



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA



CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ



**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
PARAQUQUES DELANTERO Y POSTERIOR DE UN
VEHÍCULO CHEVROLET OPTRA AÑO 2008 A PARTIR
DE FIBRA NATURAL DE LA PLANTA DE ABACÁ**

AUTORES:

**DARWIN JAVIER MOREANO MOREANO
DAVID ANTOÑO ZAMBRANO ROMERO**

TUTOR: ING. MIGUEL CARVAJAL

**LATACUNGA
2016**





❖ **Objetivo general.**

Diseñar y construir parachoques delantero y posterior de un vehículo Chevrolet Optra año 2008 a partir de fibra natural de la planta de Abacá.

❖ **Objetivos específicos**

- Investigar fuentes bibliográficas con la adecuada certificación ISBN.
- Caracterizar el material mediante probetas de ensayo.
- Realizar ensayos de tracción y flexión en muestras del materiales tanto de fábrica como el compuesto natural de la fibra de abacá.
- Determinar las propiedades mecánicas de los materiales expuestos.



1 Obtener la factibilidad del nuevo material mediante la comparación de los datos de cada compuesto previamente obtenido en ensayos.

2 Determinar método de conformación de los parachoques delantero y posterior del vehículo Chevrolet Optra año 2008.

3 Realizar moldes de parachoques delantero y posterior del vehículo Chevrolet Optra año 2008.
Fabricar y dar acabados superficiales en los parachoques realizados con el nuevo material a base de la fibra natural de la planta de Abacá



Justificación

Las fibras naturales tienen un bajo costo y una baja consistencia lo que les confiere una elevada resistencia específica. Son biodegradables y no presentan efectos abrasivos como las fibras de vidrio y los metales. En los dos últimos años se ha trabajado con intensidad en la fabricación de materiales reforzados con fibras naturales como una alternativa a los compuestos más clásicos reforzados con fibra de vidrio y el metal. Estos materiales compuestos representan una importante alternativa en el reemplazo de los compuestos reforzados a base de metal, aluminio, cromo, tungsteno, etc. y cuyas propiedades resultan en muchas ocasiones comparables, e incluso presentan propiedades superiores

Emplear fibras naturales en este tipo de materiales tendría como beneficio adicional la reducción del consumo de plásticos, consecuentemente disminuiría el uso de derivados del petróleo, a la vez que las fibras naturales constituyen una materia prima de bajo costo y de fácil obtención.



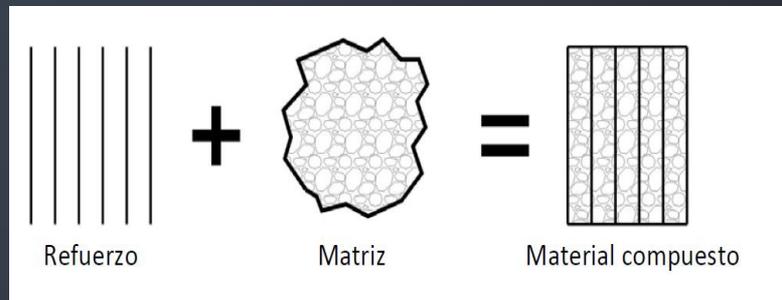
En el Ecuador el desarrollo de materiales compuestos se encuentra en sus etapas iniciales, por ende, el uso de fibras naturales todavía es limitado. En general, la extracción de fibras vegetales ha tenido un desarrollo incipiente en el país, lo que puede cambiar tomando en cuenta el gran potencial que el Ecuador ofrece para la producción de fibras naturales y la necesidad de desarrollar aplicaciones de mayor valor agregado para las mismas. Resulta importante conocer la producción de fibras naturales en el país. En cuanto a la producción de abacá, Ecuador es el segundo productor mundial después de Filipinas, con aproximadamente 10.000 toneladas anuales





GENERALIDADES DE MATERIALES COMPUESTOS

Un material compuesto es básicamente un sistema de materiales formado por dos o más fases distintas, cuya combinación proporciona propiedades que son diferentes y mejores a las de sus constituyentes





Matrices y refuerzos

Función de los Refuerzos

Soportar la carga aplicada al material

Proveer propiedades estructurales tales como resistencia mecánica

Aislamiento

Funciones de la matriz

Sostener a las fibras y transmitir la carga aplicada sobre ella hacia las fibras.

Aislar una fibra de otra de tal modo que estas puedan actuar separadamente

Proveer la protección necesaria cubriendo a las fibras contra el ataque químico y el daño mecánico





Selección de la matriz



Resina epóxi

Es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor.

Las resinas epoxi tienen una gran capacidad para unir materiales de diferente naturaleza y ya curados. Las resinas polyester tienen un poder de adherencia más pobre. Las resinas epoxi de gran calidad tienen una resistencia de adherencia de 13,8 MPa



Resina poliéster

La resina de poliéster, en su origen, es similar a un trozo de vidrio. Por ello, se le añade para un mejor manejo una proporción de “Estireno”, un disolvente que la convierte en fluido.

Las resinas poliéster tienen una resistencia de adherencia de (0,7 MPa).





Clasificación de las fibras naturales





Fibra de Ábaca

La fibra de abacá como se muestra en la figura 16 es categorizada según parámetros de limpieza, color, espesor, brillo y espesor. Es una fibra privilegiada por sus propiedades de resistencia al agua, especialmente al agua salada, por lo que es utilizada para fabricar cordelería utilizada en la pesca, además es aplicada en la producción de papel, envolturas para embutidos y es preferida para la fabricación de bolsas de té por su limpieza y estructura que permite la rápida difusión del extracto del mismo. En el Ecuador se consideran cinco **categorías** de fibra de abacá, siendo la primera categoría la de mejor calidad y la de quinta categoría de menor calidad





Variedades

En el país son cultivadas en mayor cantidad la bungalanón y marginalmente la tangongón. Las diferencias más notables entre ambas especies se citan en la tabla 13. En este estudio se utilizará las fibras de abacá de variedad bungalanón, puesto que su cultivo es muy superior al de la otra variedad, que está en vías de desaparición.

Diferencia entre los tipos de fibras que cultivan en el Ecuador.

BUNGALANÓN	TANGONGÓN
Variedad Precoz	Producción de hijuelos limitados
Mayor desarrollo como planta	Tallos de diámetro y longitud mayores
Brillante en la parte superior	Ligeramente más resistente al mal de Panamá
Fibras blancas y suaves	Fibra áspera





Distribución geográfica de la producción nacional

El clima de Ecuador es muy ventajoso para la producción de la fibra de abacá. Las plantas de abacá se encuentran localizadas en las provincias de Manabí, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Los Ríos (Quevedo).

