



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tema

“Evaluación técnico económica para la producción en fibra de carbono de un cubre manos para motocicletas de tipo cross mediante el proceso de laminado y empaçado al vacío”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

Autores

**Jefferson Darío Cumbicos Sarango
Diego Leonardo Vázquez León**

Director

Ing. Roberto Ismael Sacoto Molina

Cuenca – Ecuador

2020

Dedicatoria y agradecimiento de Jefferson Darío Cumbicos Sarango.

Dedicatoria.

El presente proyecto se lo dedico a Dios, por ser mi guía y permitirme alcanzar esta anhelada meta.

A mi familia, principalmente a mis padres, Braulio y Melida, por darme su apoyo incondicional, por el amor y las enseñanzas que me han brindado, y que con su ejemplo y esfuerzo han ayudado que pueda alcanzar este sueño.

Agradecimiento.

Agradezco a la Universidad del Azuay y sus docentes, por la formación académica, profesional y personal que impartieron en mí, así también, de forma especial a quienes me acompañaron en el desarrollo del presente proyecto.

A Diego, mi amigo y compañero en este trabajo de grado, juntos hemos superado las dificultades presentadas durante el presente proyecto. A familiares y amigos que estuvieron brindándome sus consejos y apoyo durante este proceso de formación.

Dedicatoria y agradecimiento de Diego Leonardo Vázquez León

Dedicatoria.

El presente trabajo lo dedico a mis Padres, que con su ejemplo me forjaron con valores, ética, moral, ganas de superación personal y profesional para ser el ser humano que soy actualmente.

También se lo dedico a mi esposa por su motivación y apoyo constante e incondicional en todo este tiempo, por su amor y contagiosas ganas de ser mejor cada día.

Agradecimiento.

Agradezco a Dios por haber sido un faro guía en todo este caminar, dándome fortaleza, convicción y constancia.

A mi familia que siempre está ahí con palabras de aliento, ánimo y especialmente brindándome amor que hacen más fácil el día a día.

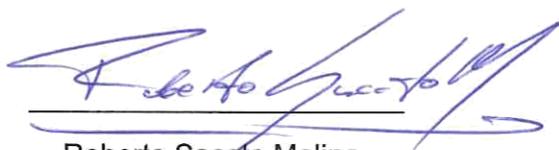
A todas las personas que han estado a mi lado de una u otra manera apoyándome en todo el transcurso de aprendizaje en especial a mi compañero y amigo de tesis.

Evaluación técnico económica para la producción en fibra de carbono de un cubre manos para motocicletas de tipo cross mediante el proceso de laminado y empacado al vacío.

RESUMEN.

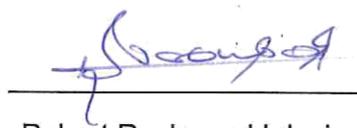
El presente estudio tiene como objetivo determinar la factibilidad técnico económica para la producción de un cubre manos en fibra de carbono para motocicletas de tipo cross, y para ello mediante investigación de mercado se identifica las necesidades y características que los consumidores desean en el accesorio. Se diseña un producto que esté acorde a los requerimientos del mercado y poder validar su funcionalidad mediante un análisis aerodinámico en el software Ansys Fluent 16.2, posteriormente se elabora un molde a partir de una impresión 3D en PLA, para fabricar un prototipo de cubre manos en fibra de carbono mediante el proceso de laminado y empacado al vacío; finalmente se elabora un flujo de caja en el cual se determina factores como: punto de equilibrio, VAN, TMAR, TIR, TRI. Estos factores influyen en la decisión de factibilidad en la producción del accesorio.

Palabras clave: fibra de carbono, comercialización, aerodinámico, matriz polimérica.



Roberto Sacoto Molina

Director del trabajo de titulación



Robert Rockwood Iglesias

Coordinador de escuela



Jefferson Cumbicos Sarango

Autor



Diego Vázquez León

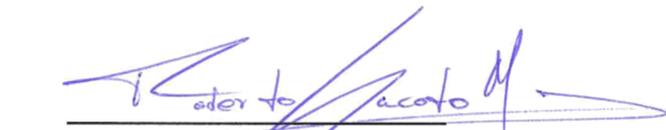
Autor

Technical-economic evaluation for the production of a hand guard in carbon fiber for cross-type motorcycles through the processes of lamination and vacuum packing.

ABSTRACT

This study aims to determine the technical-economic feasibility for the production of a carbon fiber hand guard for cross-type motorcycles. The needs and characteristics that consumers want in the accessory were identified through market research. A product was designed according to market requirements in order to validate its functionality through an aerodynamic analysis in the Ansys Fluent 16.2 software. Subsequently, a mold was made from a 3D printing in PLA to manufacture a prototype of carbon fiber hand guards through the processes of lamination and vacuum packing. Finally, a cash flow was prepared in which factors such as: equilibrium point, NPV, AARR, IRR and IRT were determined. These factors influence the decision of the feasibility of production of this accessory.

Keywords: carbon fiber, commercialization, aerodynamic, polymeric matrix.



Roberto Sacoto Molina

Thesis Director



Robert Rockwood Iglesias

Faculty Coordinator



Jefferson Cumbicos Sarango

Author



Diego Vázquez León

Author

Evaluación técnico económica para la producción en fibra de carbono de un cubre manos para motocicletas de tipo cross mediante el proceso de laminado y empacado al vacío.

