



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Construcción del carenado del prototipo de moto 3 utilizando materiales compuestos o reforzados con fibra, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Cofre Taco, Christian David

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

Latacunga, 10 de septiembre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Construcción del carenado del prototipo de moto 3 utilizando materiales compuestos o reforzados con fibra, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”**. Fue realizada por el señor **Cofre Taco, Christian David** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

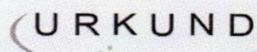
Latacunga, 10 de septiembre del 2021

Firma:

Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

C.C.: 1717579609

Resultado urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Cofre_Taco_Christian_David_Mic Profesionalizante_6583.pdf
(D112032593)
Submitted: 9/3/2021 4:13:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 2 %

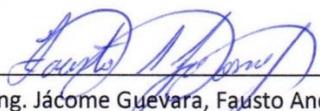
Sources included in the report:

ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA AERODINÁMICA DE UNA MOTOCICLETA GP PARA MEJORAR LOS COEFICIENTES AERODINÁMICOS DE LA MOTOCICLETA "STOLIKA" DE LA "V" COMPETENCIA INTERNACIONAL MOTOSTUDENT._2.pdf (D82930385)
TESIS JONATHAN URIBE.docx (D51277697)
ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA AERODINÁMICA DE UNA MOTOCICLETA GP PARA MEJORAR LOS COEFICIENTES AERODINÁMICOS DE LA MOTOCICLETA "STOLIKA" DE LA "V" COMPETENCIA INTERNACIONAL MOTOST.pdf (D82442030)
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4558/1/65T00183.pdf>
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=38n7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=ciencia+ingenier>
<https://core.ac.uk/download/pdf/288315222.pdf>
<https://www.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/112858/L%3%B3pez%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20fabricaci%C3%B3n%20de%20un%20carenado%20de%20motocicleta%20con%20fibras%20biodegradables%20pro...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://docplayer.es/58912542-Escuela-tecnica-superior-de-ingenieros-industriales-y-de-telecomunicacion.html>
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20054/1/10112_1_JONATHAN%20URIBE.pdf
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9266/1/T-ESPEL-MAI-0494.pdf>
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9415/1/T-ESPEL-MAI-0509.pdf>
<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/9399/1/AC-ESPEL-MAI-0509.pdf>
http://tigger.itc.mx/conacad/cargas/N9N8XEJ45F72/areas/16899_A_PROYECTO%20FINAL%20ALERON_ENE_JUN_2020.pdf

Instances where selected sources appear:

16

Firma:


Ing. Jácome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.
C.C.: 1717579609



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Cofre Taco, Christian David**, con cédula de ciudadanía 175543038-4, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Construcción del carenado del prototipo de moto 3 utilizando materiales compuestos o reforzados con fibra, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requerimientos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 10 de septiembre del 2021

Firma:

Cofre Taco, Christian David
C.C.: 175543038-4



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Cofre Taco Christian David**, con cedula de ciudadanía 1755430384 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Construcción del carenado del prototipo de moto 3 utilizando materiales compuestos o reforzados con fibra, para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son mi responsabilidad.

Latacunga, 10 de septiembre del 2021

Firma:

Cofre Taco, Christian David
C.C.: 175543038-4

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres por ser ese apoyo incondicional en los momentos más importantes de este proceso académico, por estar en los buenos y malos momentos a lo largo de mi vida, a mis hermanos que en su momento me ayudaron a lograr objetivos cruciales y en especial a mi abuelita Beatriz por su apoyo incondicional día a día.

AGRADECIMIENTO

En especial quiero agradecer a mi primo Javier por influenciarme a ser una mejor persona, luchar por mis sueños y sobre todo por el apoyo brindado a lo largo de esta etapa importante en mi vida. Agradezco a mis padres y mi abuelita por ayudarme en todo momento y enseñarme a ser una persona humilde y trabajadora en todo momento.

Quiero agradecer al Ing. Fausto Jácome por confiar en mi a lo largo de este periodo y por el apoyo brindado en este trabajo, por compartir todos sus conocimientos sinceros y ayudarme a crecer profesionalmente. Agradezco a toda mi familia por apoyarme en lo que se pudo, que de una u otra forma me impulsaron a llegar hasta este punto.

Agradezco infinitamente a **Dios** por brindarme vida y mucha salud, además por la fortuna y la dicha de poder cumplir una meta más en mi vida junto a las personas que más quiero.

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Resultado urkund	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de Figuras	12
Índice de Tablas	15
Resumen	16
Abstract.....	17
Planteamiento del problema de investigación	18
Antecedentes	18
Planteamiento del problema	20
Justificación	21
Alcance.....	21
Objetivos	22
<i>Objetivo General</i>.....	22

<i>Objetivos Específicos</i>	22
Marco teórico	23
Moto de competición.....	23
Carenado de competencia.....	23
Normativa para la construcción de un carenado de moto3	26
Materiales compuestos	31
Matriz.....	32
<i>Tipos de Matriz</i>	32
Metales	32
Cerámicos.....	33
Polímeros	33
<i>Termoplásticos</i>	33
<i>Termoestables</i>	33
<i>Elastómeros</i>	34
Refuerzo.....	34
<i>Tipos de refuerzo</i>	34
Partículas.....	34
Fibras	35
<i>Fibras sintéticas</i>	36
<i>Fibra de vidrio</i>	37

Estructura química.....	38
<i>Fibra de carbono</i>	39
<i>Kevlar</i>	40
Métodos de unión en el campo automotriz.....	41
<i>Unión mediante tornillos</i>	42
<i>Perno tuerca</i>	42
<i>Tornillo grapa</i>	43
<i>Unión mediante grapas</i>	44
<i>Uniones articuladas por pasadores</i>	44
<i>Uniones remachadas</i>	45
<i>Uniones pegadas</i>	46
Resinas	47
<i>Clasificación de las resinas</i>	47
Resinas de poliéster	48
Resina epoxi	48
Resinas fenólicas.....	49
Pintura y Acabado.....	49
<i>Pintura de fondo</i>	49
<i>Acabado en pinturas</i>	50
Desarrollo.....	52

Diseño cad del carenado	52
Selección del material	54
Construcción.....	56
Implementación.....	65
Análisis de resultados	66
<i>Aerodinámica de la moto</i>	67
Presupuesto.....	72
Conclusiones y recomendaciones	73
Conclusiones.....	73
Recomendaciones.....	74
Bibliografía	75
Anexos	77

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Cúpula</i>	24
Figura 2. <i>Quilla</i>	24
Figura 3. <i>Laterales</i>	25
Figura 4. <i>Colín</i>	26
Figura 5. <i>Carenado completo</i>	26
Figura 6. <i>Medidas del carenado</i>	30
Figura 7. <i>Especificaciones del carenado</i>	30
Figura 8. <i>Configuración básica de un material compuesto</i>	31
Figura 9. <i>Refuerzo particulado</i>	35
Figura 10. <i>Madera plástica</i>	35
Figura 11. <i>Fibras en forma de alambre o tubular</i>	36
Figura 12. <i>Estructura de la fibra</i>	38
Figura 13. <i>Fibra de carbono</i>	39
Figura 14. <i>Uso del kevlar en chalecos de seguridad</i>	41
Figura 15. <i>Perno tuerca</i>	43
Figura 16. <i>Tornillo grapa</i>	43
Figura 17. <i>Pasadores en poleas</i>	45
Figura 18. <i>Remaches a presión</i>	46
Figura 19. <i>Unión mediante adhesivo químico</i>	46
Figura 20. <i>Resina para fibra de vidrio</i>	47
Figura 21. <i>Resina poliéster</i>	48
Figura 22. <i>Resina epoxi</i>	48
Figura 23. <i>Resinas fenólicas</i>	49

Figura 24. <i>Pintura mococapa</i>	50
Figura 25. <i>Pintura bicapa</i>	50
Figura 26. <i>Pintura tricapa</i>	51
Figura 27. <i>Vista Lateral</i>	52
Figura 28. <i>Vista frontal</i>	53
Figura 29. <i>Colocación del dummy, para realizar el estudio aerodinámico</i>	53
Figura 30. <i>Fibra de vidrio</i>	55
Figura 31. <i>Materiales para la construcción del carenado</i>	56
Figura 32. <i>Compuesto base para obtener la nueva pieza</i>	57
Figura 33. <i>Fibrado de piezas</i>	57
Figura 34. <i>Molde y pieza nueva</i>	58
Figura 35. <i>Corte de platinas</i>	58
Figura 36. <i>Perforación y fijación del carenado</i>	59
Figura 37. <i>Mezcla rápida para unir piezas</i>	59
Figura 38. <i>Corte del carenado</i>	59
Figura 39. <i>Unión y secado de piezas</i>	60
Figura 40. <i>Entallado del carenado completo</i>	60
Figura 41. <i>Proceso de lijado (lija #800)</i>	61
Figura 42. <i>Proceso de masillado y lijado (lija #1800)</i>	61
Figura 43. <i>Proceso de lijado eléctrico (lija #2000)</i>	62
Figura 44. <i>Preparación del fondo</i>	62
Figura 45. <i>Lijado de colín (lija # 1200)</i>	63
Figura 46. <i>Proporción de pintura final</i>	63
Figura 47. <i>Pintado de colín (bicapa)</i>	64

Figura 48. <i>Proceso de secado al aire libre.....</i>	<i>64</i>
Figura 49. <i>Colocación del colín, cúpula y tanque.....</i>	<i>65</i>
Figura 50. <i>Carenado completo.....</i>	<i>65</i>
Figura 51. <i>Preparación para la simulación.</i>	<i>67</i>
Figura 52. <i>Centro de presión en una moto.....</i>	<i>68</i>
Figura 53. <i>Efectos producidos por dos configuraciones de alerones.....</i>	<i>68</i>
Figura 54. <i>Mallado y refinamiento del área de contacto de la motocicleta.....</i>	<i>69</i>
Figura 55. <i>Mallado y refinamiento del área de contacto de la motocicleta.....</i>	<i>70</i>
Figura 56. <i>Puntos de presión máxima sobre elementos de la motocicleta.....</i>	<i>71</i>

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Tipo de uniones.</i>	42
Tabla 2. <i>Uniones mediante grapas.</i>	44
Tabla 3. <i>Tabla de valores.</i>	54
Tabla 4. <i>Importancia por cumplimiento.</i>	54
Tabla 5. <i>Costo de la monografía.</i>	72

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el proceso de construcción de un carenado de una moto de competencia de tipo moto3. En primer lugar, se realiza el diseño del carenado, el cual debe cumplir con las normativas estipuladas por la **FIM moto3**, la selección del material se realiza mediante una elección previa de uno de los tres tipos de materiales más utilizados en vehículos como son la Fibra de Vidrio, Fibra de carbono y el Kevlar. El análisis realizado en el software **CAD** permite desarrollar el diseño de piezas del carenado y obtener flujos de aire que permiten una mayor penetración en el aire a altas velocidades y así reducir la resistencia al avance del prototipo de moto 3 a altas velocidades. Para la fabricación del carenado se realiza un proceso de moldeo a base de fibra de vidrio, una vez obtenidas las piezas nuevas, se deja por lo menos un día para que se seque bien la fibra y después se procede a desmoldar, se colocan en el prototipo de moto 3, con el fin de entallar cada una de las piezas y que no tengan ningún inconveniente al momento de poner en marcha la moto, luego se realiza el proceso de lijado para obtener una textura agradable que permita posterior a esto realizar un proceso de pintura bicapa y un método de secado al aire libre, obteniendo piezas útiles, estéticas y económicas.

