibra de vidrio se posiciona como un material clave para el desarrollo de la industria automotriz por su capacidad para cubrir altas exigencias en términos de diseño, desempeño.

6 Bibliografía

- Duarte, A., & Martínez, J. (2018). *Propiedades y aplicaciones de las resinas de poliéster en la fabricación de carrocerías automotrices*. Editorial Técnica Automotriz.
- Russell, A. (2006). *Advanced composites: Manufacturing, properties, and applications*. Wiley.
- Müller, R. (2020). *Resinas epoxi: Composición, propiedades y aplicaciones industriales*. Springer.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2021). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Jawaid, M., & Thariq, M. (2020). *Composites for Automotive Applications*. Springer.
- Jones, R. M. (2018). *Mechanics of Composite Materials* (3rd ed.). Taylor & Francis.