Jefferson Cumbicos, Diego Vázquez

jcumbicos@es.uazuay.edu.ec, dvzgz@es.uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz

Resumen—El presente estudio tiene como objetivo determinar la factibilidad técnico económica para la producción de un cubre manos en fibra de carbono para motocicletas de tipo cross, y para ello mediante investigación de mercado se identifica las necesidades y características que los consumidores desean en el accesorio. Se diseña un producto que esté acorde a los requerimientos del mercado y poder validar su funcionalidad mediante un análisis aerodinámico en el software Ansys Fluent 16.2, posteriormente se elabora un molde a partir de una impresión 3D en PLA, para fabricar un prototipo de cubre manos en fibra de carbono mediante el proceso de laminado y empacado al vacío; finalmente se elabora un flujo de caja en el cual se determina factores como: punto de equilibrio, VAN, TMAR, TIR, TRI. Estos factores influyen en la decisión de factibilidad en la producción del accesorio.

Palabras clave: fibra de carbono, comercialización, aerodinámico, matriz polimérica.

Abstract—This study aims to determine the technical-economic feasibility for the production of a carbon fiber hand guard for cross-type motorcycles. The needs and characteristics that consumers want in the accessory were identified through market research. A product was designed according to market requirements in order to validate its functionality through an aerodynamic analysis in the Ansys Fluent 16.2 software. Subsequently, a mold was made from a 3d printing in PLA to manufacture a prototype of carbon fiber hand guards through the processes of lamination and vacuum packing. Finally, a cash flow was prepared in which factors influence the decision of the feasibility of production of this accessory.

Keywords: Carbon fiber, commercialization, aerodynamic, polymeric matrix

I. INTRODUCCIÓN

Se define la locomoción como la capacidad perteneciente al reino animal y humano, para trasladarse de un lugar a otro, esto implica que se realiza uno o varios movimientos, se ha logrado fusionar el aparato locomotor del ser humano y animales con la mecánica, siendo esta la razón por la cual contamos hoy en día con diversos tipos de vehículos como automóviles, motocicletas, aviones, etc [1].

De los medios de transporte utilizados actualmente, el uso de motocicletas se ha incrementado a nivel local y mundial, debido a su fácil movilidad en espacios reducidos, su fiabilidad y sus bajos costos de adquisición [2].

En la figura 1 se muestra el reporte de ventas de motocicletas emitido por la “Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE”, hasta el mes de septiembre en el periodo comprendido de 2014 a 2019, donde la demanda de estos vehículos ha aumentado desde el año 2016 en 5776 unidades, indicando ser un mercado creciente.



Fig. 1. Ventas de motocicletas en el Ecuador [3].

Existen una gran variedad de motocicletas como: deportivas, naked, urbanas, enduro, cross, etc. Las motocicletas de Cross son utilizadas principalmente en circuitos, poseen una suspensión con un recorrido superior a otros tipos de motocicletas [4], para referencia la figura 2, se muestra una motocicleta de cross de la marca Kawasaki.



Fig. 2. Kawasaki KX450 [5].

En el mercado existen distintos tipos de accesorios para motocicletas, con diferente función como puede ser; protección para el vehículo: el protector de cartér, protector de disco de freno, protector de barras, protector de radiador, entre otros, y para protección del conductor: collarín hanz, protector de cadena, protector de talón, cubre manos, etc.

El cubre manos es un accesorio importante en el área motorizada puesto que ayuda a disipar el viento que se dirige a las manos del conductor, evitando el impacto de este fluido a alta velocidad en las manos del motociclista, lo cual provoca entumecimiento y por ende, la pérdida de motricidad de las manos. Estos accesorios son fabricados en materiales como plástico, fibra de carbono o fibra de vidrio. Para la presente propuesta, se seleccionó la fibra de carbono, la cual es un material compuesto, ya que si no es combinada con una matriz de resina no se puede aprovechar sus propiedades.

Como se citó en “Loza & Pila” [6], “Un material compuesto es la combinación o formación de dos o más materiales para obtener como resultado otro material con diferentes propiedades y características que se diferencian en su forma y composición original, sin que existiera reacción química entre ellos”. En la Figura 3, se muestra como los materiales compuestos se han ido desarrollando en comparación con otros materiales como el metal, polímeros y cerámicos.

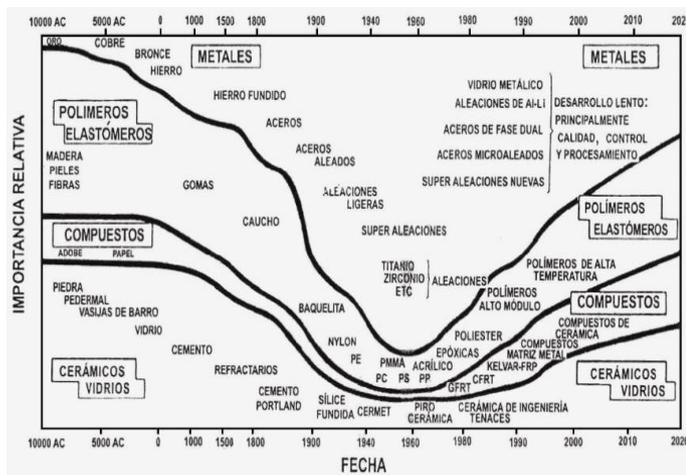


Fig. 3. Evolución de los materiales compuestos [2].