Palabras Clave:

- **CARENADO DE COMPETENCIA**
- **FIBRA DE VIDRIO**
- **ENTALLADO DEL CARENADO**
- **PINTURA BICAPA**
- **ESTÉTICA MOTO 3**

Abstract

The objective of this project is to carry out the construction process of a fairing for a moto3 type competition motorcycle. First of all, the fairing design is made, which must comply with the regulations stipulated by the FIM moto3, the selection of the material is made through a previous choice of one of the three types of materials most used in vehicles such as fiberglass, carbon fiber and Kevlar. The analysis performed in the CAD software allows to develop the design of the fairing parts and obtain air flows that allow a greater penetration in the air at high speeds and thus reduce the resistance to the advancement of the prototype of moto 3 at high speeds. To manufacture the fairing, a molding process based on fiberglass is performed, once the new parts are obtained, they are left for at least one day for the fiber to dry well and then proceed to demolding, they are placed on the prototype of moto 3, They are placed in the prototype of moto 3, in order to notch each of the pieces and that they do not have any inconvenience at the time of starting the bike, then the sanding process is performed to obtain a nice texture that allows after this to perform a two-layer painting process and a method of drying in the open air, obtaining useful, aesthetic and economical parts.

Key words:

- **COMPETITION FAIRING**
- **FIBERGLASS**
- **FAIRING NOTCHING**
- **TWO-COAT PAINT**
- **MOTO 3 AESTHETICS**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

La carrocería o carenados de una motocicleta han estado comprendidas únicamente por elementos que tienen una función específica como es el caso del depósito de combustible, espejos, asientos y placas laterales de la motocicleta. Los primeros carenados que aparecieron se encontraban en motos que se dedicaban a obtener récord de velocidad por millas. (Ariaz Paz, 2005)

Poco después aparecieron varios tipos de carenados los cuales fueron utilizados para mejorar el rendimiento aerodinámico en altas velocidades, para competencias de circuitos. Un tipo de carenado que se utilizaba fue el de tipo Delfín que cubría toda la parte frontal de la motocicleta incluyendo la rueda delantera. Debido a que existieron problemas como dificultades frente al viento lateral y que además las motos no presentaban frenos ni suspensiones adecuadas como para soportar altas velocidades. (Ariaz Paz, 2005)

En la actualidad existen tres tipos de carenados: los carenados de protección sin ninguna misión aerodinámica, carenados de protección con estudios para reducir la resistencia aerodinámica como es el caso del carenado de la moto BMW R 1150 RT y los carenados deportivos que cumplen la función de mejorar el coeficiente aerodinámico donde también cuenta con la función de protección, pero el piloto debe ocupar una posición muy rígida para beneficiarse de esta protección. Utilizados por ejemplo en la YAMAHA 750 C.C. (Alban, 2013)

Debido a que el carenado debe proporcionar una buena estabilidad para la moto según estudios realizados actualmente se deben someter a varias restricciones dimensionales como: los bordes y acabados, límite frontal, límite posterior, utilización de guardabarros, uso de

aleroses, entre otros. Según Pedro María Villanueva Roldán, todos los bordes y acabados deben ser redondeados con un radio mínimo de 1 mm, la anchura máxima del carenado será de 60 mm. (Versteeg Zabala & Villanueva Roldán, 2011)

Villanueva menciona que en competencia está permitido el uso de aleroses, pero este no deberá superar la anchura del carenado o del colín, ni superar la altura de los extremos del manillar. El carenado no deberá cubrir lateralmente al piloto a excepción de los antebrazos y finalmente la llanta no podrá ser cubierta en más de 180 grados. (Versteeg Zabala & Villanueva Roldán, 2011)

La selección de procesos de fabricación del carenado es una decisión estrategia ya que se consideran varios puntos; como es el caso del tipo de material, optimización de tiempo y beneficios económicos. El fabricar el carenado de forma artesanal es una buena elección. Fernando López Vidal Abarca, menciona que el fabricar carenados de forma artesanal otorga una independencia en cuanto a la fabricación, reparación y reducción de costes. (López Abarca, 2018)

Para este proceso de fabricación, López considera que se deben realizar moldes de las diferentes piezas que se desean fabricar, en el caso del carenado de una moto de competencia se realizaron los moldes en poliestireno extruido ya que este material presenta propiedades que dificultan dar una forma adecuada a la pieza, ligereza y una superficie sin rugosidad.

En base a lo estudiado López recreo un carenado de la marca Honda para la categoría de Moto 3 del año 2015, siendo como objeto principal el análisis de pruebas previamente realizadas con fibras vegetales, ya que mediante pruebas realizadas la fibra de yute presenta menor fuerza máxima a la tracción. Finalmente concluye que la fabricación de este carenado

con este tipo de fibra es viable ya que contribuye con el peso adecuado que es el factor importante en el mundo de competición. (López Abarca, 2018).

1.2. Planteamiento del problema

La industria de motocicletas ha crecido paulatinamente en el Ecuador su producción a requerido que se implemente talleres para fabricar sus componentes entre ellos las carrocerías carenados de la motocicleta que para su elaboración se han utilizado materiales artificiales como la fibra de vidrio, fibra de carbono estos materiales tienen la desventaja de ser biodegradables tienen un costo moderado para su producción.

Con el pasar del tiempo es necesario que se implemente un taller calificado donde se implemente un proceso técnico de producción de carenados de la motocicleta al momento se lo realiza de forma artesanal o se realiza reparaciones, pero sin un sustento técnico o que garantice el correcto diseño de los carenados de motocicleta.

Es importante analizar esta problemática que vaya en beneficio del consumidor respetando las condiciones del medio ambiente para tener una estabilidad entre la industria y el medio ambiente teniendo alternativas para la fabricación de la mayor parte de elementos del carenado de la motocicleta y así evitar importar y ser generadores de producción en el país.

1.3. Justificación

El carenado para una moto de competición de tipo moto 3 es indispensable ya que el viento a grandes velocidades genera mucha resistencia al avance de la moto de competencia, por ende, se va a ver reflejado la pérdida de la adherencia al suelo, excesivo consumo de combustible, produciendo poca estabilidad por lo tanto es primordial que este tipo de moto cuente con un carenado de tipo deportivo.

Donde también brinda protección al piloto y mejorar el coeficiente aerodinámico, contribuyendo de manera efectiva el consumo de combustible, a adherencia al suelo, la protección de piloto y mejora el coeficiente aerodinámico.

A demás aporta grandes beneficios para la institución educativa ya que promueve la participación en competencias de alto rendimiento donde se demuestren las habilidades y conocimientos que aporta la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

1.4. Alcance

El presente proyecto engloba la construcción de un carenado de moto de competencia de tipo moto3, la ejecución del mismo abarca en el diseño de cada uno de los componentes del carenado de la moto, la selección de materiales de construcción, los procesos de elaboración y el acabado que se desea dar al mismo, tomando en cuenta la colorimetría para las piezas.

La selección del tipo material y el tipo de proceso es uno de los puntos más importantes a la hora de realizar el proceso de elaboración del carenado, es importante mencionar que una vez seleccionado el tipo de material, hay que tomar en cuenta las medidas mínimas y máximas que debe presentar el carenado de acuerdo al reglamento estipulado en moto3. Después de la elaboración del carenado y una vez implementado en la moto se realizará una prueba de ruta

para verificar la estabilidad el cual va a permitir el uso en futuras competencias donde puede participar la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

El presupuesto será uno de los puntos más importantes para la elaboración del carenado de la moto ya que se debe escoger el material adecuado para la construcción. Además la fabricación del carenado debe cumplir con la normativa FIM moto3, donde se especifica las medidas máximas que debe tener el carenado anclado sobre la moto.

Por lo tanto, una vez cumplido con los objetivos planteados, se obtendrá el carenado adecuado para el prototipo de moto 3.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Construir el carenado del prototipo de Moto 3 mediante la utilización de materiales compuestos reforzados con fibra.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar las tendencias y normativas de fabricación del carenado con fibras compuestas, naturales o artificiales.
- Seleccionar el material compuesto adecuado para la fabricación del carenado.
- Fabricar los carenados de los diferentes accesorios e implementarlo en prototipo de moto 3.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Moto de competición

Este tipo de motos son utilizadas en circuitos de carreras pavimentadas, son motos desarrolladas específicamente para competencia por lo cual deben presentar un buen rendimiento en cuanto a su aceleración, buena estabilidad al piso, una buena frenada y reducción de peso ya que estas motos son sometidas a altas velocidades. (Holgado Hernandez, 2015)

Un claro ejemplo donde se utilizan este tipo de motos se ve reflejando en las competencias de Moto3, donde equipos de diferentes universidades se enfrentan el desafío de diseñar motos de competencia. (Lopez Carpes, 2016)

Moto 3 es la categoría más pequeña en competencias de motocicletas de velocidad, donde se utiliza una moto atmosférica de 250cc y de cuatro tiempos, donde las dimensiones y peso del carenado se rige a diferentes reglamentos. Donde estrictamente no presentan carenados pensados para conducción en la ciudad o carretera, como es el caso de los faros. (Lopez Carpes, 2016)

2.2. Carenado de competencia

Las piezas que cubren o rodean a una moto de competencia son muy importantes al momento de someter una moto a altas velocidades, esto va a permitir que la motocicleta logre cortar el viento y permanecer pegado al piso. A esto se lo denomina carenado, puede ser fabricado con fibra de vidrio, fibra de carbono, fibras de materiales compuestos, plásticos u otros materiales que le permitan adaptarse al chasis. Por otro lado, la estética y la aerodinámica

también juegan un papel importante a momento de diseñar este tipo de carenados ya permiten brindar una protección al motor y acoplamiento del piloto. (Lopez Carpes, 2016)

Este tipo de carenados están compuestos por las siguientes partes:

Cúpula: se encuentra ubicado en la parte frontal superior delantera de la motocicleta, junto con el manillar, también incluye un parabrisas transparente para que el piloto tenga una buena visión al momento de ubicarse en la moto. (Lopez Carpes, 2016)

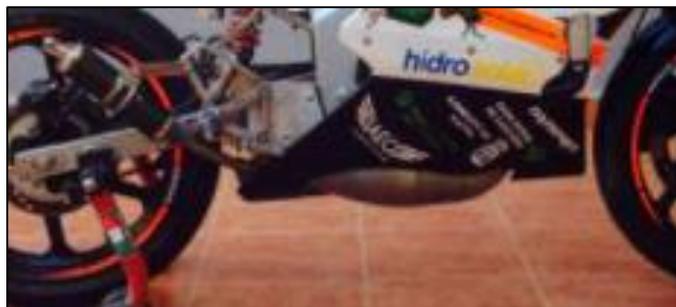
Figura 1.
Cúpula



Nota. Tomado de (Lopez Carpes, 2016)

Quilla: está localizada en la parte inferior frontal de la moto, detrás de la rueda delantera y sirve la unir las dos partes laterales del carenado. (Lopez Carpes, 2016)

Figura 2.
Quilla.