Las zonas donde se encuentran mayormente las plantaciones son en Santo Domingo de los Tsáchilas (36%) y la Concordia (39%)



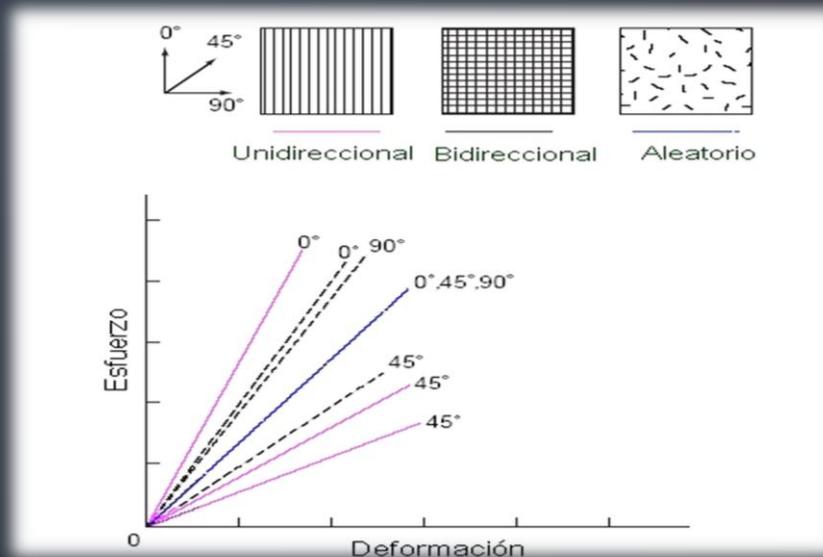
Tratamiento de la fibra

Las fibras vegetales contiene una mayor humedad, esto es debido a su origen y condición primitivo, para la utilización del refuerzo como material compuesto, es necesario realizar un tratamiento a la fibra la cual consiste en el proceso de secado a una temperatura de 140 °C durante un periodo de 15 minutos para reducir el porcentaje de humedad de la fibra natural de Abacá.



Configuración y disposición de las fibras en el compuesto

El arreglo u orientación de las fibras una con respecto a otra y su distribución dentro de un compuesto tiene una significativa influencia en la resistencia mecánica y en otras propiedades del compuesto reforzado por fibras







Métodos y selección de conformación

Parámetro	Peso	Estratificación manual	Moldeo por Aspersión	Compresión	Extrusión	Inyección	Transferencia de resina	Pultrusión
Forma de las piezas	15	9	9	6	5	2	2	9
Dimensiones	10	8	7	6	7	3	3	8
Espesores	10	8	8	2	3	6	7	9
Aspecto	7,5	2	2	4	4	5	4	8
% de refuerzo	25	3	2	2	3	3	7	7
Series de fabricación	10	2	2	4	5	8	6	8
Cadencias	7,5	2	2	3	4	8	6	6
Superficie de trabajo	2,5	2	2	5	3	3	3	3
Mano de obra	7,5	3	3	5	5	6	7	6
Inversiones	5	8	8	7	4	2	2	2
Total %	100	47	45	39	40	43	51	72



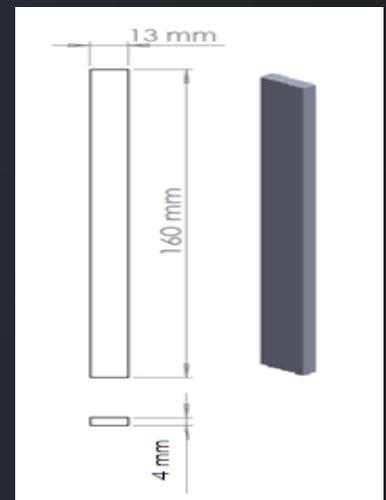


PROTOCOLO DE PRUEBAS PROTOTIPO



Ensayo tracción
ASTM D3039M-08

Ensayo Flexión ASTM
D7264M – 15





Volumen de la matriz y el refuerzo

Tracción

$$VT1 = \text{Traccion} = \text{Volumen Total} = 15,63 \text{ cc}$$

$$Vm(70\%) = 10,94 \text{ cc}$$

$$Vf(30\%) = 4,69 \text{ cc}$$

$$Mm = \rho m \cdot Vm$$

$$Mm = 1,1 \frac{\text{gr}}{\text{cc}} \times 10,94 \text{ cc}$$

$$Mm = 12,03 \text{ g r}$$

$$Mf = \rho f \cdot Vf$$

$$Mf = 1,3 \frac{\text{gr}}{\text{cc}} \times 4,69 \text{ cc}$$

$$Mf = 6,09 \text{ g r}$$

Flexión

$$VT2 = \text{Flexion} = \text{Volumen Total} = 8,32 \text{ cc}$$

$$Vm(70\%) = 5,82 \text{ cc}$$

$$Vf(30\%) = 2,50 \text{ cc}$$

$$Mm = \rho m \cdot Vm$$

$$Mm = 1,1 \frac{\text{gr}}{\text{cc}} \times 5,82 \text{ cc}$$

$$Mm = 6,40 \text{ g r}$$

$$Mf = \rho f \cdot Vf$$

$$Mf = 1,3 \frac{\text{gr}}{\text{cc}} \times 2,50 \text{ cc}$$

$$Mf = 3,25 \text{ g r}$$



Proceso de fabricación de probetas



Limpieza y colocación de cera a moldes para tracción.



Preparación de muestras de fibra la cual consiste en el proceso de secado a una temperatura de 140°C durante un periodo de 15 minutos para reducir el porcentaje de humedad de la fibra natural de Abacá.



Colocación de una capa de matriz en moldes correspondientes.



Colocación de matriz con fibras cortas de 30 mm en molde correspondiente.



Limpieza y colocación de cera a moldes para flexión.



Preparación de matriz con su respectivo catalizador.



Colocación de matriz con fibras cortas de 20 mm en molde correspondiente.



Aplicación de peso para que el tablero adopte la forma del modelo original 15 días.



Proceso de fabricación de probetas



Colocación de tejido plano en molde correspondiente.

Colocación de tejidos axial en molde correspondiente.



Ajuste de moldes para la compresión correspondientes y su reposo por dos semanas





Proceso de fabricación de probetas



Plancha con fibras cortas de 20 mm en molde correspondiente.



Plancha con fibras cortas de 30 mm en molde correspondiente.



Plancha con tejido axial en molde correspondiente.



Plancha con tejido plano en molde correspondiente.