Los materiales compuestos se pueden convertir en el remplazo de materiales como el acero y el aluminio, la razón fundamental es por su gran resistencia y son muy livianos; en ocasiones se obtiene un mejor rendimiento y es por esto que los materiales compuestos se están posicionando más a nivel mundial [6].

En el estudio de “Loza & Pila” [6], se menciona también que “La gran variedad de tecnologías modernas necesitan de materiales con una combinación no habitual de propiedades por sus grandes requerimientos, imposible de conseguir con los metales, los cerámicos y los polímeros convencionales”.

La clasificación de los materiales compuestos se puede observar en la tabla 1, donde se destacará los reforzados por fibras ya que la fibra de carbono se encuentra dentro de este grupo de materiales.

Tabla 1. Clasificación de los materiales compuestos[2]

Categoría de compuesto	Definición	Diagrama	Ejemplo
Reforzados con fibras	Compuesto en el que un material se forma de la matriz externa y transfiere cualquier carga aplicada a las fibras		Compuesto Epóxico Kevlar
De partículas	Compuesto que contiene partículas gruesas para reforzar la matriz		Concreto
Laminares	Compuestos que se hace al alternar juntas con un adhesivo entre las capas de distintos materiales		Madera contrachapada
Híbridos	Compuestos hechos de otros materiales compuestos		Concreto reforzado con barras

Los materiales reforzados con fibra tienen una mejor relación resistencia peso, así también, una mayor resistencia a la fatiga y mayor módulo de elasticidad, al incorporar fibras resistentes, rígidas aunque frágiles, en una matriz más blanda y dúctil, la fuerza es transmitida por el material de la matriz hacia las fibras y son estas las que soportan la carga, también la matriz protege a las fibras de elementos como el oxígeno o la

humedad que pueden degradar las propiedades mecánicas de las fibras. La resistencia del compuesto puede resultar alta tanto a temperatura ambiente como a temperaturas elevadas [7].

El uso de materiales como la fibra de carbono para carrocerías y accesorios, está dado principalmente en la construcción de vehículos de alta gama y competición, donde mayor aplicabilidad tiene ya que la mayoría de sus componentes estructurales se fabrican en fibra de carbono para maximizar el rendimiento en competencia, en la Figura. 4, se observa el monocasco del McLaren MP4/1, el primer vehículo en la fórmula 1 en construirse en fibra de carbono, en el año 1981 [8].



Fig. 4: Primer chasis en fibra de carbono en la Fórmula 1 [8].

Las motocicletas no se han quedado ajenas al uso de estos compuestos en sus productos, en la Figura 5 se muestra a la Kawasaki Ninja H2R cuyo carenado es construido en fibra de carbono, sin embargo, en las motocicletas de cross el uso de estos materiales es casi nulo, y los accesorios como los cubre manos construidos en fibra de carbono no son muy comunes, esto podría atribuirse a que la ganancia en desempeño no es significativa, ya que en estos vehículos se valora más su capacidad de maniobra que la velocidad punta ¹alcanzada.



Fig. 5: Kawasaki Ninja H2R [9].

Actualmente en el país no existen empresas que fabriquen accesorios para motocicletas en fibra de carbono, así como también, los estudios de factibilidad económica sobre la fabricación de accesorios en este material son muy reducidos.

La ejecución de estudios sobre la Fibra de carbono a nivel nacional es únicamente académica, este material no ha podido generar una industria en manufactura debido a la falta de análisis de procesos industriales que ayuden a la reducción de costos de producción, además, la industria nacional no muestra un interés en realizar investigaciones para la utilización de este material [8].

En el presente estudio se determinará la factibilidad técnico económica para la producción de un cubre manos de fibra de carbono en el país, para lo cual, se identificará las necesidades del mercado de accesorios de motocicletas de tipo Cross, para luego diseñar un cubre manos basados en dicha información y analizarlo como un deflector de aire. Como paso previo para determinar la factibilidad de la producción se realizará un prototipo en fibra de carbono por medio del laminado y empacado al vacío.

II. METODOLOGÍA.

Para cumplir con los objetivos del presente estudio, se realizaron cuatro etapas, las cuales permitieron receptor información para decidir un diseño acorde a las necesidades y requerimientos de los usuarios de motocicletas, teniendo en cuenta aspectos como economía y diseño.

Identificar las necesidades del mercado.

Para identificar estas necesidades se realizó una recolección de datos mediante encuestas a los usuarios de motocicletas, también se obtuvo información de los sitios web oficiales de las principales marcas en el mercado, como de los proveedores de este tipo de accesorios. Las cuales nos permiten identificar las características que los consumidores desean en el producto y poder aplicarlos en el diseño.

Diseño del producto.