Nota. Tomado de (Robinson David & Caron Joseph, 2017)

Laterales: son las piezas más grandes del carenado, dan forma a la moto y protegen la parte estructural y mecánica de la moto que se encuentran en el interior, son los elementos de unión entre la cúpula y la quilla y dan continuidad al carenado completo. (Lopez Carpes, 2016)

Figura 3.
Laterales.



Nota. Tomado de (Robinson David & Caron Joseph, 2017)

Colín: el colín ocupa la parte posterior de la moto y es independiente del resto del carenado y va sujeto al subchasis, en algunos modelos presentan espacios para las luces de freno y forma parte del asiento del piloto. (Lopez Carpes, 2016)

Figura 4.
Colín.



Nota. Tomado de (Robinson David & Caron Joseph, 2017)

Figura 5.
Carenado completo.



Nota. Tomado de (Robinson David & Caron Joseph, 2017)

2.3. Normativa para la construcción de un carenado de moto3

En base a **FIM World Championship Grand Prix Regulations** “Reglamento del Gran Premio del Campeonato del Mundo de la FIM”; **FIM** (Federación Internacional de Motociclismo), en la categoría de moto3. En el literal **2.6.4.7 Bodywork** “Carrocería”. Se consideran los siguientes puntos:

1. *“The windscreen edge and the edges of all other exposed parts of the streamlining must be rounded.”* (FIM moto, 2021) El borde del parabrisas y los bordes de todas las demás partes expuestas del revestimiento aerodinámico deberán estar redondeados.
2. *“The maximum width of bodywork must not exceed 600 mm. The width of the seat or anything to its rear shall not be more than 450 mm (exhaust pipes excepted).”*(FIM moto, 2021) La anchura máxima de la carrocería no debe superar los 600 mm. El ancho del asiento o cualquier parte trasera no debe ser superior a 450 mm (excepto los tubos de escape).
3. *“Bodywork must not extend more than 150 mm beyond a line drawn vertically from the centre of the front wheel spindle and a line drawn vertically at the rearward edge of the rear tyre. The suspension should be fully extended when the measurement is taken.”* (FIM moto, 2021)La carrocería no debe extenderse más de 150 mm más allá de una línea trazada verticalmente desde el centro del eje de la rueda delantera y una línea trazada verticalmente en el borde trasero del neumático trasero. La suspensión debe estar completamente extendida cuando se toma la medición.
4. *“The seat unit shall have a maximum height of the (approximately) vertical section behind the rider’s seating position of 150 mm. The measurement will be taken at a 90° angle to the upper surface of the flat base at the rider’s seating position, excluding any seat pad or covering. Any on-board camera/antenna mounted on the seat unit is not included in this measurement.”* (FIM moto, 2021) La unidad de asiento tendrá una altura máxima de la sección (aproximadamente) vertical detrás

de la posición del asiento del conductor de 150 mm. La medición se tomará en un ángulo de 90 ° con respecto a la superficie superior de la base plana en la posición del asiento del ciclista, excluyendo cualquier almohadilla o cubierta del asiento. Cualquier cámara / antena a bordo montada en la unidad del asiento no se incluye en esta medida.

5. "Mudguards are not compulsory. When fitted, front mudguards must not extend:
 - a. Front leading edge: In front of a line drawn upwards and forwards at 45 degrees from a horizontal line through the front wheel spindle.
 - b. Rear trailing edge: Below a line drawn horizontally through the front wheel spindle.

The mudguard mounts/brackets and fork-leg covers, close to the suspension leg and wheel spindle, and brake disc covers are not considered part of the mudguard."

(FIM moto, 2021) Los guardabarros no son obligatorios. Cuando están instalados, los guardabarros delanteros no deben ampliar:

- a) Borde de ataque delantero: delante de una línea trazada hacia arriba y hacia adelante a 45 grados desde una línea horizontal a través del eje de la rueda delantera. b) Borde de salida trasero: debajo de una línea trazada horizontalmente a través del eje de la rueda delantera.
- b)** Los soportes / soportes del guardabarros y las cubiertas de la pata de la horquilla, cerca de la pata de suspensión y el eje de la rueda, y las cubiertas de los discos de freno no se consideran parte del guardabarros

6. “Devices or shapes protruding from the fairing or bodywork and not integrated in the body streamlining (eg. wings, fins, bulges, etc.) that may provide an aerodynamic effect (eg. Providing downforce, disrupting aerodynamic wake, etc.) are not allowed. The Technical Director will be the sole judge of whether a device or fairing design falls into the above definition.

Moving aerodynamic devices are prohibited.”(FIM moto, 2021)

Dispositivos o formas que sobresalen del carenado o la carrocería y no integradas en el cuerpo aerodinámico (por ejemplo, alas, aletas, protuberancias, etc.) que pueden proporcionar un efecto aerodinámico (por ejemplo, proporcionar carga aerodinámica, interrumpir la estela aerodinámica, etc.) no están permitidos. El Director Técnico será el único juez de si un dispositivo o diseño de carenado entra en la definición anterior.

Se prohíben mover dispositivos aerodinámicos.

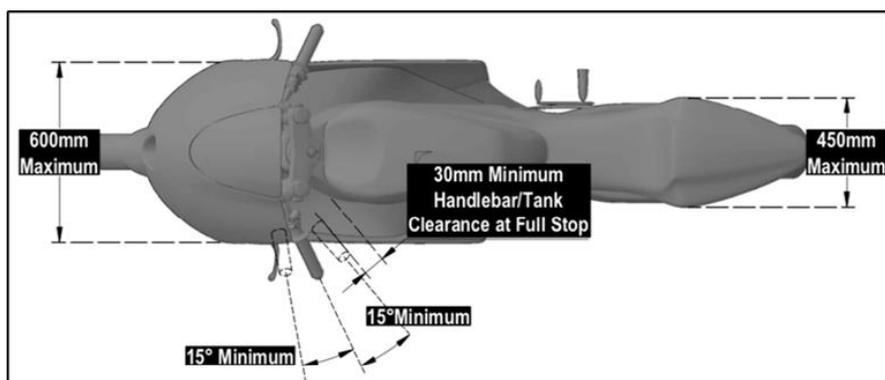
7. “The lower fairing has to be constructed to hold, in case of an engine breakdown, at least half of the total oil and engine coolant capacity used in the engine (minimum 2.5 litres for Moto3). This measurement should be taken with the fairing fitted to the motorcycle, whilst both wheels are on the ground and the motorcycle is upright at 90° to the horizontal. The lower fairing should incorporate a maximum of two holes of 25 mm. These holes must remain closed in dry conditions and must be only opened in wet race conditions, as declared by the Race Director.”(FIM moto, 2021)

El carenado inferior debe estar construido para contener, en caso de avería del motor, al menos la mitad de la capacidad total de aceite y refrigerante del motor utilizada en el motor (mínimo 2,5 litros para Moto3). Esta medida debe tomarse con el

carenado montado en la motocicleta, con ambas ruedas en el suelo y la motocicleta en posición vertical a 90° con respecto a la horizontal.

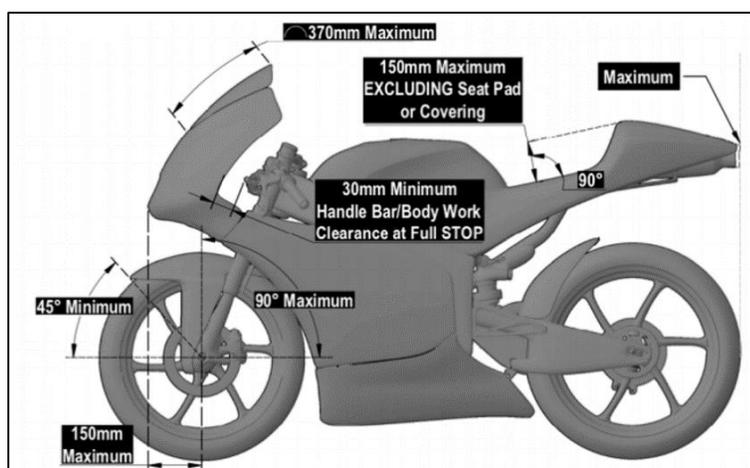
El carenado inferior debe incorporar un máximo de dos agujeros de 25 mm. Estos hoyos deben permanecer cerrados en condiciones secas y solo deben abrirse en condiciones de carrera húmedas, según lo declarado por el Director de Carrera.

Figura 6.
Medidas del carenado.



Nota. Tomado de (FIM moto, 2021)

Figura 7.
Especificaciones del carenado.



Nota. Tomado de (FIM moto, 2021)

2.4. Materiales compuestos

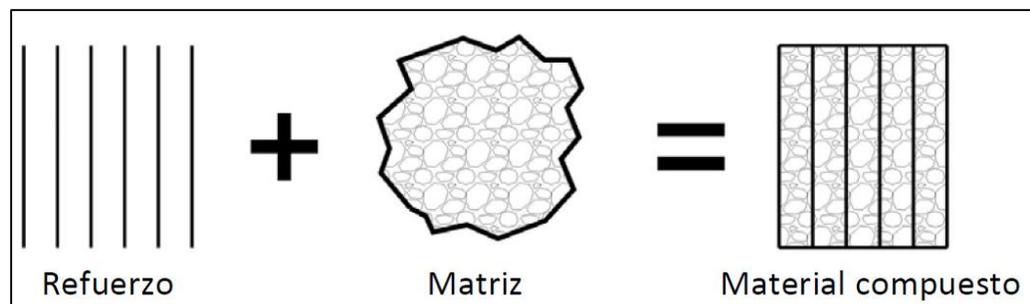
Se puede definir que un material compuesto es la combinación de dos o más componentes no químicos e insolubles entre sí, que presenten una forma y composición diferente, dando lugar a un material que adopte propiedades en sus fases constituyentes, para que dicho material presente una mejora en cuanto a sus características.

En la actualidad este tipo de materiales son mucho más elegidos al momento de crear componentes automotrices, esto se debe a que son muy resistentes y livianos en comparación a otros materiales como el acero o el aluminio. (Espinoza & Hidalgo, 2016)

También tiene un punto muy importante que es la economía, ya que empresas con un mercado grande, como por ejemplo en la industria automotriz donde utilizan grandes cantidades de compuestos, teniendo una mayor incidencia en polímeros reforzados con fibras empleadas ya sea en el interior o exterior de los vehículos. (Espinoza & Hidalgo, 2016)

Hablando en palabras técnicas se puede decir que, un material compuesto debe estar formado por una matriz y un refuerzo, a eso se debe adicionar la interfaz que no es más que la superficie de conexión. Se pueden adicionar también agentes de acoplamiento, rellenos y revestimientos, esto para mejorar la superficie de la interfaz de la composición para que el material llegue a compactarse. (Espinoza & Hidalgo, 2016)

Figura 8.
Configuración básica de un material compuesto.