Obtención de material polimérico.



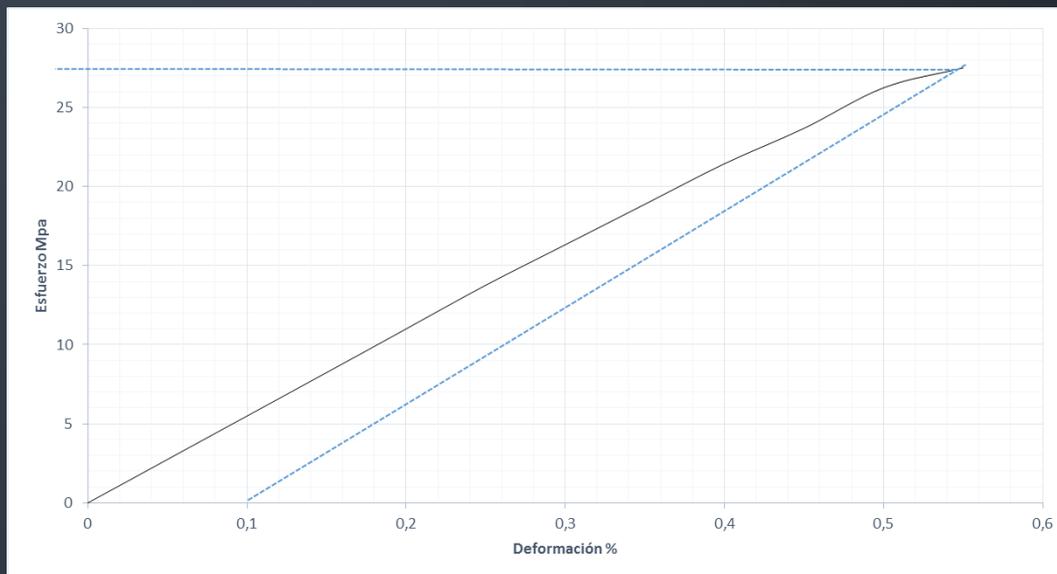
Finalmente se cortan las planchas obtenidas con la medida correspondiente.



Resultados

Probetas a tracción de fibra de abacá 30% volumen – 3 cm

Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga Última (N)	Resistencia Última (MPa)	Módulo Tangente (MPa)	Deformación A la rotura %	Resistencia a la fluencia (MPa)
24,90	3,34	83,27	2293	27,54	5304	0,532	27,00





Cálculos

Cálculo de la resistencia a la fluencia, por el método del corrimiento

Deformación a la rotura = 0,532 %

$$0,532 \times 0,002 = 1,064 \times 10^{-3} \times 100\% \\ = 0,1064\%$$

$$0,2\% - 0,1\% = 0,1\%$$

$$0,1\% \div 5\% = 0,02\%$$

$$0,1\%$$

$$S_y = 27 \text{ MPa}$$

Cálculo de la resistencia última

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$F = 2293 \text{ N}$$

$$A = 83,27 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,08327 \text{ m}^2$$

Remplazando:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{2293 \text{ N}}{0,08327 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 27,54 \text{ MPa}$$



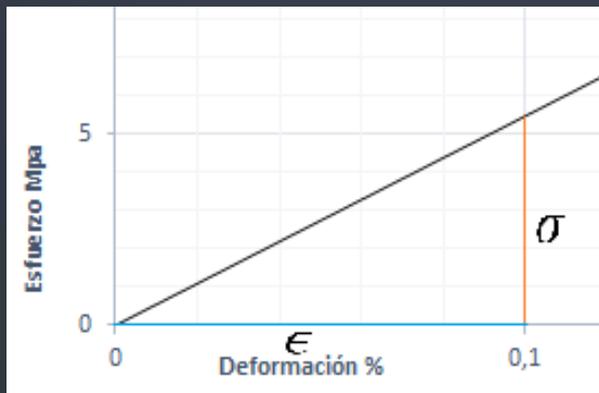
Cálculos

Módulo tangente

$$Tg\theta = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$Tg\theta = \frac{5,3MPa}{0,1} \times 100$$

$$Tg\theta = 5300 MPa$$



Cálculo de la deformación sometida a la tracción

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} \text{ Ecuación 1}$$

δ = Deformación axial.

L = Longitud original.

La rigidez de un material es una función de su módulo de elasticidad E , se define como:

Resolviendo para la deformación se obtiene:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Igualando la ecuación 1 y 2:

$$\frac{\delta}{L} = \frac{\sigma}{E}$$

Resolviendo para la deformación se tiene:

$$\delta = \frac{\sigma L}{E}$$

$$L = 24,9 \text{ mm}$$

$$\sigma = 27,54 \text{ MPa}$$

$$E = 5304 \text{ MPa}$$



Cálculos

Remplazado la ecuación:

$$\delta = \frac{\sigma L}{E}$$

$$\delta = \frac{27,54 \text{ MPa} \times 24,9 \text{ mm}}{5300 \text{ MPa}}$$

$$\delta = 0,1293 \text{ mm}$$

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

$$\epsilon = \frac{0,1293 \text{ mm}}{24,9 \text{ mm}}$$

$$\epsilon = 5,192 \times 10^{-3} \times 100\%$$

$$\epsilon = \mathbf{0,52\%}$$



Probetas a tracción material polímero de parachoque

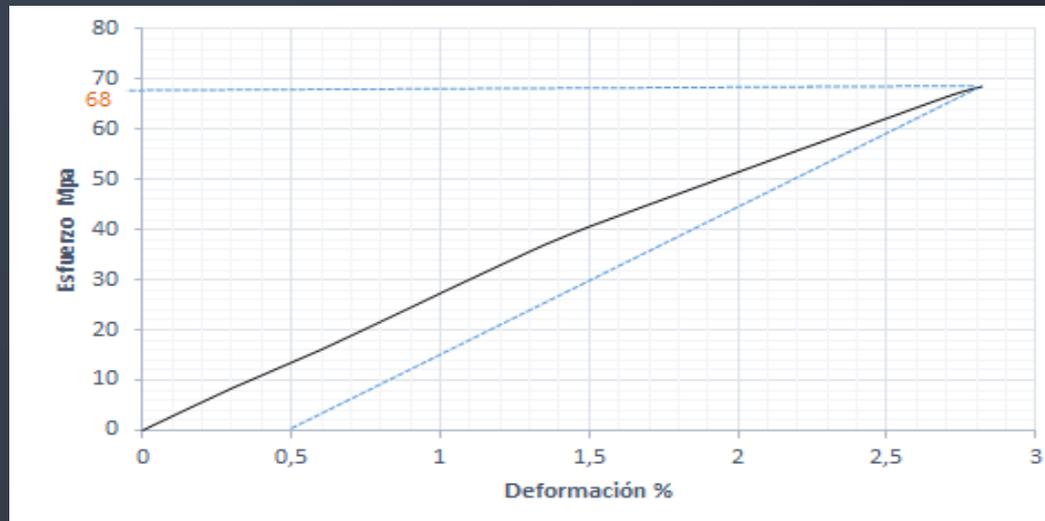
Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga Última (N)	Resistencia Última (MPa)	Módulo Tangente (MPa)	Deformación A la rotura %	Resistencia a la fluencia (MPa)
25,65	2,675	68,61	757,5	11,04	1917	3,279	10,9





