

Prototipo de manija interior del vehículo Golf GTI 2018 marca Volkswagen a base de fibra de coco y poliestireno expandido reciclado para la puerta de ocupantes del lado derecho

Arroyo González Luis Rey (octavo semestre en Ingeniería Automotriz)¹, Camarena Álvarez José María de Jesús (octavo semestre en Ingeniería Automotriz)¹, Rojas Gómez Baruch (noveno semestre en Ingeniería Automotriz)¹, Solano Alonso Arantza Victoria (séptimo semestre en Ingeniería Automotriz)^{1,*}, Morúa Álvarez Nora Del Rocío (profesor responsable)¹, Narváez Garzón Guillermo (profesor asesor)¹ y Maldonado García Adrián (profesor asesor)¹.

¹Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Resumen

La fabricación de piezas para vehículos conlleva una gran cantidad de desechos plásticos, lo que tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la industria automotriz fue responsable de aproximadamente el 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂), lo que agrava aún más la problemática. El uso de materiales orgánicos y biodegradables como la fibra de coco y el poliestireno expandido (unichel) surgió como una solución sostenible y renovable para reducir significativamente la cantidad de residuos plásticos en piezas automotrices, así como logra productos resistentes y duraderos que cumplan con los estándares de calidad del sector. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de manija que incorpore estos materiales sostenibles y renovables. Para esto se realizaron probetas de fibra de coco y unicel a diferentes concentraciones, las cuales fueron sometidas a pruebas Charpy y pruebas de tensión. Se obtuvo que las probetas compuestas de resina epóxica reforzada con fibra de coco a cero grados con poliestireno expandido a 5% v/v (volumen/volumen) sugiriendo que este material es óptimo para producción de manijas, ya que cuenta con una deformación máxima del 13%, y tensiones máximas de 0.736 N/mm². Esta composición fue verificada mediante una simulación en el programa Abaqus/CAE 2020, finalmente se creó un molde de caucho de silicón p-53 para la creación de la manija.

Palabras clave: manija, automotriz, fibra de coco, poliestireno expandido, dióxido de carbono.

*Autor Corresponsal: 187362@iberopuebla.mx

Introducción

La contaminación por autopartes de plástico en México es un problema ambiental creciente que afecta la salud de la población y el medio ambiente. El plástico es uno de los materiales más utilizados en la fabricación de autopartes, desde el parachoques hasta las piezas interiores, debido a su bajo costo y durabilidad. Sin embargo, la producción y el uso de autopartes de plástico tienen un impacto significativo en el medio ambiente y la calidad del aire. En México, la industria automotriz ha crecido en los últimos años, convirtiéndose en una de las principales fuentes de empleo e ingresos del país. Según la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), en 2021 se produjeron en México más de 3.4 millones de vehículos, lo que representa un aumento del 22.6% en comparación con el año anterior [1]. A medida que la producción de vehículos ha aumentado, también lo ha hecho la producción de autopartes de plástico. La producción de autopartes de plástico en México ha sido señalada como una fuente importante de contaminación. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los plásticos son el segundo tipo de residuos más comunes en México, representando el 20% de la basura generada en el país [2]. Gran parte de estos plásticos son de un solo uso y provienen de la industria automotriz. Además, la producción de plásticos para autopartes conlleva la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes en la atmósfera. Esto es especialmente preocupante en la industria automotriz, que es

una de las principales fuentes de contaminación en el país. Es importante señalar que no todas las empresas en la industria automotriz en México incumplen con las regulaciones ambientales. Algunas empresas han implementado prácticas de producción más limpias y han reducido su impacto ambiental. Sin embargo, todavía queda mucho por hacer para mejorar la sostenibilidad en la industria automotriz.

Un ejemplo de empresa mexicana es Zimet Precision Components fabrica manijas de puertas y otros componentes de metal para la industria automotriz. Utilizan aleaciones metálicas como el acero inoxidable y el aluminio para producir estas autopartes [3]. Además, la empresa ha implementado medidas para reducir su impacto ambiental, como la gestión adecuada de residuos y el uso de energía renovable en sus procesos de producción. La producción de autopartes de metal en México puede tener un impacto positivo en la reducción de la contaminación y en el aumento de la sostenibilidad en la industria automotriz.