Nota. Tomado de (Espinoza & Hidalgo, 2016)

2.5. Matriz

La matriz de un material compuesto, es la parte que le da continuidad al material, es decir provee soporte al material de refuerzo otorgando consistencia al material. La matriz también fija los refuerzos, además transfiere cargas hacia los refuerzos. El material que se emplee como matriz se rige a las propiedades químicas, físicas, eléctricas y mecánicas del compuesto. En cuanto a las propiedades mecánicas donde se ven inmersas la resistencia a la tracción, la ductilidad, la resistencia al impacto. Para que el compuesto falle debe estar afectado por la matriz y por la compatibilidad que tenga el refuerzo ya que el principal objetivo del refuerzo es mejorar las características que tenga la matriz. Lo refuerzo pueden ser partículas, fibras, o elementos estructurales. (Espinoza & Hidalgo, 2016)

2.5.1. Tipos de Matriz

Existen tres tipos de matrices más comunes y se clasifican en los siguientes grupos: metales, cerámicas y polímeros. En el siguiente apartado se va a definir cada tipo de matriz.(Espinoza & Hidalgo, 2016)

2.5.1.1. Metales

Las matrices metálicas son combinaciones de elementos metálicos, cuenta con un gran número de electrones deslocalizados, los metales conducen perfectamente el calor y la electricidad. Además los metales son resistentes y deformables, lo que permite la utilización para aplicaciones estructurales y tiene un gran uso en el campo aeronáutico, aeroespacial y automotriz. Los metales más utilizados son el aluminio, magnesio y titanio.(William & Callister, s. f.)

2.5.1.2. Cerámicos

Las matrices cerámicas son materiales aislantes eléctricos y térmicos que a elevada temperatura son mucho más resistentes que los metales y polímeros, pero suelen ser duras y muy frágiles. Dentro de estos materiales se pueden considerar los óxidos, nitruros y carburos, incluyen minerales de arcilla, cemento y vidrio. (William & Callister, s. f.)

2.5.1.3. Polímeros

Este tipo de matriz está constituida por un polímero y reforzada por algún tipo de fibra ya sean naturales o sintéticas, poseen baja densidad, buenas propiedades a temperatura ambiente, densidades bajas y suelen ser muy flexibles, se puede encontrar desde materiales plásticos hasta cauchos. Además, se puede encontrar el polietileno, nylon, policarbonato, poliestireno, y gomas de silicona. (William & Callister, s. f.) (Espinoza & Hidalgo, 2016)

Este tipo de matrices también se subdividen en tres tipos:

2.5.1.3.1. Termoplásticos

Cuando son calentados pueden pasar al estado líquido. Presentan una buena resistencia química, baja absorción de humedad, buenas propiedades mecánicas, este tipo de material presenta una fase de calentamiento para que el material se ablande y se pueda realizar el moldeo del mismo, una fase de enfriamiento para endurecer la forma después de moldearlo.

2.5.1.3.2. Termoestables

Estos sufren reacciones químicas y cuentan con una resistencia térmica elevada, pueden degradarse al momento de calentarse, pero no se pueden fundir.

La reacción química que sufren no es reversible, en estos tipos de matrices encontramos a las resinas poliéster, resinas epoxi. (Espinoza & Hidalgo, 2016)

2.5.1.3.3. Elastómeros

Este tipo de matriz se puede decir que son polímeros amorfos que se forman por cadenas poco compactas a temperatura ambiente, forman cadenas unidas entre sí por enlaces primarios y estables, uno de los principales elastómeros puede ser el caucho natural. Este material presenta grandes propiedades mecánicas como su facilidad de deformación y durabilidad. Son capaces de alcanzar grandes deformaciones a la tracción y compresión, además poseen buenas características a la amortiguación. (Tobajas Alonso, 2019)

2.6. Refuerzo

Los refuerzos son partículas, fibras ya sean cortas o largas o continuas, laminas o tejidos. Hay que recalcar que las fibras se utilizan en grandes escalas, mientras que las partículas se utilizan en escalas micro y manométricas para que se puedan modificar un sinnúmero de propiedades, incluyendo las propiedades físicas, ópticas, mecánicas y eléctricas. (Dávila et al., 2011)

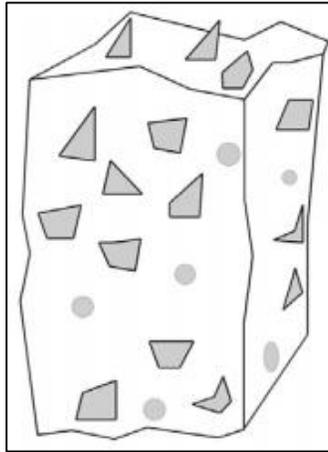
2.6.1. Tipos de refuerzo

2.6.1.1. Partículas

Las partículas pueden ser de un gran tamaño o consolidadas por dispersión, estas pueden ser mucho más grandes y rígidas que la matriz y por ende restringen el movimiento de la matriz. Los componentes reforzados con partículas grandes se utilizan con matrices cerámicas, metálicas y polímeros.

Se puede mencionar un ejemplo muy claro de este tipo de compuesto es el concreto, está formado por cemento (matriz) y la arena y piedras (partículas). Las maderas plásticas son claro ejemplo de material compuesto ya que esa formado por un polímero (matriz) y partículas de madera (refuerzo). (Dávila et al., 2011)

Figura 9.
Refuerzo particulado.



Nota. Tomado de (Espinoza & Hidalgo, 2016)

Figura 10.
Madera plástica.



Nota. Tomado de (Alejandra, s. f.)

2.6.1.2. Fibras

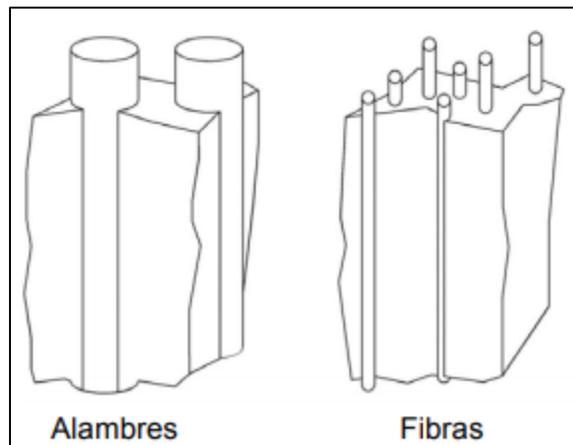
Este tipo de materiales alcanzan una mejor resistencia a la fatiga, rigidez y mayor resistencia al peso, entonces al juntar fibras resistentes y rígidas en una matriz blanda y dúctil, el

material de la matriz transmite las cargas a los refuerzos es decir a las fibras las cuales van a soportar la gran parte de la fuerza aplicada.

Tienen diámetros pequeños y poseen una gran longitud. Los materiales e las fibras pueden ser aramidas, vidrio, carbono, boro, óxido de aluminio, etc. También se pueden utilizar fibras naturales como la cabuya, coco, etc. El alambre tiene diámetros grandes, aquí están incluidos por ejemplos los aceros. Son utilizados como refuerzos radiales en llantas del automóvil.

Figura 11.

Fibras en forma de alambre o tubular.



Nota. Tomado de (Alejandra, s. f.)

2.6.1.2.1. Fibras sintéticas

Son aquellas obtenidas a partir de polímeros sintéticos derivados del petróleo. Las más comunes son:

- Poliéster (existen derivados retardantes de flama como el Avora y Trevira)
- Acrílico
- Polipropileno (olefínica)

- Nylon

La fibra sintética es una fibra textil que se obtiene por síntesis orgánica de diversos productos derivados del petróleo. Las fibras artificiales no son sintéticas, pues proceden de materiales naturales, básicamente celulosa. Algunas veces la expresión fibras químicas se utiliza para referirse a las fibras artificiales y a las sintéticas en conjunto, en contraposición a fibras naturales. (Gonzales, 2013)

2.6.1.2.2. Fibra de vidrio

“La fibra de vidrio, tal como lo indica su nombre, es un material que consiste en numerosos y extremadamente finas fibras de vidrio.” (Tecnología de los Plásticos, 2011).

Los fabricantes de vidrio, a lo largo de la historia, han experimentado con fibras de vidrio, pero la fabricación en masa de fibra de vidrio, sólo fue posible con la invención de maquinaria de herramientas más finas. En 1893, Edward Drummond Libbey exhibió un vestido en la Exposición Mundial Colombina (Feria Mundial de Chicago) con la incorporación de fibras de vidrio con el diámetro y la textura de las fibras de seda. Este fue usado por primera vez por la actriz de teatro popular de la época Georgia Cayvan.

La fibra de vidrio también puede ocurrir naturalmente, como el pelo de Pele (es un término geológico de hilos o fibras de vidrio volcánico que se forman cuando pequeñas partículas de material fundido son lanzados al aire en erupciones volcánicas). (Tecnología de los Plásticos, 2011).

Según (Tecnología de los Plásticos, 2011). La lana de vidrio, lo que se conoce comúnmente hoy como "fibra de vidrio", sin embargo, fue inventado en 1938 por Russell Games Slayter de Owens-Corning como un material para ser utilizado como aislante. Se comercializa

bajo el nombre comercial de Fiberglass, que se ha convertido en una marca registrada generalizada.

La fibra de vidrio se utiliza comúnmente como material aislante. También se utiliza como agente de refuerzo para muchos productos poliméricos, para formar un material compuesto muy fuerte y ligero denominado plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV). La fibra de vidrio tiene propiedades comparables a los de otras fibras como las fibras de polímeros y de carbono. Aunque no es tan fuerte o tan rígida como la fibra de carbono, es mucho más barata y mucho menos frágil. (Tecnología de los Plásticos, 2011).

2.6.1.2.2.1. Estructura química

La base de la fibra vidrio grado textil es la sílice (SiO_2). En su forma más pura que existe como un polímero, (SiO_2). No tiene verdadero punto de fusión, pero se ablanda hasta los 2000°C , en donde empieza a degradarse. A 1713°C , la mayoría de las moléculas pueden moverse libremente. (Mariano, 2011).

Figura 12.
Estructura de la fibra.

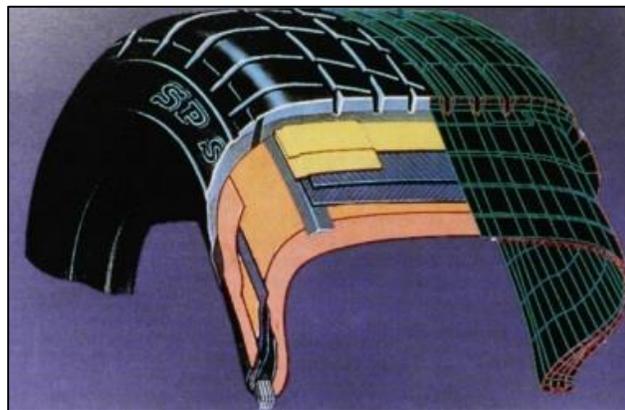


Nota. Tomado de (Castro, Castro Composites, 2019)

2.6.1.2.3. Fibra de carbono

La fibra de carbono es otro de los materiales compuestos, la cual está conformada de 10 a 50 micras de átomos de carbono, estas se encuentran entrelazadas entre ella a través de cristales. Debido a que se encuentran muy unidas y alineadas entre si tiene como efecto una fibra de alta resistencia tomando como referencia su tamaño. Es por que este tipo de material es muy flexible, resistentes, muy livianos. Para (Alegre Gaco, 2017) debido al desarrollo de fibras de carbono, se empezó a comercializarse en productos como chalecos antibalas, cuerdas de pescar, aros de bicicleta, neumáticos de autos, guantes de protección. En la actualidad la fibra de carbono se encuentra en gran crecimiento, siendo la industria aeronáutica y automotriz las más demandadas. Un claro ejemplo del uso de la fibra de carbono en el ámbito automovilístico se ve reflejado en neumáticos los cuales son reforzados por láminas de fibra de carbono, así como en la carrocería de los vehículos como guardabarros, y recubrimientos del habitáculo del vehículo. (Alegre Gaco, 2017)

Figura 13.
Fibra de carbono.