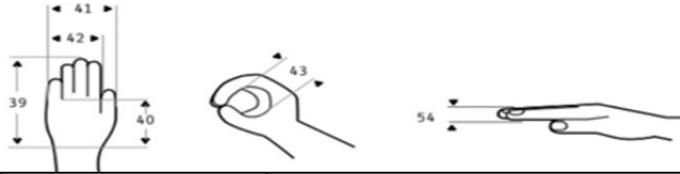
Tras identificar las preferencias de los usuarios en el producto se diseñaron varios modelos en base a las tendencias y muestras existentes en el mercado.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios se realiza un estudio computacional, comenzando con el diseño en Autodesk Inventor Profesional 2018, posteriormente se realiza la discretización (mallado) en Altair HyperMesh 2017 y finalmente se realiza el estudio de dinámica de fluidos computacional (CFD) en Ansys Fluent 16.2, con el propósito de validar que el accesorio actúe como un deflector de aire funcional; para lo último se tomó en cuenta una tabla antropométrica (tabla 2), de donde se tomaron los valores de medidas de la mano de un hombre adulto del tercer cuartil, la cual permitió simular las dimensiones del puño de un conductor.

¹ Velocidad punta: máxima velocidad que puede alcanzar el vehículo, generalmente en rectas.

Tabla 2. Tabla Antropométrica[10]

Mano
Trabajadores industriales
Sexo masculino
18 a 65 años



Dimensiones (mm)		18-65 años (n=396)				
		\bar{x}	D.E.	Percentiles		
5	50			95		
39	Longitud mano	171	8.28	158	170	185
40	Longitud palma mano	97	4.77	90	97	105
41	Anchura mano	93	6.83	83	92	103
42	Anchura palma mano	76	3.56	71	76	82
43	Diámetro empuñadura	44	3.63	39	45	50
54	Espesor mano	29	3.17	24	30	35

Fabricar un prototipo en fibra de carbono.

La fibra de carbono se presenta en dos tipos: laminar y “prepreg”, la fibra laminar, requiere adicionar la resina para su curado, mientras la fibra “Prepreg” ya viene pre impregnada con este elemento de unión, pero su costo es mayor y su almacenamiento es limitado, por lo que se optó por la fibra laminar; es por ello que el método que se utilizó para la producción es el laminado y empacado al vacío.

Para seleccionar un modelo se considera factores como el área del elemento, el coeficiente de arrastre (cd) que genera y cómo desvía el aire de la zona donde se ubican las manos del conductor. Para fabricar se procede a exportar el archivo en formato STL para su impresión 3D (figura 6), que es la base del molde para el laminado, por lo que requiere un trabajo adicional para mejorar el acabado superficial.



Fig. 6. Modelo impreso 3D en PLA.

Se da un tratamiento de masillado (Figura 7), lijado y pintura (Figura 8), el cual deja una superficie lisa para poder laminar.



Fig. 7. Masillado de la impresión.



Fig. 8. Molde terminado.

Una vez que la superficie del molde tenga un acabado liso y uniforme, se procede con el proceso de laminado, para lo cual como primer paso tenemos que untar cera antiadherente en la superficie lisa del molde, como se observa en la Figura 9, esta cera evita el contacto directo con la resina que se aplica posteriormente.



Fig. 9. Molde aplicado cera antiadherente.

Se cubre el molde con alcohol de polivinilo y se deja secar, esto ayuda al desmoldado, mientras se prepara la resina para untar en el molde una capa fina, donde se observa que no exista acumulación o excedentes de resina para colocar una capa de fibra de carbono y nuevamente resina, de esta manera se alterna la fibra de carbono y resina hasta obtener el número de capas deseadas. En la Figura 10 se observa el laminado en la conformación del prototipo.



Fig. 10. Aplicación de capas de resina y fibra de carbono.

Previo al empaqueo colocamos una fibra absorbente, la cual se observa en la Figura 11, en ella se adherirá el excedente de resina del proceso de laminado y ayudará a evitar la formación de burbujas de aire, ya que son perjudiciales en este proceso y afectan al resultado final.

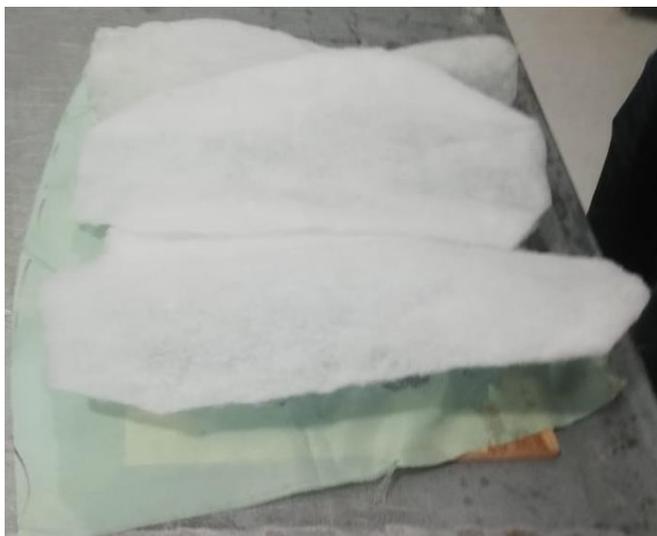


Fig. 11. Colocación de fibra absorbente.

En la Figura 12, se observa la preparación del empaque de vacío, mismo que es elaborado a medida del producto; es importante sellar herméticamente los bordes y poder generar un vaciado efectivo para lograr que la fibra de carbono tome la forma del molde.