Probetas a flexión de fibra de abacá 30% volumen – 3 cm

Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga Última (N)	Resistencia Última (MPa)	Módulo Tangente (MPa)	Deformación A la rotura %	Resistencia a la fluencia (MPa)
13,69	4,39	60,10	171,69	68,58	2670	2,82	68,00





Cálculo de la resistencia a la fluencia, por el método del corrimiento

Se traza una línea recta, sobre el diagrama tensión - deformación, paralela a la parte lineal inicial de la curva, pero se desplaza cierta deformación estándar, como 0,002 o 0,2%,

Deformación a la rotura = 2,82 %

$$2,82 \times 0,002 = 5,64 \times 10^{-3} \times 100 \\ = 0,564\%$$

$$1 - 0,5 = 0,5$$

$$0,5 \div 5 = 0,1$$

0,5%

$$S_y = 68 \text{ MPa}$$

Cálculo del módulo tangente

$$Tg\theta = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

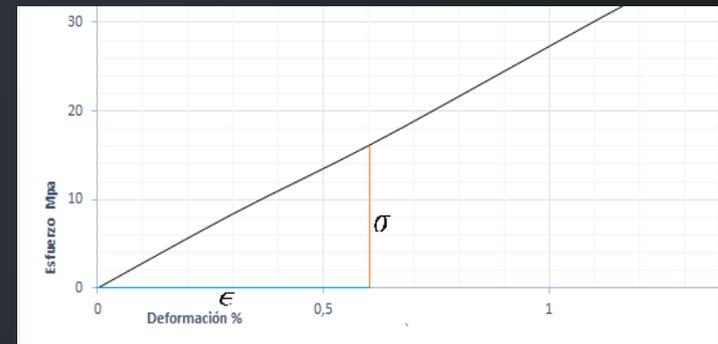
Donde

σ = Esfuerzo normal a tracción

ϵ = Deformación

$$Tg\theta = \frac{16 \text{ MPa}}{0.6} \times 100$$

$$Tg\theta = 2666 \text{ MPa}$$





Cálculo de la flexión sometida.

$$P = 171,67 \text{ N}$$

$$s_u = 68,58 \text{ MPa}$$

$$b = 13,69 \text{ mm}$$

$$h = 4,39 \text{ mm}$$

$$L = 160 \text{ mm}$$

$$E = 2670 \text{ MPa}$$

$$h = 4,98 \text{ mm}$$

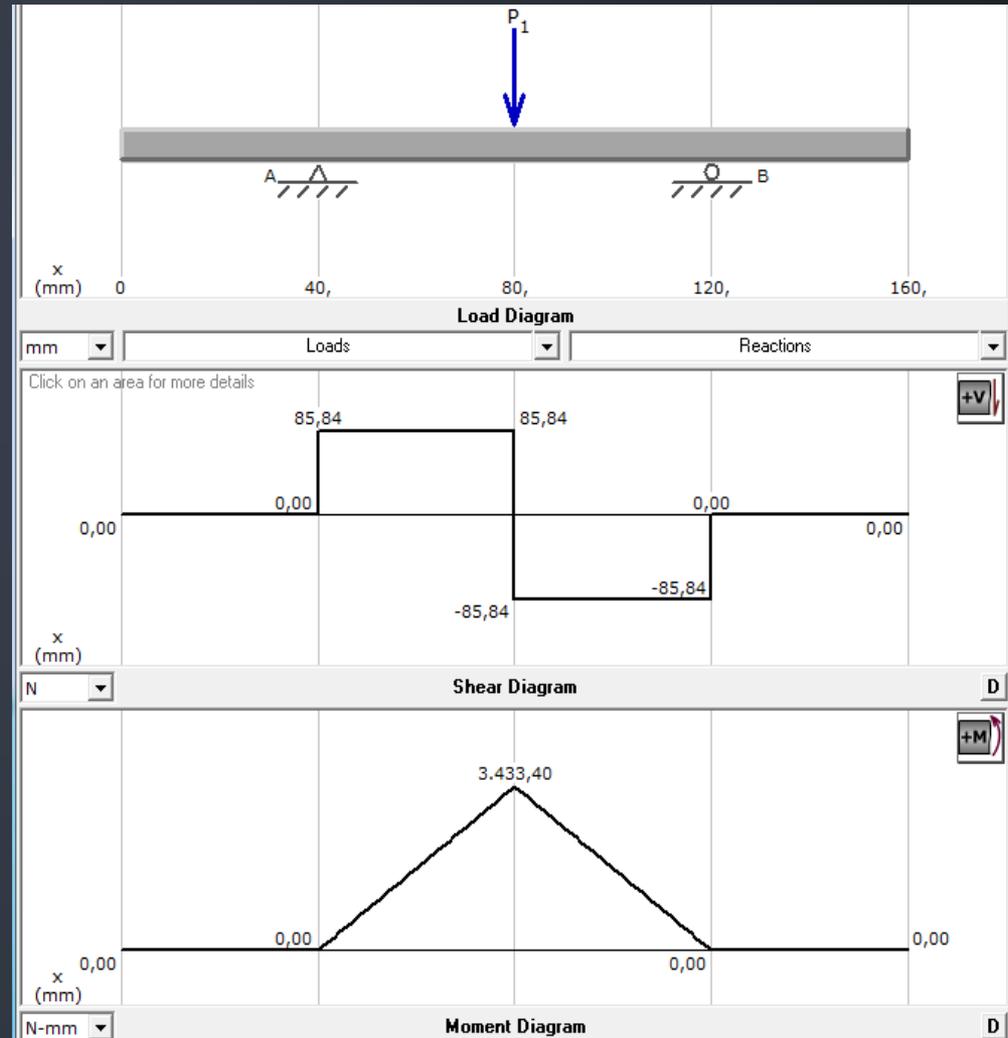
$$R_A = R_B = \frac{P}{2} = \frac{171,67}{2} = 85,835 \text{ N}$$