Nota. Tomado de (Alegre Gaco, 2017)

2.6.1.2.4. Kevlar

En la actualidad el Kevlar es una de las mejores opciones al realizar trabajos con materiales compuestos ya que es una fibra de alta resistencia y bajo peso, este es un material de refuerzo con grandes condiciones en aplicaciones de aislamiento térmico y eléctrico. Cuenta con altas propiedades mecánicas ya que las moléculas de estas fibras se agrupan en bloques, es por eso que es posible obtener materiales con mayor resistencia a la tensión, pero a diferencia de las fibras de carbono y las fibras de vidrio el kevlar el menos frágil y por ende es mucho más fácil realizar compuestos laminados. (Baquero Ramirez, 2008)

Debido a sus propiedades, el kevlar permite generar piezas de bajo peso, pero con una buena resistencia al impacto, pero si tiene un pequeño defecto ya que no cuenta con una buena compatibilidad con resinas de poliéster, pero son muy compatibles con resinas epóxi. Hoy en día existen tres tipos de Kevlar:

- Kevlar: Este se utiliza como refuerzo en llantas y otros elementos aleados al caucho.(Baquero Ramirez, 2008)
- Kevlar 2 9: Este tipo es de alta tenacidad y se emplea en la elaboración de cables y elementos para protección como chaleco antibalas y blindajes.(Baquero Ramirez, 2008)
- Kevlar 29: Este tipo de fibra se destaca por tener una mayor resistencia a la tensión, empleada como refuerzo estructural en barcos, autos, y bicicletas.(Baquero Ramirez, 2008)

Figura 14.
Uso del kevlar en chalecos de seguridad.



Nota. Tomado de (Martinez, 2011)

2.7. Métodos de unión en el campo automotriz

Quando hablamos del montaje de la carrocería de un vehículo se tiene como referencia sistemas de unión que permite montar y desmontar de formas sencilla cada componente de la carrocería del vehículo, entonces se puede decir que existen tres grupos de métodos de unión.(Arroyo, 2014)

Uniones amovibles: Se pueden retirar las piezas de su ubicación las veces que sean necesarias.(Arroyo, 2014)

Uniones articuladas: Este tipo de uniones dejan cierta libertad de movimiento entre las piezas acopladas. (Arroyo, 2014)

Uniones Fijas: estas no permiten la separación de los elementos unidos para retirarlos posteriormente.(Arroyo, 2014)

Tabla 1.
Tipo de uniones.

TIPOS DE UNIONES	
Amovibles	Tornillos
	Grapas
Articuladas	Pasadores
Fijas	Remaches
	Plegadas o engatilladas
Soldadas	Pegadas

Nota. Tomado de (Arroyo, 2014)

2.7.1. Unión mediante tornillos

Son utilizados para sujeción de piezas que pueden ser sometidas a una posible reparación con el fin que faciliten el montaje y desmontaje con frecuencia, se puede decir que el montaje y desmontaje es mucho más sencillo y existen varios sistemas de atornillado. (Arroyo, 2014)

2.7.2. Perno tuerca

Consiste en la utilización de un tornillo normal y una turca hexagonal, se utilizan arandelas de seguridad o tuercas que se auto roscan en el tornillo evitando que se muevan. (Arroyo, 2014)

Figura 15.
Perno tuerca.



Nota. Tomado de (Alejandra, s. f.)

2.7.3. Tornillo grapa

En este tipo de tornillo, no hay necesidad de roscarlas ya que las grapas trabajan como una tuerca elástica, pueden ser simples o dobles. Las grapas dobles se aseguran en una de las planchas para posterior sujetar al tornillo, son de paso estrecho y unen a las dos planchas, tapizados y dos carrocerías de plástico que no vayan a sufrir grandes esfuerzos. (Arroyo, 2014)

Figura 16.
Tornillo grapa.



Nota. Tomado de (Alejandra, s. f.)

2.7.4. Unión mediante grapas

Hay una gran variedad de grapas de sujeción, todos estos sirven para fijar elementos de tapicería o para la sujeción de molduras y piezas exteriores como guardabarros, cejillas de la puerta, etc. Se colocan a presión sobre orificios trabajados en la carrocería del vehículo, se deben utilizar grapas adecuadas de acuerdo para evitar daños cuando se tenga que desmontar algún accesorio. (Arroyo, 2014)

Tabla 2.

Uniones mediante grapas.

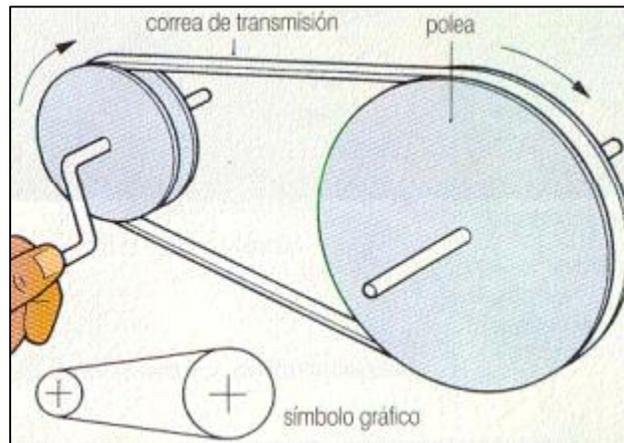
Guardabarros				
Guarnecidos del maletero				
Instalación eléctrica				
Guarnecidos de puerta				
Insonorizante del capó				
Cejilla de la puerta				
Fijación de tornillos roca chapa				

Nota. Tomado de (Alejandra, s. f.)

2.7.5. Uniones articuladas por pasadores

Este es uno de los dispositivos de unión más comunes en los vehículos, por lo general se pueden observar en la fijación de puertas, constan de dos piezas unidas por un pasador central y permiten el movimiento de rotación de la puerta sobre la carrocería del vehículo. Un claro ejemplo de este tipo de pasadores podemos encontrarlos como guías en el interior del motor o en poleas. (Arroyo, 2014)

Figura 17.
Pasadores en poleas.



Nota. Tomado de (Luna, 2009)

2.7.6. Uniones remachadas

Este tipo de uniones consiste en juntar dos o más placas previamente taladradas, ya sean metálicas o de plástico, o mixtas mediante cilindros cuyos extremos terminen en dos cabezas o a su vez una ya se encuentra formada y la otra se la realiza mediante una operación de remachado, este tipo de uniones se utilizan en la fabricación de carrocerías para autobuses o automóviles, el uso de esta operación está limitada a la fabricación de carrocerías. Este tipo de unión suele usarse en la unión de distintos materiales como son los guardabarros de los vehículos. (Arroyo, 2014)

Figura 18.
Remaches a presión.

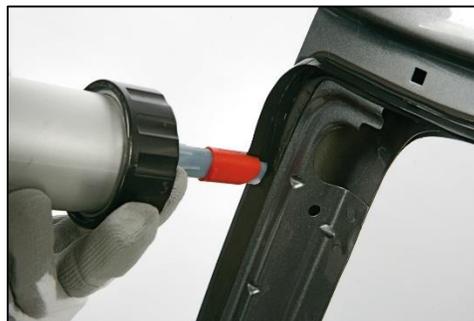


Nota. Tomado de (Luna, 2009)

2.7.7. Uniones pegadas

Este tipo de uniones se refiere a adhesivos, gomas o sustancias químicas, por lo general se observan en el campo automotriz ya que se emplean en uniones de la carrocería interna del vehículo, hay que recalcar que el pegado de las diferentes piezas debe estar seguidas por las instrucciones del adhesivo para que no exista ninguna falla. Se caracteriza por no deformar ninguna superficie a unir, ni las debilita ni deforma como en las soldaduras. Hay que mencionar que en este apartado también entran las resinas epoxi o polímeros. (Arroyo, 2014)

Figura 19.
Unión mediante adhesivo químico.



Nota. Tomado de (Ruta 401, s. f.)

2.8. Resinas

Es una sustancia tipo pastosa o sólida que se obtiene de manera natural a partir de una segregación orgánica de ciertas plantas tipo coníferas, que, gracias a sus propiedades químicas, pueden ser utilizadas para la elaboración de perfumes, adhesivos, barnices y aditivos alimenticios, entre otros productos para el uso ya sea industrial o doméstico. (Yamagata, 2016)

Figura 20.

Resina para fibra de vidrio.



Nota. Tomado de (Ripley, 2011)

Las resinas también pueden ser de origen sintético que toman como base las naturales, que al agregar sustancias químicas mejoran sus propiedades como: alta resistencia al calor, excelentes propiedades de adhesión, buena resistencia eléctrica, excelente resistencia química., dando lugar a resinas naturales y resinas sintéticas. (Yamagata, 2016).

2.8.1. Clasificación de las resinas.

Según (Yamagata, 2016) La resina es una de las más empleadas en la industria, además está presente en diversas aplicaciones de materiales compuestos, por lo que en nuestro tema de titulación se enfocará en ella, a continuación, su clasificación:

2.8.1.1. Resinas de poliéster

Su principal ventaja es la fácil impregnación que presenta con los materiales reforzados con fibra de vidrio y las bajas tensiones que se produce durante el endurecimiento de la resina.

(Motorex, 2019).

Figura 21.

Resina poliéster.



Nota. Tomado de (Motorex, 2019)

2.8.1.2. Resina epoxi

Las resinas epoxi se usan tanto en la construcción de moldes como de piezas maestras, laminados, extrusiones y otras ayudas a la producción industrial. Los resultados son más baratos, resistentes y rápidos de producir que los hechos de madera, metal, etc.

Figura 22.

Resina epoxi.



Nota. Tomado de (Construmática, 2019)

2.8.1.3. Resinas fenólicas

Resina sintética termoestable, caracterizada por su resistencia al calor y al agua. Está formada por la condensación del fenol y el formaldehído, de gran resistencia al envejecimiento.

(Construmática, 2019)

Figura 23.

Resinas fenólicas.