Fig. 12. Empaque para vaciado.

La presión de vacío que se usó en este proceso fue de 40 Psi. Durante el vaciado se debe moldear la fibra a las geometrías del molde para poder garantizar que la fibra de carbono copie fielmente la forma deseada, en la Figura 13 observamos los moldes empaçados al vacío, también se recomienda dejar en este estado durante 24 horas.



Fig. 13. Moldes empaçados al vacío.

Factibilidad de producción y venta.

Se realizará en futuro una proyección de flujo de caja, en donde se determinará el punto de equilibrio y la rentabilidad del proyecto, haciendo uso de herramientas como TIR, VAN y TRI.

De los sistemas de producción más comunes se tiene la fabricación en línea o *flow shop* y la producción por lotes o *job shop*, y se establece la producción por lotes para el presente proyecto, como explica "Osorio & Motoa"[11], "En los sistemas de producción por lotes se fabrican pequeños lotes de

una gran variedad de productos, donde la mayoría de los casos operan bajo el esquema “make to order”, y su importancia se ve realizada en que son muchas empresas medianas y pequeñas que trabajan con este tipo de enfoque de producción”.

III. RESULTADOS.

Determinación del modelo.

Basados en modelos existentes en el mercado y las necesidades de los usuarios se establecieron dos lineamientos base para el diseño, siendo estos la funcionalidad y la estética del producto, en la Figura 14, se observa algunos de los modelos que se pueden encontrar en el mercado.



Fig. 14. Modelos existentes en el mercado [12]

Por lo que se planteó realizar un diseño que no difiera de esta tendencia establecida, sin sacrificar la funcionalidad del producto.

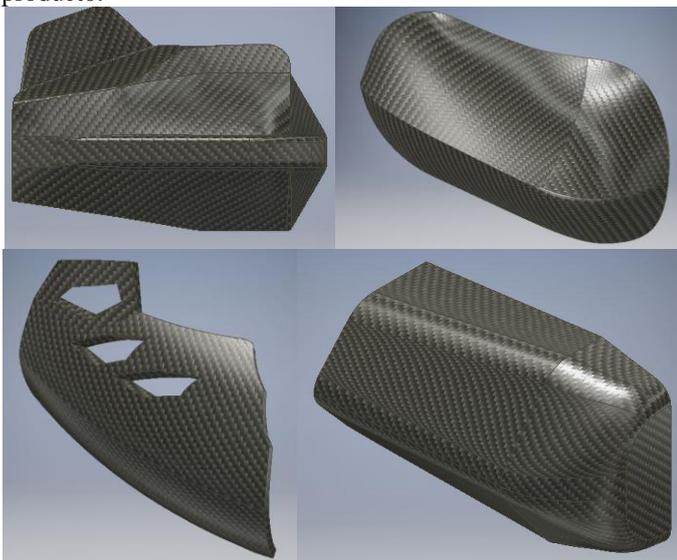


Fig. 15. Referencia de los modelos propuestos.

En base a los datos obtenidos se realizaron 9 modelos (Figura 15), que posteriormente se analizaron con una malla

CFD. En la tabla 3 se muestran las características que se usaron en la malla para el análisis.

Tabla 3. Condiciones del mallado para el análisis.

Elemento	Tamaño de malla [mm]	Tipo de elemento
Cubre mano	1	trías
Mano	5	trías
Túnel	10	trías
CFD	0.25	trías

Para la malla CFD se utilizó un crecimiento de los elementos del 2% en las capas de frontera y en el análisis aerodinámico en el software Ansys fluent 16.2. Se tomaron las condiciones de la tabla 4, de modo que todos los modelos analizados tengan las mismas variables.

Tabla 4. Condiciones de análisis aerodinámico.

Condición	Datos
<i>Viscous Model</i>	K-epsilon (2 eqn)
Densidad del aire	1.225 Kg/m ³
Viscosidad del aire	1.7894e-05 Kg/m-s
Velocidad aire de entrada	25 m/s
Presión de salida	Atmósfera (0)

Para el método de solución se utilizó los parámetros que se muestran en la tabla 5, como un esquema simple y una discretización espacial con un modelo de gradiente en “Green-Gauss cell based”.

Tabla 5. Parámetros del Métodos de solución para el programa Ansys Fluent 16.2.

<i>Pressure-velocity Coupling</i>	<i>Scheme</i>	<i>Simple</i>
<i>Spatial Discretization</i>	<i>Gradient</i>	<i>Green_Gauss Cell Based</i>
	<i>Pressure</i>	<i>Second Order</i>
	<i>Momentum</i>	<i>Second Order Upwind</i>
	<i>Turbulent Kinetic Energy</i>	<i>Second Order Upwind</i>
	<i>Turbulent Dissipation Rate</i>	<i>Second Order Upwind</i>

Para la visualización de los resultados se realizaron planos de observación donde se verificó que el modelo desvíe el aire del área que representa las manos, como se muestra en la Figura 16 y 17.