$$A_1 = (40) \text{ mm} (85,835) \text{ N}$$

$$A_1 = 3433,4 \text{ Nmm}$$

$$A_1 = A_2$$

$$M_{max} = 3433,4 \text{ Nmm}$$





Esfuerzo máximo a tensión

$$b = 13,69 \text{ mm}$$

$$h = 4,39 \text{ mm}$$

$$C = 2,195 \text{ mm}$$

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I = \frac{(13,69 \text{ mm}) \times (4,39 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I = 96,51 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(3433,4 \text{ Nmm})(2,195 \text{ mm})}{96,51 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(7536,313) \text{ Nmm}^2}{96,51 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{7536,313 \text{ N}}{96,51 \text{ mm}^2} \times \frac{1 \text{ MPa m}^2}{10^6 \text{ N}} \times \frac{1000^2 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{max} = 78.08 \text{ MPa}$$

Deflexión máxima

$$Y_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$$

$$Y_{max} = \frac{(171,67 \text{ N})(80 \text{ mm})^3}{48(2670 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})(96,51 \text{ mm}^4)}$$

$$Y_{max} = \frac{7,10 \text{ N} \cdot \text{mm}^3 \text{ mm}^2}{\text{N} \cdot \text{mm}^4}$$

$$Y_{max} = 7 \text{ mm}$$



Probetas a flexión material polímero de parachoques

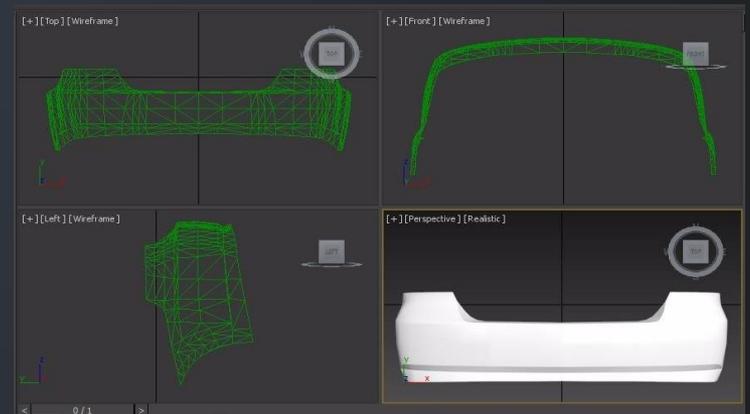
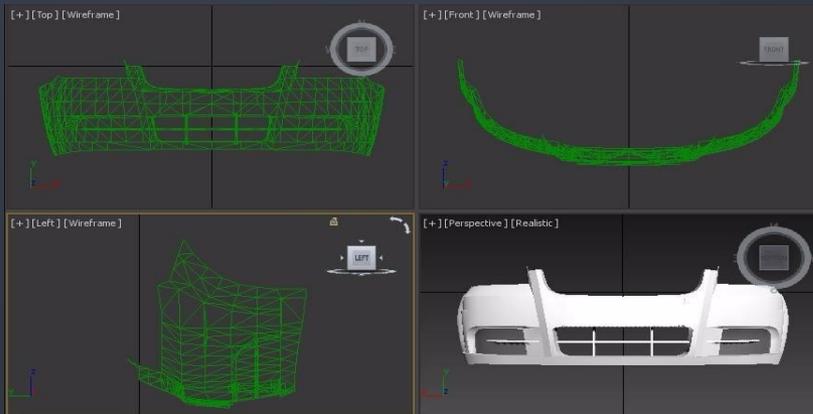
Anc ho (mm)	Espesor (mm)	Áre a (mm ²)	Carga Últim a (N)	Resisten cia Última (MPa)	Módul o Tange nte (MPa)	Deforma ción A la rotura %	Resiste ncia a la fluencia (MPa)
12, 61	3,9 6	49,94	45,0 0	21,95	776	10,90	21





DISEÑO E INGENIERÍA ASISTIDO POR COMPUTADORA DEL PROTOTIPO

Para el desarrollo de los parachoques delantero y posterior se crea una geometría en el programa CAD 3ds Max, este programa trasforma una fotografía en un armazón de alambre



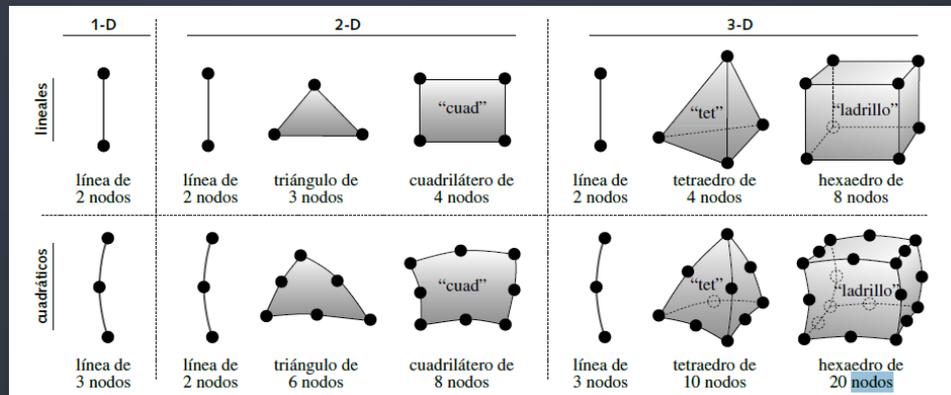


Cumplimiento de estándares de prototipo.

El análisis por elementos finitos (AEF) consiste en dividir la geometría en la que se quiere resolver una ecuación diferencial de un campo escalar o vectorial en un dominio, en pequeños elementos, (puntos interconectados entre si llamados nodos y al conjunto se le conoce como malla)

Tipología

Los expertos no recomiendan el uso de elementos triangulares de 3 nodos o tetraedros de 4 nodos, ya que dan estimaciones imprecisas sobre el esfuerzo y la rigidez. Las mejores estimaciones de esfuerzo son resultado de un elemento cuadrilátero de 4 nodos o un hexaedro de 8 nodos, los cuales tienen deformación lineal a través del elemento





Convergencia jacobiana

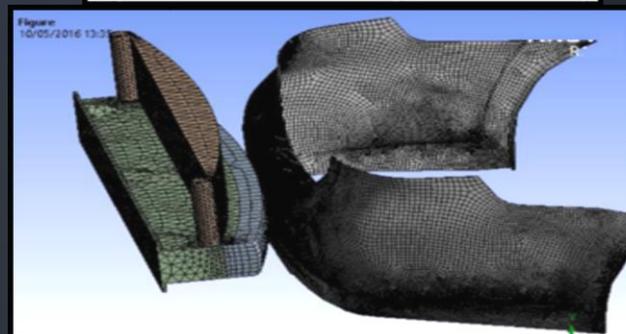
Se basa en trazar la geometría curva de manera más precisa que los elementos lineales del mismo tamaño. Los nodos centrales de las aristas de contorno de un elemento se colocan en la geometría real del modelo. El cociente jacobiano de un elemento tetraédrico parabólico, con los nodos centrales ubicados exactamente en el medio de las aristas rectas, es 1 aumenta a medida que aumentan las curvaturas de las aristas.