Nota. Tomado de (Construmática, 2019)

2.9. Pintura y Acabado

La pintura cumple con la función de protección y decoración estética de piezas y estructuras. Crea un espacio entre la superficie y el medio ambiente con la finalidad de alargar la vida útil de dicho componente, además con la pintura se consiguen buenas texturas en las piezas que hacen de un objeto agradable a simple vista. (Chicaiza Demera, 2015)

2.9.1. Pintura de fondo

Esta es una de las pinturas que se aplican luego de realizar el proceso de lijado en alguna estructura o pieza, es la encargada de proporcionar aislamiento ante los efectos del ambiente, cubre de imperfecciones y aísla ruidos y vibraciones. (Belén & Jonathan, 2020)

2.9.2. Acabado en pinturas

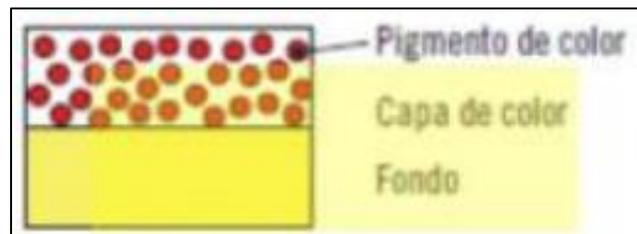
Las pinturas de acabado se aplican a las pinturas de fondo ya que permiten dar un nuevo color y mejorar el brillo de las estructuras pintadas. (Belén & Jonathan, 2020)

Se pueden clasificar en:

Monocapa: Se aplica una capa de pintura sobre la capa de fondo de la superficie, proporcionándolo así color, brillo y protección. (Belén & Jonathan, 2020)

Figura 24.

Pintura monocapa.

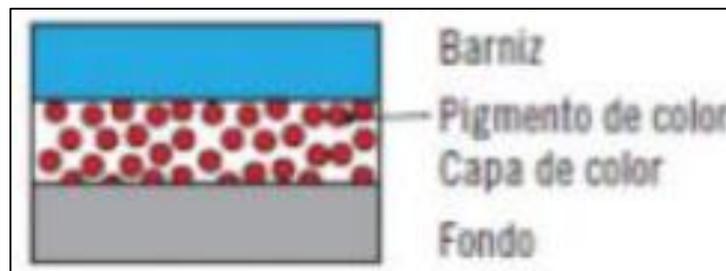


Nota. Tomado de (Belén & Jonathan, 2020)

Bicapa: Se aplican dos capas de pintura en la cual, la primera capa es de color sólido y la segunda capa es la que da dureza y brillo a la pintura final en la pieza. (Belén & Jonathan, 2020)

Figura 25.

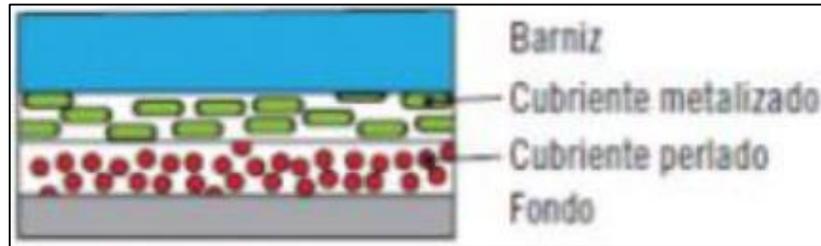
Pintura bicapa.



Nota. Tomado de (Belén & Jonathan, 2020)

Tricapa: Se aplican tres capas de pintura, la primera capa está compuesta de un fondo de color, la segunda capa está compuesta de partículas metálicas que dan un aspecto de brillo y la tercera es la que rinda protección contra el ambiente. (Belén & Jonathan, 2020)

Figura 26.
Pintura tricapa.



Nota. Tomado de (Belén & Jonathan, 2020)

Capítulo III

3. Desarrollo

3.1. Diseño cad del carenado

El diseño del carenado se realizó con la ayuda de un programa de diseño **CAD**, en base al diseño del chasis del prototipo de moto 3, que también fue realizado en el mismo programa de diseño.

Para el diseño de los carenados de la motocicleta se toma en cuenta un modelo de motocicleta existente por lo que se realiza el modelado de los elementos que conforman el carenado frontal lateral y trasero los demás elementos que conforman la motocicleta se diseñan los más simple posible eso ayuda en la simulación aerodinámica de los carenados de la moto también se evita áreas o regiones que afecten el cálculo del área de cada elemento que conforma la motocicleta en la figura se identifica los elementos principales para el estudio aerodinámico.

Figura 27.
Vista Lateral.



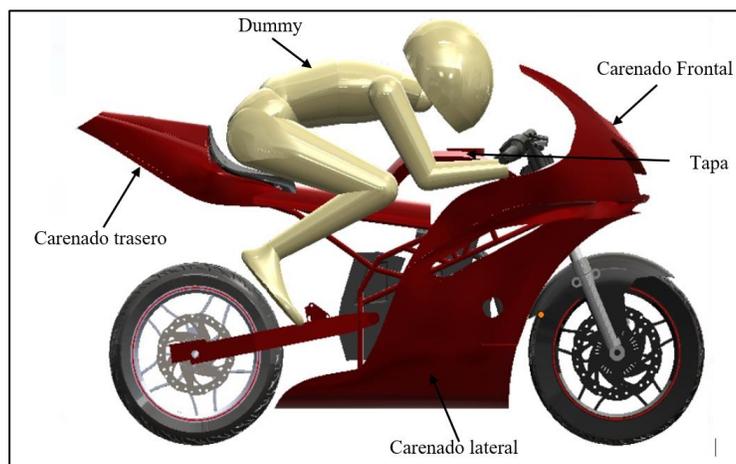
Nota. Se puede observar el colín, laterales, y quilla del carenado.

Figura 28.
Vista frontal.



Nota. Se puede observar la cúpula de la moto. Hay que recalcar que este diseño se lo realizo en base a los reglamentos estipulados por la FIM moto3.

Figura 29.
Colocación del dummy, para realizar el estudio aerodinámico.



3.2. Selección del material

Para la selección del material se realizan las siguientes tablas de comparación.

Tabla 3.

Tabla de valores.

Cumplimiento	Valor	Importancia	Valor
Bueno	3	Alto	3
Regular	2	Media	2
Malo	1	Baja	1

Nota. se observan los valores de cumplimiento e importancia de cada material.

Tabla 4.

Importancia por cumplimiento.

Necesidades	Importancia	Cumplimiento			Resultados		
		Fibra de vidrio	Fibra de carbono	Kevlar	Fibra de vidrio	Fibra de carbono	Kevlar
Peso	3	2	3	3	6	9	9
Rigidez	3	3	2	2	9	6	6
Elasticidad	3	2	3	3	6	9	9
Resistencia a impactos y torsión	3	3	2	3	9	6	9
Compatibilidad con resinas poliéster	3	3	3	1	9	9	3
Proceso de reparación	2	3	1	1	6	2	2
Costo	3	3	1	1	9	3	3
TOTAL					54	44	41

Nota. De acuerdo a los resultados arrojados, donde se evaluaron las necesidades e importancia de cada material, se elige la fibra de vidrio para trabajar en el proceso de construcción del

carenado ya que las diferentes piezas van a estar sometidas a fuertes vibraciones, y posibles impactos contra el suelo, mismos que darán como resultado rupturas de estas piezas. Y de acuerdo a los parámetros evaluados la fibra de vidrio presenta un bajo costo del material, así como un bajo costo y mayor facilidad al proceso de reparación.

Figura 30.

Fibra de vidrio.



La resina poliéster se utiliza como matriz ya que su principal ventaja es la fácil impregnación que presenta con los materiales reforzados con fibra de vidrio y las bajas tensiones que se produce durante el endurecimiento de la resina. En este caso el molde de un carenado de una moto de competencia se utiliza como método enlace de unión del material compuesto.

Figura 31.
Materiales para la construcción del carenado.



3.3. Construcción

Para elaborar el carenado, se empieza a base de moldes de una moto de competencia que cuenta con las siguientes especificaciones.

Los bordes de todas las partes expuestas del revestimiento aerodinámico deberán estar redondeados. La cúpula de la moto debe contar con un ancho máximo de 60cm, el colín en su anchura máxima de presentar un máximo de 45 cm y no debe sobrepasar una línea vertical con la llanta posterior de la moto. Todo el carenado no debe extenderse más de 1,50cm más allá de una línea trazada verticalmente desde el centro del eje de la rueda delantera y una línea trazada verticalmente en el borde trasero del neumático trasero.

Hay que tomar en cuenta que la quilla debe estar construido para contener, en caso de avería del motor, al menos la mitad de la capacidad total de aceite y refrigerante del motor utilizada en el motor (mínimo 2,5 litros para Moto3).

Tomando como referencia todas estas especificaciones, se prepara una mezcla como base para poder retirar los nuevos moldes, esta mezcla se realiza con resina espesa, negro de hubo, una copa de cobalto y meg.

Figura 32.
Compuesto base para obtener la nueva pieza.



Una vez que el (yelcro) ha cumplido con el proceso de secado, se procede a mezclar sobre las piezas nuevas la fibra de vidrio con la resina poliéster y se deja secar por lo menos un día.

Figura 33.
Fibrado de piezas.



Al otro día, se procede a desmoldar las piezas nuevas con la ayuda de un desarmador plano y una lima plana. Una vez que se obtienen las piezas, se pasa al proceso de adaptación en el prototipo de moto 3. Si es necesario cortar, se utiliza una herramienta de corte para seguir entallando la moto.

Figura 34.
Molde y pieza nueva.



Para entallar las piezas en la moto se proceden a colocar platinas que van sujetas al chasis de la moto, por otro lado, se debe ir midiendo y si es necesario se debe cortar la pieza para entallar en la moto con la ayuda de una herramienta de corte. Para unir las piezas se realiza una base de fibra de vidrio con resina y cobalto, y para segar se utiliza una secadora eléctrica.

Figura 35.
Corte de platinas.



Figura 36.
Perforación y fijación del carenado.



Figura 37.
Mezcla rápida para unir piezas.



Figura 38.
Corte del carenado.



Figura 39.
Unión y secado de piezas.



Una vez que todo el carenado se encuentre sujeta a la moto, se procede con el proceso masillado para posterior lijarlo con la ayuda de un taco de lija. Se deben pasar con una lija de agua número 800 y 1800. Este proceso se lo realiza manualmente. Para finalizar el proceso de lijado se debe pasar una lija de agua de número 2000.

Figura 40.
Entallado del carenado completo.



Figura 41.
Proceso de lijado (lija #800).



Figura 42.
Proceso de masillado y lijado (lija #1800).



Nota. El proceso de masillado se lo realiza para igualar y eliminar las superficies con imperfecciones.

Figura 43.
Proceso de lijado eléctrico (lija #2000).



Para el proceso de pintado se debe pasar una capa de Fondo Premier Poliuretano a todas las piezas, ya que presenta alto poder de relleno, excelente lijabilidad, elevada adherencia y un secado rápido. Después con una lija número 2000 de agua de debe lijar el fondeado a cada pieza.

Figura 44.
Preparación del fondo.



Figura 45.
Lijado de colín (lija # 1200).



Finalmente se prepara la pintura, con la ayuda de una pintura roja, barniz y un poco de thinner. Se realizan un proceso de pintado bicapa con la ayuda de un compresor y una pistola aerográfica y para el proceso de secado se colocan todas las piezas al aire libre.

Figura 46.
Proporción de pintura final.



Figura 47.
Pintado de colín (bicapa).



Figura 48.
Proceso de secado al aire libre.