Es importante que se promueva el uso de materiales alternativos a los plásticos tradicionales en la producción de autopartes. Esto podría incluir el uso de materiales biodegradables y compostables, así como el uso de materiales reciclados.

Considerando la problemática de la contaminación ambiental en México causada por la producción de autopartes de plástico, se ha explorado la alternativa de utilizar materiales más amigables con el medio ambiente, como la fibra de coco y el unicel. Estos materiales ofrecen

ventajas significativas en términos de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y disminución de la huella de carbono [4].

La fibra de coco y el unisel son materiales alternativos que han ganado popularidad en los últimos años debido a su versatilidad y sus beneficios para el medio ambiente. Estos materiales pueden utilizarse en diversas aplicaciones, desde la construcción hasta la producción de envases y productos de consumo [5]. A continuación, se describen las principales ventajas de la fibra de coco y el unisel.

La fibra de coco es un subproducto de la industria del coco que se obtiene de la cáscara del coco. Se utiliza como material de construcción, sustrato para plantas, productos de limpieza y más. La fibra de coco es una alternativa sostenible a otros materiales convencionales como el plástico y la madera, ya que es biodegradable, renovable y no tóxica [6]. Además, la fibra de coco es resistente al agua y a las plagas, lo que la hace ideal para la construcción de edificios y la producción de productos de consumo duraderos [7].

Por otro lado, el unisel es un material espumado que se utiliza comúnmente como aislante térmico en la construcción, así como en la producción de envases y productos de consumo [8]. El unisel tiene varias ventajas, incluyendo su ligereza, su durabilidad y su capacidad para mantener la temperatura [9]. Además, el unisel es reciclable, lo que lo hace una opción más sostenible que otros materiales de empaque como el plástico [10]. En resumen, tanto la fibra de coco como el unisel tienen múltiples ventajas para su uso en diversas aplicaciones. Son alternativas sostenibles a los materiales convencionales y pueden ayudar a reducir el impacto ambiental de la producción y el consumo de bienes y servicios [11].

La combinación de la fibra de coco y el unisel también se está explorando como una alternativa para la producción de autopartes. Estos materiales ofrecen múltiples ventajas en términos de sostenibilidad y durabilidad, lo que los convierte en opciones atractivas para la industria automotriz [12].

La fibra de coco y el unisel pueden utilizarse para crear autopartes como paneles de revestimiento, paneles interiores y otros componentes [13]. La fibra de coco puede proporcionar resistencia y rigidez, mientras que el unisel puede actuar como un aislante térmico y acústico. Además, la combinación de estos materiales puede reducir el peso de las autopartes, lo que puede mejorar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido, se propone el desarrollo de autopartes utilizando una combinación de fibra de coco y unisel. La fibra de coco se utiliza como refuerzo, ya que es un material resistente y ligero que puede mejorar las propiedades mecánicas de la autoparte. Por su parte, el unisel se utiliza

como núcleo, ya que es un material ligero y aislante térmico que puede reducir el peso total de la autoparte y mejorar su eficiencia energética.

Al explorar el uso de la fibra de coco y el unisel en la producción de autopartes, la industria automotriz puede avanzar hacia una producción más sostenible y reducir su impacto ambiental. A medida que se continúa investigando y desarrollando nuevas tecnologías y materiales, la fibra de coco y el unisel pueden jugar un papel importante en la construcción de vehículos más sostenibles y eficientes.

Metodología

Selección del prototipo del molde

Se desmontó una manija de automóvil GTI marca Volkswagen para la realización del molde de la manija a probar.

Proceso de manufactura de probetas para pruebas de tensión e impacto.