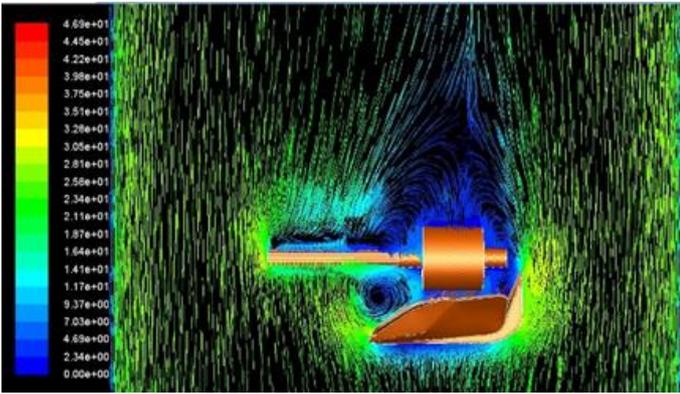


Fig. 16. Vista superior del análisis aerodinámico.

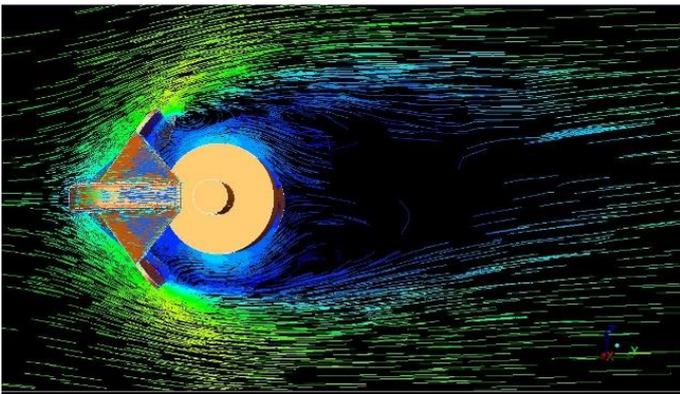


Fig. 17. Vista lateral del análisis aerodinámico

Tras el análisis aerodinámico se obtuvo valores de coeficiente de arrastre y fuerza de arrastre (F_d); también se tomaron valores de área frontal del elemento, ya que esto influye directamente en la fabricación. En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de los diseños analizados.

Tabla 6. Resultados de los modelos diseñados.

Modelo	Área [cm ²]	Área frontal [cm ²]	Cd [-]	Fuerza [N]
1	539.103	252.19	1.7383106	16.782
2	1338.721	110.142	6.1202019	25.805
3	899.18	299.976	1.348675	15.487
4	862.042	327.479	1.441488	18.070
5	724.904	251.141	1.3408995	12.891
6	564.594	248.283	1.4326887	13.617
7	1124.529	286.128	0.95120132	10.419
8	1237.61	301.298	1.1329282	13.067
9	1043.069	255.780	1.1967669	11.718

Una vez analizados todos los diseños propuestos se elige un modelo (Figura 18 y 19), tomando en consideración el área de material que requiere, ya que influirá en el material a utilizarse, lo cual deriva directamente en el costo de producción y su comportamiento aerodinámico, es decir, que cumpla con la

función principal que es disipar el viento que se dirige a las manos del conductor.

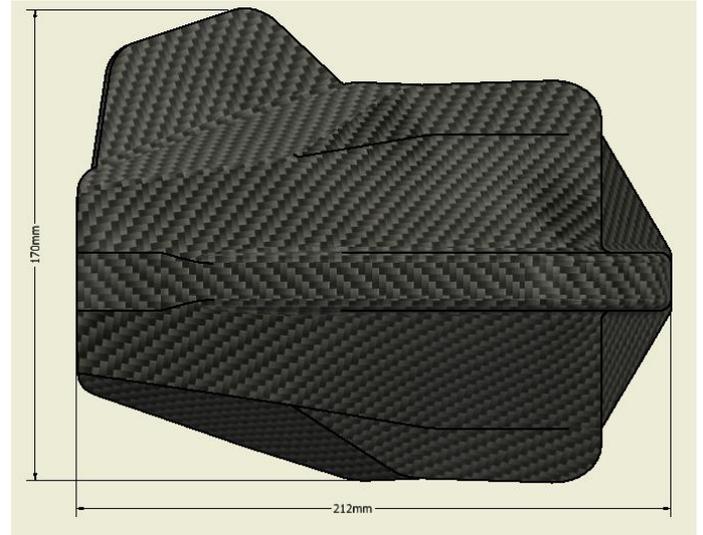


Fig. 18. Diseño seleccionado vista frontal.

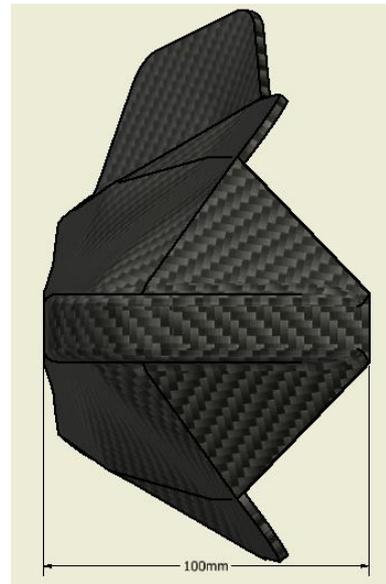


Fig. 19. Diseño seleccionado vista lateral.

Debido a las exigencias de movilidad de los elementos adyacentes en el volante de la motocicleta como son los mecanismos de accionamiento de freno y embrague, se dificulta reducir el C_d , puesto que un modelo con bajo coeficiente requiere mayor implementación de material y reducción del área utilizada por dichos elementos adyacentes, así como también compromete la forma de sujeción del cubre-manos.