3.4. Implementación

Una vez que se haya terminado el proceso de secado se procede a fijar el carenado en el prototipo de moto 3, para empezar, se coloca la cúpula y se fijan con pernos y tonillos con diseño, después se ubica los laterales y la quilla de igual manera se fijan con torillos, por último, se coloca el colín y se ubica adecuadamente el cojín y espaldar del piloto.

Figura 49.

Colocación del colín, cúpula y tanque.



Figura 50.

Carenado completo.



3.5. Análisis de resultados

Para establecer el coeficiente de arrastre sobre el cuerpo en un fluido en movimiento se tienen en cuenta las variables que rigen la siguiente ecuación.

$$F_d = C_d * A_f * \frac{\rho * v^2}{2}$$

Donde:

C_d = es el coeficiente de arrastre

A_f = es el área proyectada en la dirección de la corriente

ρ = es la densidad del aire a 25 °C

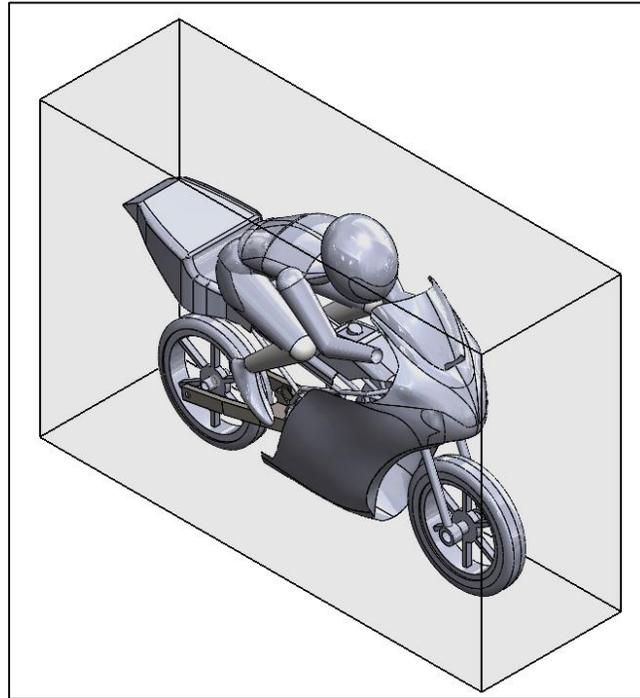
despejando se obtiene:

$$C_d = \frac{2 * F_D}{\rho * v^2 * A_f}$$

Para determinar el comportamiento de los carenados tomaremos la velocidad de la motocicleta y realizaremos la simulación aerodinámica mediante Flow simulation del programa de diseño **CAD**.

Para realizar la simulación es necesario activar el completo de simulación para crear un nuevo proyecto donde ingresaremos parámetros de densidad, velocidad y presión a 1 atm que es igual a 101325 Pa, ver anexo. Seguidamente se comprueba la geometría para que el programa calcule internamente el área en la dirección del flujo de aire, terminado este análisis se encierra en una caja la motocicleta y está lista para definir parámetros como mallado y resultados que se desea obtener de la simulación.

Figura 51.
Preparación para la simulación.



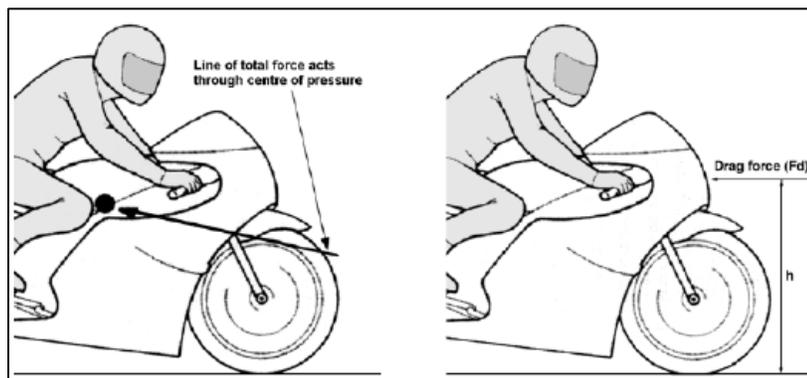
3.5.1. Aerodinámica de la moto

La aerodinámica es un aspecto fundamental de una motocicleta, intervienen tanto el tamaño y la forma de la moto, como el piloto, así como diferentes elementos que permitan ayudar a mejorar el rendimiento aerodinámico. Como se explicó anteriormente, a partir de la fuerza que un fluido ejerce sobre un objeto rodeado por este fluido, se obtienen tres coeficientes aerodinámicos (Ezcurra, 2017)

- Coeficiente de drag (Arrastre)

El drag o arrastre es la fuerza que se opone al movimiento de la moto a través del aire, esta fuerza se genera por una diferencia de presiones entre la parte frontal y trasera de la moto, está relacionada con la viscosidad del aire, ya que si el aire no tuviese viscosidad, la fuerza de arrastre sería igual a cero (Ezcurra, 2017).

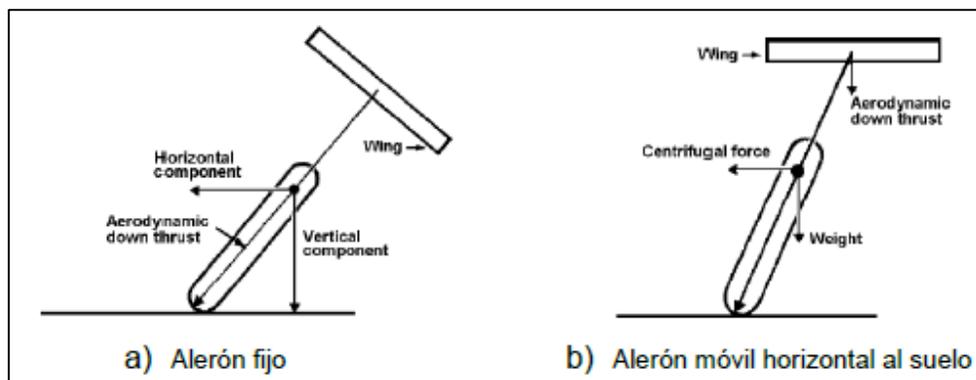
Figura 52.
Centro de presión en una moto.



- Coeficiente de lift (Sustentación)

Es la componente vertical de la fuerza que genera el aire, dependiendo de su dirección se denomina lift (sustentación) o down-force. Las motocicletas generan sustentación, este efecto provoca una reducción de la carga en las ruedas, por lo tanto se reduce el grip con el asfalto (Ezcurra, 2017).

Figura 53.
Efectos producidos por dos configuraciones de alerones.

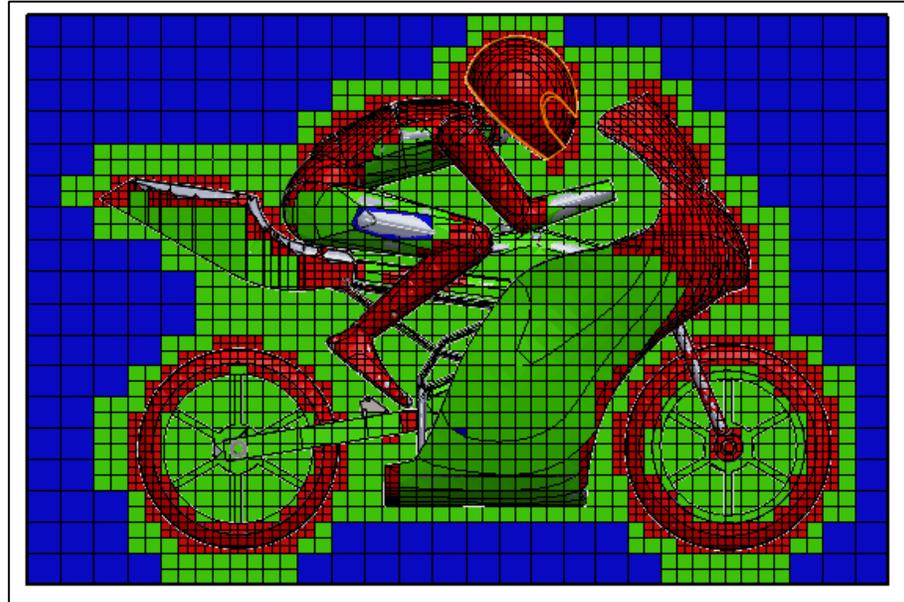


Nota. Tomado de (Ezcurra, 2017)

Es importante una vez realizado este paso crear la malla para definir el tamaño que va tener la misma además para este proceso se realiza en un plano lateral para tomar la sección de la motocicleta como se muestra en la siguiente figura.

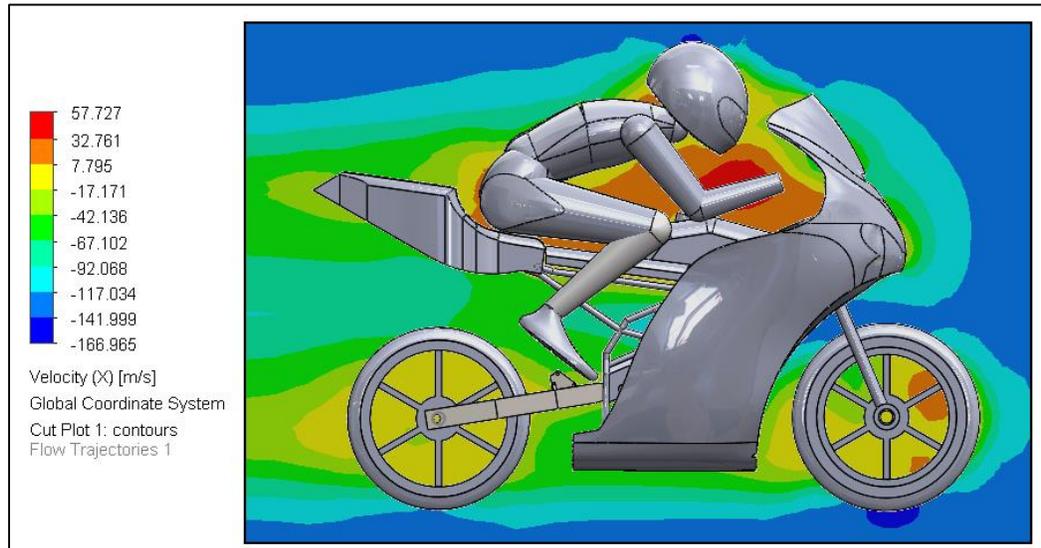
Figura 54.

Mallado y refinamiento del área de contacto de la motocicleta.