Para la obtención de la fibra de coco: se utilizó un kilogramo los desperdicios de la cáscara de coco (Cocos nucifera) el unisel se obtuvo del reciclaje de embalaje, se compró una acetona de cien mililitros, cuatro envases de catalizador TP de veinte mililitros, un kit de resina P-250, cuatro botes de caucho de silicón P53 de un kilogramo, un bote de vaselina de cincuenta gramos, cuatro kits de resina RE-7000-1 de un kilogramo y material MDF reciclado al igual que cartón para la realización de los moldes y probetas.

Con el fin de poder desarrollar un prototipo de manija, fue necesario caracterizar el material utilizado mediante pruebas mecánicas, sin embargo, se realizaron varias versiones de este con el fin de encontrar las proporciones óptimas que ofrecieran las mejores propiedades mecánicas.

Una vez que se definió la fibra de coco como material de refuerzo para las probetas, se procedió a buscar el material óptimo para la realización de las probetas, en este caso se probaron dos resinas base, epóxica y PP-250; Ambas resinas cuentan con una buena tixotropía, bajo nivel de contracción en el secado, y un excelente curado aun en secciones delgadas; Esto las hace excelentes opciones para el desarrollo de autopartes

Se definieron las medidas de las probetas de acuerdo con la norma ASTM-23 la cual rige la prueba Charpy como se muestra en la figura 1.

Las probetas número 1 y 4 tienen diferente concentración de componentes dado que se decidió observar el comportamiento de resina y poliestireno expandido por separado.



Dimensiones de la probeta con entalla en V (Charpy) según ASTM E23

/ Longitud: 55 mm

/ Ancho: 8 mm

/ Espesor: 10 mm

/ La entalla en V está situada en el centro de la probeta y tiene un ángulo de apertura de 45°.

Fig.1. Dimensiones para las pruebas Charpy según norma ASTM-E23.

Se armó un contenedor de cartón y dentro de él se usó un MDF con las medidas de la probeta y posteriormente se vertió el caucho de silicón, para activarlo se usaron ochenta gotas cada cien gramos. El tiempo de espera fue de dos días, se retiró el contenedor de cartón y de esa manera se obtuvo el molde, este mismo procedimiento se usó para la creación de ocho probetas como se muestra en la figura 2.



Fig. 2. Procedimiento de elaboración de moldes de pruebas Charpy.

Para las pruebas de tensión se usó el mismo procedimiento únicamente cambiando las dimensiones del MDF como se

puede ver en la figura 3. las cuales se rigieron bajo la norma ISO 527-2B la cual estipula las medidas de probeta de tensión.

Las composiciones de probetas fueron elegidas por descarte tomando los mejores resultados de la prueba *Charpy*, en este caso se utilizaron tres probetas, la primera constó de resina epóxica reforzada con fibra de coco en una orientación vertical, la segunda consto de resina epóxica reforzada con fibra de coco orientada de manera horizontal, y la tercera de resina epóxica a baja densidad reforzada con fibra de coco, con una orientación vertical



Fig.3 Procedimiento de elaboración de moldes de pruebas de tensión.

Tabla 1. Formulación de los materiales a usar en las pruebas Charpy. *(-) expresa la falta de fibra*

Componentes	Probeta							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fibra de cocoa noventa grados (g)	-	-	-	-	120	-	-	120
Fibra de coco a cero grados (g)	-	120	-	-	-	-	120	-
Fibra de coco multidireccional (g)	-	-	120	-	-	120	-	-
Resina epóxica (ml)	100	30	30	0	30	30	30	0
Activador HD-307 (resina epóxica) (ml)	10	3	3	0	3	3	3	0
Resina PP-250 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	30
Activador K2000 (Resina PP-250) (ml)	0	0	0	0	0	0	0	10
Poliestireno expandido (g)	10	10	10	60	10	10	10	10
Acetona (ml)	10	10	10	10	10	15	15	10

Tabla 2. Formulación de los materiales a usar en la prueba de tensión.