PARACHOQUES DELANTERO



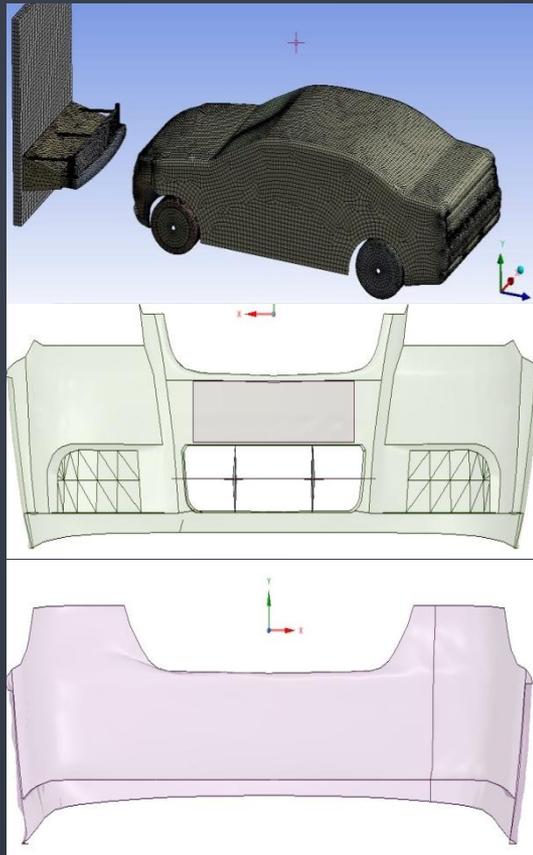
Convergencia jacobiana
1,0819

PARACHOQUES POSTERIOR



Convergencia jacobiana
1,0815

Estudio de impacto,

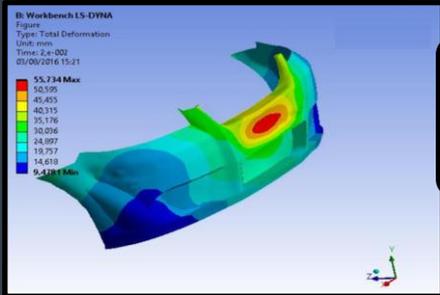


- Se realiza el mallado en el parachoques delantero y posterior.
- Procedemos a poner las condiciones de velocidad a la que se va a realizar el impacto según la norma RCAR a 10 km/h.
- Ejecutamos las condiciones de contorno, esto define el desplazamiento de los elementos.
- Alimentamos al programa con los datos obtenidos en nuestra investigación del polímero y del compuesto, esto datos se encuentran en el capítulo 3 en la cual se escoge como mejor resultado la probeta 2, que se encuentra en la figura 64 para el compuesto, y la probeta 1 para el polímero que se encuentra en la figura 74.
- Se define el tiempo de impacto en 20 milisegundos. (Tajasagar Ambati, 2012, pág. 3)
- Para poder observar la deformación de los parachoques delanteros y posteriores, el tiempo son los mismos para la simulación de los parachoques del polímero y del compuesto



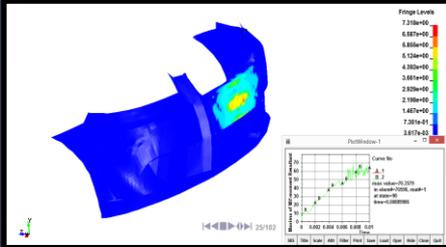
Parachoque delantero
Optra

DEFORMACIÓN MÁXIMA



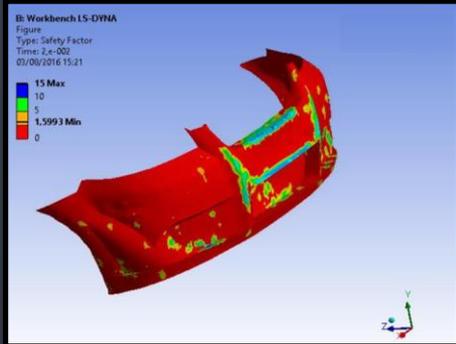
Deformación
máxima
55,734 mm

MOMENTO MÁXIMO



Momento
máximo
70,3 Nmm

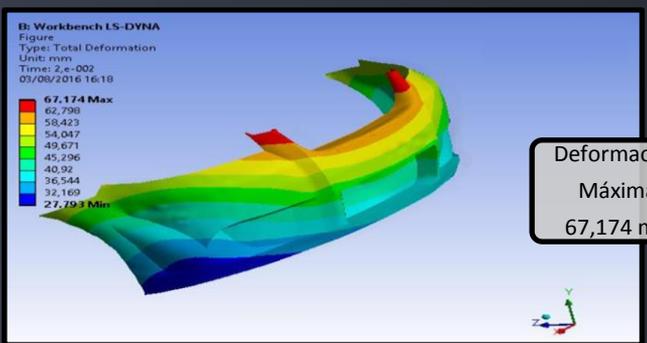
FACTOR DE SEGURIDAD



Factor de
seguridad
1.5993

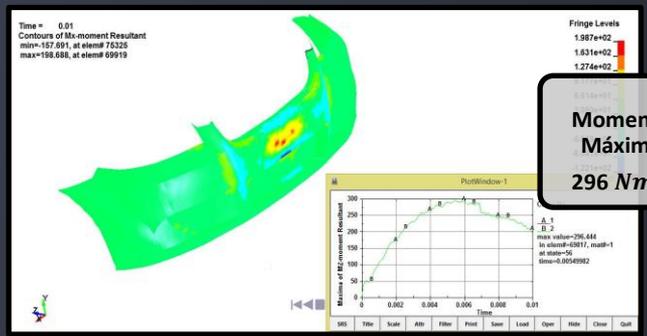


DEFORMACIÓN MÁXIMA



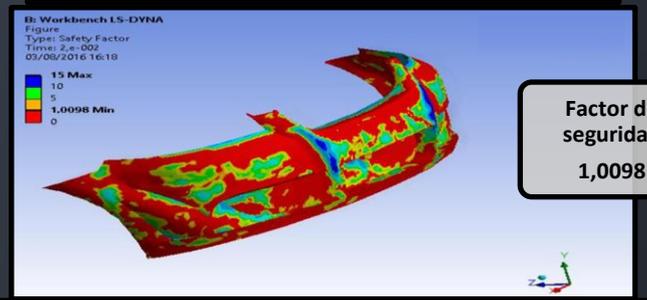
Deformación
Máxima
67,174 mm

MOMENTO MÁXIMO



Momento
Máximo
296 Nmm

FACTOR DE SEGURIDAD



Factor de
seguridad
1,0098

Parachoque
delantero
compuesto
Ábaca



Cálculo de la fuerza de impacto del parachoque delantero con compuesto resina epoxi – abacá