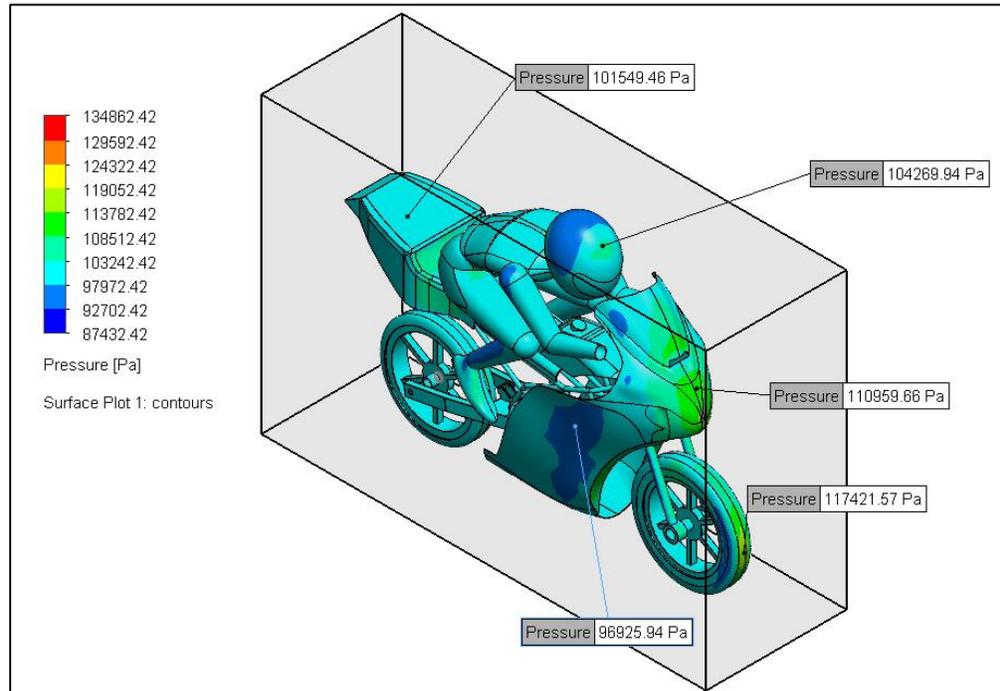
Nota. Se observa una variedad de colores lo que significa que las diferentes velocidades del aire en la superficie del carenado y demás componentes expuestos de la motocicleta. La distribución de colores representa el valor máximo de la velocidad de 57,73 m/s Teniendo una disminución hasta los 32 m/s que son los de color rojo y se generan en el espacio entre el piloto y el protector frontal del Carenado.

Figura 55.
Mallado y refinamiento del área de contacto de la motocicleta.



Nota. En el área donde se encuentran los puntos de estancamiento y la presión no se mantiene alta favoreciendo el aumento de las cargas aerodinámicas se puede evidenciar de color rojo, con estos datos es recomendable disminuir estos puntos de estancamiento con el fin de reducir las fuerzas aerodinámicas.

Figura 56.
Puntos de presión máxima sobre elementos de la motocicleta.



Después de realizado el análisis se comprueba los resultados del carenado en la motocicleta y de obtienen los siguientes valores en la ecuación que se indica.

$$C_d = \frac{2 * F_D}{\rho * v^2 * A_f}$$

$A_f = 0.53\text{m}^2$ area determinada por el programa

$F_D = 3055\text{N}$ fuerza determianda por el programa

Con estos datos se determina que el coeficiente de arrastre de la moto es de:

$$C_d = \frac{2 * 3055 \text{ N}}{1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left(130 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 * 0.53\text{m}^2}$$

$$C_d = 0.58$$

El coeficiente de arrastre es bajo y se demuestra que mientras más descubierta es una motocicleta la fuerza de arrastre producida por el viento es mayor además estos valores aumenta debido a la presencia del piloto ya que aumenta una cantidad de área que es bastante significativa y aumenta la fuerza de resistencia del viento se esperaba datos cercanos a 0,75 de la Yamaha venture con piloto sentado o de Honda V65 que es de 0,61 comparado con otras motos, ver anexo.

3.6. Presupuesto

Tabla 5.
Costo de la monografía.

Descripción	Cant.	P / u	Valor Total
Materiales & Construcción			
Discos de corte	3	2,00	6,00
Brocas	3	0,50	1,50
Tornillo cola de pato	20	0.05	1,00
Resina Poliéster	1(funda)	10,00	10,00
Fibra de vidrio	1(funda)	30,00	60,00
Cobalto	1 frasco	4,00	4,00
Thinner	1 litro	2,00	2,00
Meg	1 frasco	3,00	3,00
Pintura roja	1 frasco	8,00	8,00
Alquiler de Moldes	5 moldes	0.50	2,50
Fondo Premier Poliuretano	1 frasco	8,00	8,00
Subtotal			\$106,00
Materiales & Implementación			
Parabrisas	1	45,00	45,00
Pernos hexagonales y tuercas	20	0,50	10,00
Plástico (rollo)	2	3.50	7,00
Stickers	1(metro)	40	40,00
Subtotal			\$102,00
VALOR TOTAL			\$208,00

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Debido al bajo costo y a su fácil manipulación, se seleccionó la fibra de vidrio ya que es uno de los materiales más accesibles para realizar el carenado del prototipo de moto3, la cual se va someter a altas velocidades, el mismo que en este tipo de actividades debe permitir que la moto permanezca pegada al piso.

Se diseñó un prototipo de carenado que permitió la construcción del mismo en base a normativas a nivel de la FIM, con un proceso accesible tanto económica como tecnológicas.

El análisis aerodinámico del carenado de la motocicleta permitió una refrigeración adecuado del motor, además de una baja resistencia aerodinámica con un diseño estético y original.

El coeficiente de resistencia se obtuvo como resultado en la simulación un valor promedio de 0.51 lo que representa una resistencia mínima en el carenado aerodinámico de esta manera se garantiza que la moto tenga mejor desplazamiento.

Para tener un buen resultado en el estudio aerodinámico del carenado tanto en el diseño como en la construcción se debe reducir el tanque de combustible ya que en el análisis realizado se observa que hay unos puntos de estancamiento o turbulencia en la zona alta del tanque de combustible.

El enfoque al diseñar el carenado en un programa de diseño **CAD**, permitió obtener conductos de aire que se implementaron en el carenado para que la resistencia al avance sea mucho menor y así mejorar el desplazamiento del prototipo de moto 3 a altas velocidades.

La presencia del prototipo de moto3 es importante ya que permite el entallar el carenado en la moto de manera correcta con la finalidad de obtener piezas a la medida, que además permiten un movimiento libre tanto del volante, así como el movimiento del cambio de marchas y la activación del freno posterior por parte del piloto.

4.2. Recomendaciones

Al diseñar un carenado, siempre tomar en cuenta las normativas estipuladas por una organización que regulen el proceso o el resultado final del objeto.

Elegir el material de construcción adecuado el cual permita tener un resultado considerable tomando en cuenta el factor costo beneficio.

Evitar el proceso de pintura en un ambiente cerrado donde las mismas partículas ocasionadas por el lijado puedan impregnarse en la pintura de las piezas.

Realizar o utilizar matrices para que las piezas sean simétricas para que tengan una buena apariencia al momento de verlas ubicadas en la moto.

Bibliografía

- Alban, A. (2013). *Análisis y simulación aerodinámica de una motocicleta de carretera tipo Custom 125 cc. mediante dinámica de fluidos computacional (DFC) y propuesta de diseño de un carenado frontal*. 125.
- Alegre Gaco, G. (2017). *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller: ALEGRE GAGO, GIANFRANCO ASESOR: ING. CHRISTIAN ALBERTO ASMAT GARAYCOCHEA*.
- Alejandra. (s. f.). *Ecoperfilés | Madera plástica, Piso de plástico, Piso de madera*. Recuperado 15 de agosto de 2021, de <https://www.pinterest.com.mx/pin/17662623518031129/>
- Ariaz Paz, A. (2005). *Mecánica de motocicletas - Arias Paz ES.pdf* (p. 987).
- Arroyo, S. F. Á. (2014). *Estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus para garantizar la calidad del producto en la empresa carrocerías VARMA S:A. 259+POPIOUI 8YUYRT5EQWD*.
- Baquero Ramirez, J. F. (2008). *Universidad de los Andes Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica Proyecto de Grado Diseño y Fabricación de Bolsa de Vacío en Autoclave Para el Curado de Compuestos De Kevlar Autor : Juan Felipe Baquero Ramírez Profesor Asesor : Alejandro*. 64.
- Belén, C. C. M., & Jonathan, A. T. G. (2020). *Escuela Politécnica Nacional*.
- Chicaiza Demera, J. P. (2015). *Unidad De Estudios a Distancia Carrera Ingeniería Industrial*.
- Dávila, J. L., Galeas, S., Guerrero, V. H., Pontón, P., Rosas, N. M., Sotomayor, V., & Valdivieso, C. (2011). Nuevos materiales: aplicaciones estructurales e industriales. En *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

- Espinoza, G. E., & Hidalgo, J. A. (2016). *Caracterización de materiales compuestos para la aplicación en la carrocería del vehículo monoplace tipo Formula SAE*. 184.
- Ezcurra, S. A. (2017). *Estudio aerodinámico de una motocicleta de competición Grado en Ingeniería Mecánica*.
- FIM moto. (2021). *RÈGLEMENTS DU CHAMPIONNAT DU MONDE FIM DES GRANDS PRIX FIM WORLD CHAMPIONSHIP GRAND PRIX REGULATIONS*.
- Holgado Hernandez, J. (2015). *Proyecto Industrial, viabilidad económica y comercialización de una motocicleta de competición*.
- López Abarca, F. V. (2018). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. DISEÑO, CÁLCULO Y FABRICACIÓN DE UN CARENADO DE MOTOCICLETA CON FIBRAS BIODEGRADABLES PROCEDENTES*, 60.
- Lopez Carpes, J. A. (2016). *Diseño y fabricación de un chasis de una motocicleta de competición usando analogía de plasticidad*. 184.
- Luna, V. C. (2009). Tipos de uniones. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 13.
- Martinez, M. (2011). *Exposicion cmc kevlar*. Recuperado 27 de agosto de 2021 de, <https://es.slideshare.net/filosofia101a/exposicion-cmc-kevlar>
- Robinson David, & Caron Joseph. (2017). *La Moto3 de Jack Miller al desnudo*. Recuperado 27 de julio de 2021 de, <https://www.redbull.com/mx-es/moto3-piloto-jack-miller-ktm-al-desnudo>
- Ruta 401. (s. f.). *3 maneras de realizar un pegado perfecto sobre la chapa*. Recuperado 27 de agosto de 2021, de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/3-maneras-de-realizar-un->

pegado-de-chapa-perfecto

Tobajas Alonso, R. (2019). *Desarrollo de modelos de fatiga para materiales elásticos*.

Aplicación a componentes de automoción. / Rafael Tobajas Alonso. 66.

Versteeg Zabala, U., & Villanueva Roldán, P. M. (2011). *ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN Titulación : INGENIERO INDUSTRIAL MEMORIA Javier Gorraiz Iturgaiz. 16-17.*

William, D., & Callister, J. (s. f.). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Reverté,.

Recuperado 4 de agosto de 2021, de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=38n7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=ciencia+e+ingeniería+de+los+materiales+Askeland+&ots=sZn04y->

[RUH&sig=PUqrqdRCmTOWphiVztbl4YcyCUk#v=onepage&q=ciencia e ingeniería de los materiales Askeland&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=38n7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=ciencia+e+ingeniería+de+los+materiales+Askeland+&ots=sZn04y-RUH&sig=PUqrqdRCmTOWphiVztbl4YcyCUk#v=onepage&q=ciencia+e+ingeniería+de+los+materiales+Askeland&f=false)

Anexos