Prototipo.

Tras retirar el prototipo del molde se realizó un trabajo adicional para mejorar la calidad superficial, el cual consistió en adicionar resina, dejar secar y pulir la superficie, dejando un acabado uniforme. En la figura 20 se muestra el prototipo terminado.



Fig. 20. Prototipo terminado del cubre mano.

Al haber el cubremanos en el mercado a un precio similar al de producción nacional se ve factible la adquisición del mismo, por lo cual entrará en los costos de fabricación para el análisis de factibilidad económica.

Factibilidad de producción y venta del cubre manos.

Tomando en cuenta el estudio realizado por “Bele & Guamán” [8] donde se observa que se requiere un capital inicial elevado y se determina que la factibilidad económica no es rentable, por ello, el enfoque dado al presente proyecto es para una microempresa de fabricación a pequeña escala, la cual demanda menos inversión y gastos en los procesos de manufactura.

En el proceso de producción del prototipo se evidenció los recursos requeridos, materiales necesarios para la producción, por lo que se establecieron los recursos económicos necesarios para dar inicio al proyecto; los cuales serán financiados por medio de un crédito bancario y los intereses que se generen por la misma se los estimará en un simulador de crédito, con un sistema de amortización Francés² y a un plazo de 5 años.

Los ingresos son el resultado directo de la venta o la proyección de ventas del accesorio. Se planteó un valor de venta del producto en 120 USD, mismos que están dentro del rango de precios en la intención de compra medido en las encuestas; se plantea 360 cubre manos fabricados en el primer año de proyección, para poder cubrir los gastos mensuales se necesita superar los 25 pares comercializados.

En la tabla 7 se muestra la proyección de ventas anual durante los 5 años de análisis.

Tabla 7. Proyección de ventas anual.

	Cantidad (pares)
Año 1	360
Año 2	480
Año 3	540
Año 4	600
Año 5	600
Total	2580

² Sistema de amortización Francés: sistema de amortización de cuotas constantes.

Dentro de los gastos bancarios se toma en cuenta la inversión inicial que se requiere en cuanto a maquinaria necesaria y materiales de bodega, los cuales serán reabastecidos a medida que avance la fabricación, por ello el costo de materiales y suministros representados en la tabla 8 de los gastos está en función de las unidades que se fabrique.

Tabla 8. Valores por gastos generados.

Ítem	Valor/Mensual [USD]
Gastos Bancarios/Deuda	111.3
Alquiler	200
Suministros	55
Servicios Básicos	100
Mano de Obra	1500
Materiales y Suministros	35/unidad
Mano de Obra a Terceros	5/unidad
Total	1966.3+40/unidad

El ítem de mano de obra a terceros de la tabla 8, son valores que se generan para la construcción de moldes y sus pos procesos, los cuales son divididos por las mismas unidades producidas.

Para los cálculos financieros se tomó un valor de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) del 30% ya que se considera razonables los valores entre el 15% y 30% [13], con los valores presentados en la tabla 9, se obtiene el Valor actual neto (VAN), que es de 19,912.25 USD; también se estima un tiempo de retorno de la inversión (TRI) en 1 año. Se calculó la tasa interna de rendimiento TIR obteniendo un valor de 137%.

Tabla 9. Valor de inversión y utilidad neta.

	Valor (USD)
Inversión	5000
Utilidad neta Año 1	3,522.67
Utilidad neta Año 2	10,020.91
Utilidad neta Año 3	13,270.03
Utilidad neta Año 4	16,519.15
Utilidad neta Año 5	16,519.15
Total	59,851.92

Como se indica en “Herrera & Sánchez” [14], “el punto de equilibrio operativo de la empresa es el nivel de ventas que se requiere para cubrir todos los costos y evaluar el nivel de rentabilidad relacionada con diversos niveles de ventas”.

En la Figura 21, se presenta la fórmula para obtener el punto de equilibrio, donde se determinó los costos fijos (23,595.60) comprendidos en los rubros de alquiler, suministros, gastos bancarios, servicios básicos y mano de obra, por otra parte los costos de venta (14,400.00) son mano de obra a tercer junto a materiales y suministros. El punto de equilibrio obtenido fue de 35,393.40 USD en el primer año.

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{Ventas}}}$$

Figura 21: Formula para obtener el punto de equilibrio [14].

IV. CONCLUSIONES

La fibra de carbono a nivel internacional es utilizada para la construcción de vehículos de alta gama, debido a su gran resistencia y bajo peso, lo cual favorece a mejorar el desempeño, pero también tiene usos comerciales en el mercado de accesorios, por lo cual la industria internacional lleva un desarrollo muy elevado contrario a la industria local, la cual es prácticamente nula, debido a que existen escasos estudios sobre la factibilidad de producción en accesorios de fibra de carbono.

Esto sumado a que la adquisición de la fibra de carbono que es reducida en la localidad, lo cual conlleva una poca experiencia dentro del área de fabricación de productos en este material y, al no haber una estandarización en el manejo y proceso de manufactura, los procesos se realizan con experiencia empírica.