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot (1245 \text{ kg}) \cdot (2,778 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$E_C = 4803,24 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$F = \frac{E_C}{d}$$

$$F = \frac{4803,24 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,067174 \text{ m}}$$

$$F = 71504 \text{ N}$$

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(296 \text{ Nmm})(1,95 \text{ mm})}{246,552 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(577,2) \text{ Nmm}^2}{246,552 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = 2,34 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de diseño

$$\sigma_d = \frac{S_u}{15}$$

$$\sigma_d = \frac{68,58 \text{ MPa}}{15}$$

$$\sigma_d = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \geq \sigma$$

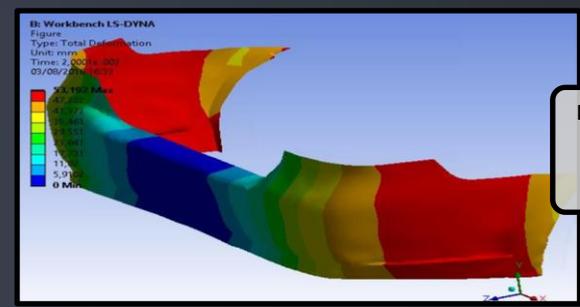
$$4,5 \text{ MPa} \geq 2,34 \text{ MPa}$$

FORMA DE CARGA	MATERIAL DÚCTIL	MATERIAL QUEBRADIZO
Estática	$\sigma_d = \frac{S_y}{2}$	$\sigma_d = \frac{S_u}{6}$
Repetida	$\sigma_d = \frac{S_u}{8}$	$\sigma_d = \frac{S_u}{10}$
De impacto de choque	$\sigma_d = \frac{S_u}{12}$	$\sigma_d = \frac{S_u}{15}$



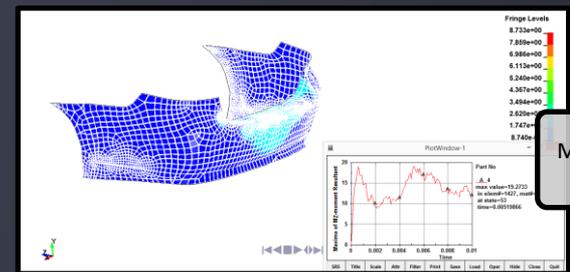
Parachoque posterior
Optra 2008

Deformación máxima



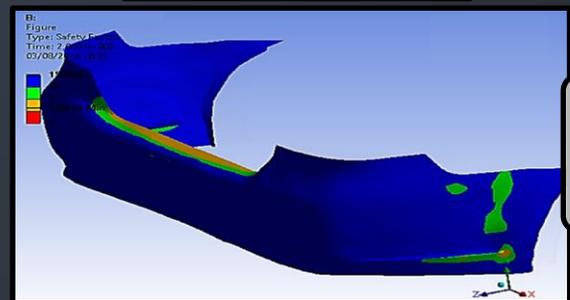
Deformación
Máxima
53,192 mm

Momento Máximo



Momento Máximo
19,2 Nmm

Factor de Seguridad

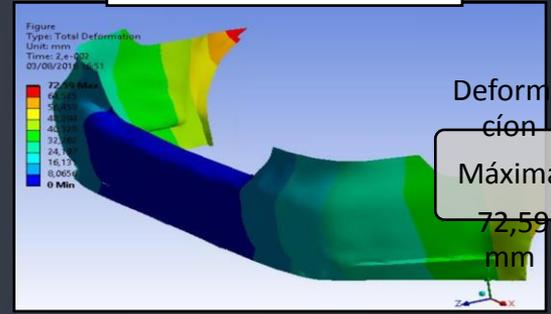


Factor de
seguridad
1,9276



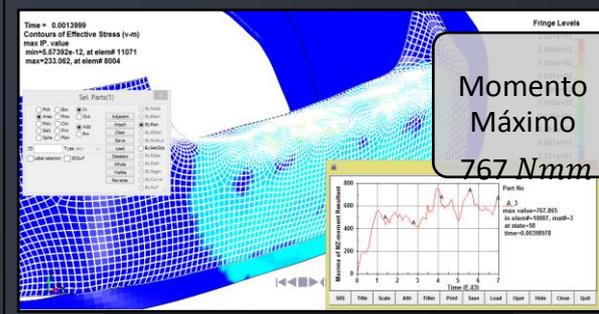
Parachoque posterior compuesto Ábaca

DEFORMACIÓN MÁXIMA



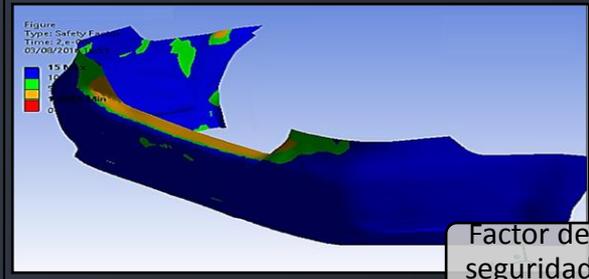
Deformación Máxima 72,59 mm

MOMENTO MÁXIMO



Momento Máximo 767 Nmm

FACTOR DE SEGURIDAD



Factor de seguridad 1,2485



Cálculo de la fuerza de impacto del parachoque posterior compuesto resina epoxi- abacá

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\sigma_d = \frac{S_u}{15}$$

$$\sigma_d = \frac{68,58 \text{ MPa}}{15}$$

$$\sigma_d = 4,572 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \geq \sigma$$

$$4,572 \text{ MPa} \geq 3,44 \text{ MPa}$$

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot (1245 \text{ kg}) \cdot (2,778 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$E_C = 4803,24 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$F = \frac{E_C}{d}$$

$$F = \frac{4803,24 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,07259 \text{ m}}$$

$$F = 66169 \text{ N}$$

$I_x = 544,9711 \text{ mm}^4$ (Resultado obtenido de la simulación software ANSYS figura 91.)