Componentes	Probeta							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fibra de coco noventa grados(g)	-	-	-	-	120	-	-	120
Fibra de coco a cero grados (g)	-	120	-	-	-	-	120	-
Fibra de coco multidireccional (g)	-	-	120	-	-	120	-	-
Resina epóxica (ml)	100	30	30	0	30	30	30	30
Activador HD-307 (resina epóxica) (ml)	10	3	3	0	3	3	3	3
Resina PP-250 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0
Activador K2000 (Resina PP-250) (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0
Poliestireno expandido (g)	10	10	10	60	10	10	10	10
Acetona (ml)	10	10	10	10	10	15	15	10

Realización de pruebas Charpy

La fuerza de impacto se genera mediante una caída de un martillo en un péndulo (Figura 4 y 5).

Esta prueba se realizó en las instalaciones del Tecnológico de Monterrey Campus Puebla ya que contaba con la máquina péndulo de impacto Charpy; En esta prueba la energía de impacto es de 300J con una graduación de 2J y con una velocidad de 5,18 m/s con un peso efectivo de 21.3 Kg.



Fig. 4 Máquina péndulo de impacto Charpy.



Fig. 5 Prueba Charpy.

Realización de pruebas de tensión

Estas pruebas se realizaron bajo la norma ISO 527-2, la cual estandariza una velocidad de prueba de 5mm/min, una fuerza de 5 kN, y una forma de probeta plana. Con la prueba de tensión se identifican las propiedades mecánicas del material y su comportamiento ante la fuerza.

Para esta prueba se prepararon seis probetas con la formulación de la tabla 2 ya que se descartó materiales dado los resultados presentados en las pruebas Charpy. En estas pruebas se realizó una simulación en el programa Abaqus, para ello se creó el CAD y posterior se le añadió el módulo de Young obtenido de las gráficas de tensión esfuerzo-deformación (Figura 6,7 Y 8.)

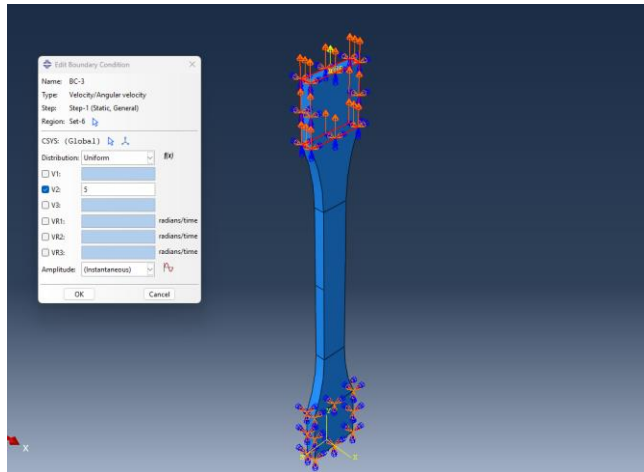


Fig. 6 Simulación con velocidad de 5 mm/s

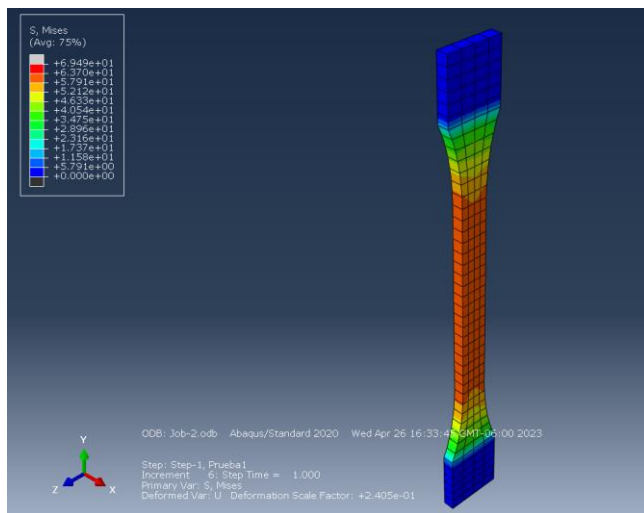


Fig. 7 Simulación final.