El favorable conocimiento de la ventajas de la fibra de carbono dentro del área automotriz y la prácticamente nula disponibilidad local de accesorios en fibra de carbono, generan en el cliente un ambiente de exclusividad, por lo cual se vuelve un producto más atractivo para su adquisición.

Observado que existe un mercado potencial para este producto, se propone un diseño acorde a las tendencias ya establecidas en el mercado y por otros fabricantes, sin descuidar la información proporcionada por los consumidores en cuanto a la estética y funcionalidad del producto; por lo tanto se analizó el diseño planteado en el software Ansys Fluent 16.2, en el cual se observó que existe un limitante para la reducción del coeficiente aerodinámico del elemento que se le puede atribuir a su geometría y ubicación en la motocicleta, por ello el diseño propuesto mantiene un C_d de 1.348.

Durante la fabricación del prototipo se evidenció la factibilidad de producción, en aspectos como: la existencia de material necesario para la elaboración, la maquinaria que incurre en el proceso y manufactura de la fibra de carbono.

Todo esto permite tener una visión real de los costos que incurren en la producción del accesorio propuesto, dando datos verídicos para el estudio económico.

El estudio económico se lo realizó con una proyección a cinco años, haciendo uso del método de flujo de caja, el cual nos permite tener indicadores como el punto de equilibrio en este análisis se lo encuentra a partir de los 10 meses con una fabricación de 295 pares de cubre-manos; también se obtuvo un valor TIR de 137 % que es mayor al compararlo con el valor del TMAR de 30%.

Tomando como referencia la fabricación del prototipo y el análisis realizado en este estudio se puede considerar que es factible la producción y venta del accesorio cubre manos en fibra de carbono, sin embargo, para la previa aplicación del estudio de manera local se recomienda la actualización de costos de materias primas y maquinarias requeridas para la fabricación del accesorio, así como la actualización de la demanda del mercado, debido a un entorno permanentemente cambiante.

V. REFERENCIAS

[1] M. Definición, "Locomoción," 2013. [Online].

- Available: <https://definicion.mx/locomocion/>. [Accessed: 06-Aug-2019].
- [2] J. D. T. S. Joffre Marcelo & Vistín Bastidas, "Aplicación de materiales compuestos para la formación de guardabarros y tapas laterales de una moto de 125cc, 4 tiempos.," Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015.
- [3] AEADE, "Sector Automotor," Quito, 2017.
- [4] Club VTM, "Tipos de Motocicletas - Clases de Motocicletas," 2009. [Online]. Available: <https://www.vivetumoto.com/foros/abc-del-motero-conduccion-de-la-moto-444/tipos-de-motocicletas-clases-de-motocicletas-2037.html>. [Accessed: 06-Aug-2019].
- [5] "Kawasaki KX450 2020 | Motocicleta motocross | Potencia demostrada en campeonatos," 2019. [Online]. Available: <https://ecuador.kawasaki-la.com/la-es/producto/detalles/2020-kx450>. [Accessed: 06-Aug-2019].
- [6] R. A. LOZA CHÁVEZ and G. A. PILA ESPINOSA, "FABRICACIÓN DE UN RETROVISOR PARA EL VEHÍCULO SUZUKI FORSA CON MATERIAL COMPUESTO DE MATRIZ POLIMÉRICA DE POLIÉSTER Y REFUERZO NATURAL DE CABUYA," Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.
- [7] Askeland y otros, *ciencia-e-ingenieria-de-materiales-sexta-edición.pdf*, Sexta. Mexico, 2013.
- [8] J. Bele, Marcos ; Guamán, "Estudio de factibilidad económica en la construcción de autopartes en fibra de carbono utilizando herramientas de manufactura esbelta," Universidad Politécnica Salesiana, 2019.
- [9] "2020 NINJA H2™ CARBON Motocicleta - Kawasaki América Latina." [Online]. Available: <https://ecuador.kawasaki-la.com/la-es/producto/detalles/2020-ninja-h2-carbon>. [Accessed: 12-Dec-2019].
- [10] L. R. ; Chaurand, Rosalío Ávila ; Prado and E. L. González, "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana," p. 282, 2007.
- [11] J. C. Osorio and T. G. Motoa, "Planificación jerárquica de la producción en un job shop flexible," pp. 158–171, 2008.
- [12] "Amazon.com: Lozom 7/8" Motorcycle Handguards Handlebar Hand Guards Brush Bar Protector For Motocross Supermoto Racing Dirt Bike ATV (Green): Automotive," 2019. [Online]. Available: https://www.amazon.com/Lozom-Motorcycle-Handguards-Handlebar-Protector/dp/B076Q4HYP2/ref=pd_sbs_263_7?encoding=UTF8&pd_rd_i=B076Q4HYP2&pd_rd_r=423f4ff3-af55-404d-bdee-a2a05a6da2f0&pd_rd_w=nXvHd&pd_rd_wg=NeAI5&pf_rd_p=52b7592c-2dc9-4ac6-84d4-4bda6360045e&. [Accessed: 18-Nov-2019].
- [13] D. Encalada, "6," in *evaluación economica financiera*, 2019, p. 23.
- [14] E. Herrera, Milton ; Sánchez, "Estudio de factibilidad para una importadora de repuestos automotrices a

diésel en la ciudad de Cuenca ,” Universidad del Azuay, 2019.