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(767 \text{ Nmm})(2,45 \text{ mm})}{544,9711 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1879,15 \text{ Nmm}^2}{544,9711 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_{max} = 3,44 \text{ MPa}$$



PROCESO DE MANUFACTURA

Construcción de moldes



2 Capas de cera desmoldante.



Primera capa de gel coat esperar 20 minutos.



Segunda capa de gel coat esperar 20 minutos.



Primera capa de resina y fibra de vidrio esperar 10 minutos.



Segunda capa de resina y fibra de vidrio.



Molde parachoque delantero.



Molde parachoque Posterior.





Construcción de parachoques delantero y posterior con refuerzo de fibra de Ábaca y matriz Epoxi



Secado de la fibra a 140 °C por 15 minutos.



Fibra corta.



Aplicación de cera desmoldante 3 veces.



Preparación de la resina epoxi.



Primera capa de resina y fibra de abacá

Segunda capa de resina y fibra de abacá 30mm.



Parachoque posterior de fibra de abacá.

Parachoque delantero de fibra de abacá.





Acabados superficiales



Pulido con lija 80.



Proceso de masillado.



Proceso de pulido.



Proceso de fondeado.



Proceso de pintado.



Pulido con lija de agua 1500.



Pulido.



Proceso de acabo superficial finalizado .





Costos

Recursos utilizados en los guardachoques compuestos resina-abacá. **Análisis del costo beneficio.**

ORD.	DETALLE	CANTIDAD	Costo unitario o USD	TOTAL USD.
1	Resina cretonbond	4 galones	85	340
2	Fibra orgánica	4 kilos	10	40
3	Cera	1 Litro	5	5

Mano de obra de los guardachoques delantero y posterior.

ORD.	DETALLE	Horas	Costo unitario o USD	TOTAL USD.
1	Mano de obra	168	0,60	100.80

Análisis del costo beneficio.

ORD.	DETALLE	CANTIDAD	TOTAL USD.
1	Guardachoque delantero compuesto resina-abacá	1	205
2	Guardachoque posterior compuesto resina-abacá	1	280
3	Guardachoque delantero original	1	223
4	Guardachoque posterior original	1	317



CONCLUSIONES

- Al recopilar la información necesaria, se observó investigaciones anteriores las cuales fueron una guía en el desarrollo del proyecto, así como las bases necesarias para la comprensión y análisis de la temática de resistencia de materiales que fue aplicada.
- Se determinó que en la caracterización del material, los moldes son la base primordial para la realización de las probetas teniendo en cuenta las medidas normalizadas que debe tener cada una de las muestras, influyendo directamente en los resultados finales del material y evitar falencias en datos concluyentes.
- La determinación de las propiedades del material compuesto de fibra natural así como el de los guardachoques originales mediante las pruebas de ensayo de tracción y flexión fueron la de resistencia máxima, modulo tangente, deformación en cada una de ellas las cuales fueron determinantes para la comparación de propiedades de cada material expuesto en el proyecto.



- Se observó la factibilidad del material aplicado en guardachoques delantero y posterior del vehículo Chevrolet Optra 2008, mediante la comparación de propiedades tales como la deformación máxima, esfuerzo máximo, factor de seguridad tanto en base de la fibra de abacá aplicada en los prototipos como, el de guardachoques originales.
- En la fabricación de los guardachoques se determinó que los mejores métodos de conformación fueron mediante la pultrusión y la transferencia de resina, siendo las primeras opciones no obstante el método que los sigue es el moldeo por colocación manual, siendo el óptimo en nuestro caso en economía presentando otras ventajas como su relativa sencillez y no requerir mano de obra especializada, ni inversiones elevadas.

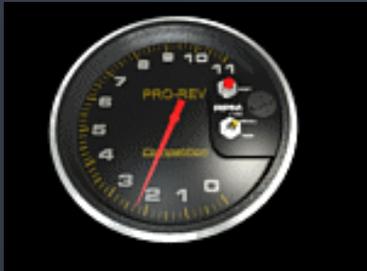




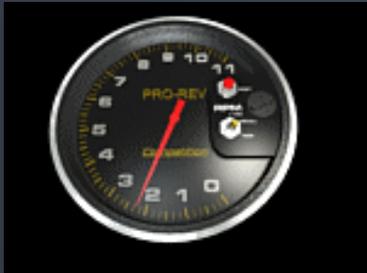
- Al realizar los moldes de parachoques delantero y posterior del vehículo Chevrolet Optra año 2008 fue aplicado mediante los moldes negativos que otorgaban los guardachoques originales así obteniendo los positivos de los moldes(anexo 5 ,a).
- Al fabricar y dar acabados superficiales en los parachoques realizados con el nuevo material a base de la fibra natural de la planta de Abacá se aplicó un proceso minucioso para obtener acabados finos y así obtener ,prototipos finales con una estética similar a la de los guardachoques originales. (anexo 5 ,b).



Recomendacion



- Al realizar las investigaciones necesarias tener en cuenta los lugares de búsqueda adecuada como la página scielo la cual otorga investigaciones certificadas ISBN.
- Tener en cuenta el tipo de fibra a utilizar ya que la gran variedad de abacá otorga varias características en diferentes aplicabilidades que se le desee dar.
- En el desarrollo de los moldes para las probetas utilizar acero mínimo de $\frac{1}{2}$ in, para evitar imperfecciones en el resultado final.



- Al realizar el análisis de los diferentes resultados tener un criterio de diseño así como los conceptos básicos e resistencia de materiales para poder determinar con factibilidad cuál es la mejor muestra y por ende el material más apto ya que el conocimiento en el área de resistencia de materiales y diseño otorgan la interpretación adecuada de resultados.
- En la fabricación de los guardachoques observar las curvaturas de este tipo de piezas ya que es necesario aplicar cera y al desmoldar evitando, en el momento de retirar los moldes que se quiebren



GRACIAS

INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

The logo is circular with a white background and a yellow border. Inside the circle, there is a red hexagon. Within the hexagon, a stylized figure in a blue and white outfit is depicted in a dynamic, almost dancing or falling pose. The figure is surrounded by flames at the bottom. The text "INGENIERÍA MECÁNICA" is written in black, uppercase letters along the top inner edge of the circle, and "AUTOMOTRIZ" is written along the bottom inner edge.