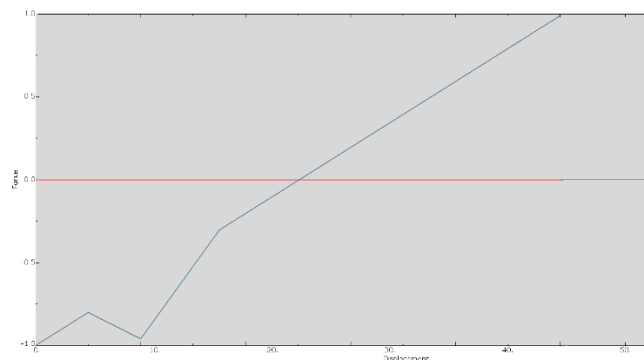


Fig. 8 Tabla Fuerza-Desplazamiento

Los resultados de las pruebas Charpy y de tensión obtenidos indicaron la formulación y dirección de fibra de coco que se utilizaría para el diseño del prototipo final.

Resultados y Discusión

Pruebas de Charpy

Las probetas se cortaron en dos y una en tres partes y fueron un total de diecisiete pruebas realizadas.

Tabla 3. Resultados para pruebas Charpy

Probeta	Disposición de la probeta	Ruptura	Fuerza soportada (J)
1	Horizontal	Afirmativo	44
2	Vertical	Negativo	24
3	Horizontal	Negativo	4
4	Vertical	Negativo	3
5	Vertical	Afirmativo	2
6	Vertical	Afirmativo	2
7	Horizontal	Afirmativo	9
8	Vertical	Afirmativo	1.5
9	Vertical	Afirmativo	1
10	Vertical	Afirmativo	6
11	Horizontal	Afirmativo	21
12	Horizontal	Afirmativo	53
13	Horizontal	Afirmativo	30
14	Vertical	Afirmativo	16
15	Vertical	Afirmativo	10
16	Vertical	Afirmativo	8
17	Vertical	Afirmativo	8

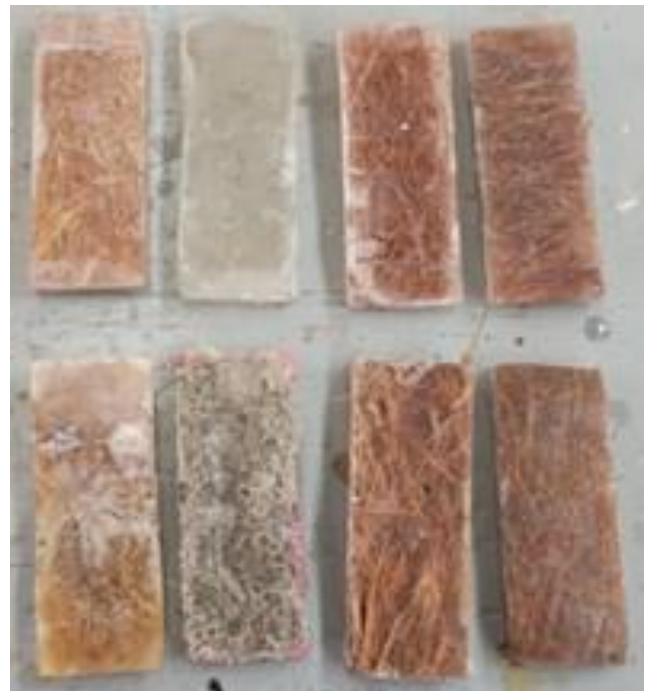


Fig. 6. Probetas realizadas con distintas composiciones.

A través de estos ensayos pudimos determinar las tenacidades de cada probeta, en este caso, nuestras observaciones se centran en las probetas que no se rompieron las cuales constan de resina epóxica con un refuerzo de fibra de coco (Probeta No. 2, 3 y 4.) y en las probetas de resina epóxica a baja densidad y refuerzo de fibra de coco (Probeta No. 11, 12 y 13), dado que la fuerza soportada fue de 21, 53 y 30 J respectivamente

Por otro lado, podemos ver que las probetas compuestas por resina P-250 se rompieron con suma facilidad (Probeta No.6 , 7, 8,9 y 10), estas poseían una alta dureza, pero eran sumamente frágiles ya que al momento de romperse generaron bastantes pedazos, esto ocurrió de igual manera con el poliestireno expandido combinado con resina epóxica (Probeta No. 5)

Pruebas de tensión

Tabla 4. Resultados para pruebas de tensión

Nombre	M. Elástico	Pend. Standard	LE1 Fuerza	LE1 Tensión
Parámetros	Fuerza 10-20N	Fuerza 10-20N	0.2%	0.2%
Unidades	N/mm2	N/mm2	N	(N/mm2)
Resina epóxica cero grados	20.03	20.03	36	0.18
Resina epóxica cero grados	31.68	31.68	44.26	0.22
Resina epóxica noventa grados	1.59	1.59	--	--
Resina epóxica noventa grados	4.96	4.96	20.58	0.10
Resina epóxica noventa grados	652.60	652.60	45.02	0.22
Resina epóxica cero grados a baja densidad	506.48	506.48	429.15	2.14
Resina epóxica noventa grados a baja densidad	528.61	528.61	-35.92	-0.17
Resina epóxica noventa grados a baja densidad	1.67	1.67	19.98	0.09



Fig. 7. Probetas para ensayo de tensión.

Los resultados obtenidos de estas pruebas nos arrojaron que la probeta de resina epóxica a cero grados con baja densidad fue la que tuvo una fuerza de 429.15 N, que en comparación con las demás fuerzas esta fue de mayor resistencia como se puede ver en la tabla 4.

Tabla 5. Resultados para M. Plastico10-20N, Pend. Standard 10-20N, fuerza 0.2%, tensión 0.2%.

Nombre	LE 1 Desplazamiento	LE 1 Deformación	Max. Fuerza	Max Tensión
Parámetros	0.2%	0.2%	Calc. at Entire A.	Calc. at Entire A.
Unidades	Mm	%	N	N/mm2
Resina epóxica cero grados	1.78	0.89	106.01	0.53
Resina epóxica cero grados	1.62	0.81	147.34	0.73
Resina epóxica noventa grados	--	--	52.41	0.26
Resina epóxica noventa grados	3.1	1.55	61.71	0.30
Resina epóxica noventa grados	0.91	0.45	353.17	1.76
Resina epóxica cero grados a baja densidad	1.24	0.62	616.11	3.08
Resina epóxica noventa grados a baja densidad	0.72	0.36	225.22	1.12
Resina epóxica noventa grados a baja densidad	7.77	3.88	29.48	0.14

En la tabla 5. se puede observar el mismo parámetro de resistencia de fuerza de la probeta de resina epóxica a cero grados y baja densidad

Fig. 8 Resultados para desplazamiento 0.2%, deformación 0.2%, Fuerza máxima, tensión máxima

Nombre	Max. Desplazamiento	Max. Deformación	Rotura Fuerza	Rotura de Tensión
--------	---------------------	------------------	---------------	-------------------

Parámetros	Calc. at Entire A.	Calc. at Entire A.	Sensibilidad ad 10	Sensibilidad ad 10
Unidades	mm	%	N	N/mm ²
Resina epóxica cero grados	25.79	12.89	--	--
Resina epóxica cero grados	25.98	12.99	--	--
Resina epóxica noventa grados	100.19	50.09	--	--
Resina epóxica noventa grados	92.86	46.43	--	--
Resina epóxica noventa grados	0.9	0.45	--	--
Resina epóxica cero grados a baja densidad	1.71	0.85	--	--
Resina epóxica a noventa grados y baja densidad	0.45	0.22	--	--
Resina epóxica noventa grados y baja densidad	28.35	14.17	--	--

Mediante los resultados obtenidos en la prueba de tensión, podemos realizar observaciones de cada probeta, en este caso la probeta de resina epóxica a baja densidad, reforzada con fibra de coco orientada de manera vertical, tuvo una alta resistencia a la tracción (616.1 N), sin embargo, es muy frágil por lo que no es un buen material candidato para la manija. Posteriormente tenemos resina epóxica reforzada con fibra de coco orientada de manera horizontal, este material tuvo una larga zona de deformación llegando a un 50.10%, sin embargo, no obtuvo buenos resultados en cuanto a la fuerza máxima soportada llegando a 61.71 N, por lo que fue descartada como candidato para realizar la manija.

Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

Referencias

1. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (2021). **Industria Automotriz en México**. 15(2), 102-121. (Activo febrero 2023)
2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021) (s.f.). **Gestión Integral de Residuos**. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html#tema7> (Activo marzo de 2023).
3. Zimet Precision Components. (2021). **Sobre nosotros**. <https://zimetpc.com.mx/sobre-nosotros/> (Activo abril de 2023)

En estos resultados pudimos concluir que la resina epóxica a baja densidad reforzada a cero grados fue sumamente resistente llegando a una resistencia pico de 616.1 N, sin embargo, el desplazamiento de la ruptura del material fue demasiado corto, siendo un material sumamente duro y frágil.

El material con resina epóxica a noventa grados resultó ser sumamente dúctil, con una zona de deformación mayor a 120 mm, sin embargo, no tuvo una resistencia máxima destacable, por lo cual no es un candidato para el desarrollo de la manija.

El mejor material para el desarrollo de la manija es resina epóxica reforzada con fibra de coco a cero grados con poliestireno expandido al 5%, esta composición fue verificada mediante una simulación en el programa Abaqus/CAE 2020, arrojando deformaciones máximas del 13%, y tensiones máximas de 0.736 N/mm².

En la Figura 8 se muestra el molde de la manija.



Fig. 8. Molde final de la manija.

Finalmente, la Figura 9. Muestra de la manija sin pulir.



Fig. 9. Molde final de la manija.

4. Mazón Ortiz, G. E. (2017). *Caracterización mecánica del material compuesto de matriz poliéster con fibra de coco para la determinación de propiedades mecánicas en aplicaciones industriales* (Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica). <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25131> (Activo abril de 2023)
5. Delgado Arcentales, F. R. (2018). *Obtención de materiales compuestos híbridos de matriz poliéster reforzados con fibra de coco y fibra de vidrio para la elaboración de tableros*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5418> (Activo marzo del 2023)
6. Trejos Taborda, J. D. (2017). *Propiedades mecánicas de una matriz de poliéster reforzada con fibra de coco comparadas con la misma matriz reforzada con fibra de vidrio*. <https://repositorio.utp.edu.co/items/f890340b-209e-492e-8212-3aa4917a3757> (Activo abril de 2023)
7. Contreras Herrera, A. (2018). *Caracterización mecánica de un material compuesto sustentable de Fibra de coco con matriz polimérica*. Tesis: <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/4992/1/PAL016757.pdf>
8. González Pérez, S. E. (2017). *Comparación de las propiedades mecánicas y características físicas de bloques de concreto y bloques de concreto con adición de poliestireno expandido* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala). <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/7011> (Activo abril del 2023)
9. Rodríguez Martínez, J. S. *Poliestireno expandido (EPS) en obras de ingeniería civil, experiencias frente a una problemática ambiental*. Tesis. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/50145> (Activo abril 2023)
10. Quintero Peña, C. H. (2018). *Reciclaje termo-mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios*. Tesis. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/762>
11. Arthuz-López, L., & Pérez-Mora, W. (2019). *Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial*. *Informador técnico*, 83(2), 209-219. https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1638
12. Montanez, A. L., & Uzcátegui, I. (2019). *Utilización de la fibra de coco como sustituto del Amianto en los procesos industriales*. *Revista ingeniería UC*, 16(2), 20-26. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70717501004.pdf>
13. Pruna, L., Velasco, F., Chachapoya, F., & Paredes, C. (2020). *Elaboración de la fibra de coco en tejido plano como matriz de refuerzo para la construcción de un retrovisor*. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (24), 81-86. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-860X2020000200081&script=sci_arttext