

# PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRAS NATURALES EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

*Tadeusz Majewski<sup>1</sup>*

*Andrzej Błędzki<sup>2</sup>*

---

## RESUMEN

El siguiente artículo trata de plásticos reforzados con fibras naturales y sus aplicaciones, principalmente en la producción de autopartes. Estos materiales tienen algunas propiedades que pueden dar cumplimiento a nuevos reglamentos establecidos para proteger el ambiente. Este artículo muestra las propiedades de los plásticos, fibras naturales y artificiales, plásticos reforzados con ellos y partes fabricadas con estos materiales. Se menciona, además, a los líderes en el sector automotriz y las partes plásticas usadas en diferentes vehículos.

**Palabras clave:** plásticos, plásticos reforzados, fibras naturales, partes automotrices.

## ABSTRACT

This paper presents the applications of natural fibers and plastics reinforced with natural fibers; especially when used in automotive components. Reinforced plastics have certain properties which fulfill environmental requirements. Natural fibers such as jute, flax, hemp, kenaf, and wood are used in many automotive components. This paper presents the properties of plastics, and natural and artificial fibers as well as a discussion of leaders in the automotive industry, and examples of auto parts made of modern reinforced plastics used in some popular vehicles.

**Key words:** plastics, reinforced plastics, natural fibers, automotive parts

---

<sup>1</sup>Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Ingeniería Industrial y Mecánica  
Sta. Catarina Mártir, Cholula, PUE 72810, México, Phone +52 (222) 229 26 73  
tadeusz.majewski@udlap.mx

<sup>2</sup>Universität Kassel, Institut für Werkstofftechnik, Germany  
West Pomeranian University of Technology Szczecin, Poland  
andrzej.bledzki@gmx.de

## INTRODUCCIÓN

Los plásticos reforzados por diferentes fibras tienen muchas aplicaciones en la industria, particularmente en el sector doméstico, automotriz y aeronáutico. Uno de los primeros plásticos reforzados con fibras naturales para vehículos fue aplicado para defensas en vehículos de Ford en los años 1930s. El desarrollo de nuevos plásticos antes y después de la segunda guerra mundial y los métodos de producción de las partes automotrices con este material, hicieron que estas piezas fueran muy populares. Las partes de plástico eliminaron algunas partes de metal, especialmente cuando su resistencia mecánica no era de gran importancia. Más tarde aparecieron las fibras artificiales (vidrio o carbono), que brindaron grandes posibilidades a la producción de partes ligeras y muy resistentes; actualmente se usan en la industria aeronáutica para la fabricación de nuevos aviones. Los aviones militares modernos han utilizado los compuestos de polímeros reforzados con fibras desde hace dos décadas. Ecambio, los aviones civiles han adaptado esta tecnología militar en el uso de plásticos reforzados con fibra de carbono; por ejemplo el Dreamliner Boeing, Airbus (fuselaje, alas, tanques), helicópteros (hélices). Estos adelantos representan la disminución de la masa del avión, lo que permite llevar más pasajeros y ahorrar combustible. Cada vez se utiliza más el plástico para remplazar distintas partes de los aviones en lugar del acero y el aluminio.

La industria automotriz es mucho más grande que la industria aeronáutica. Se espera que en el año 2013 la producción mundial de vehículos para pasajeros alcance un nivel de 60 millones de coches. La producción de vehículos para uso especializado también es muy grande, por lo que esta industria emplea mucha energía, metales y plásticos. Los fabricantes buscan nuevos materiales para disminuir el precio del vehículo y cumplir las exigencias relacionadas con el ambiente que son cada año más estrictas. El uso de más materiales compuestos permite disminuir el costo y hace del reciclaje de los vehículos al fin de su vida útil un proceso más sencillo.

## PLASTICOS

Los plásticos sintéticos son polímeros derivados del petróleo, el gas natural o el carbón. Estas macromoléculas tienen excelentes propiedades físicas: flexibles, duraderas, livianas, versátiles, no se oxidan y son de bajo costo. Los plásticos se suelen clasificar en función de su comportamiento en presencia de calor: termoplásticos (polipropileno PP, poliestireno PS, cloruro de polivinilo PVC, polietileno PE, acrilonitrilo butadieno estireno ABS, politereftalato de etileno PET) y termoestables (epoxi, poliuretano PUR, resinas fenólicas PH baquelitas, melanina, duraplast). Los procesos de manufactura para la fabricación de piezas plásticas más usadas son: extrusión y moldeo por inyección.

Para obtener algunas propiedades adicionales, se usan aditivos como: estabilizadores de luz ultravioleta (anti-UV), ignífugos, antioxidantes, protectores de humedad, espumantes, plastificantes, antiestáticos, antibacteriales.

Los plásticos tradicionales (PE, PP, ABS, PET, entre otros), son materiales artificiales y no existen mecanismos en la naturaleza para su rápida degradación. Las demandas con respecto a los plásticos aumentan todo el tiempo. Se busca que los plásticos sean más baratos y amistosos con el ambiente, además de tener la posibilidad de ser renovables y más fáciles de usar en la producción, haciendo uso de una menor cantidad de energía. Los ingenieros buscan los materiales con mejores propiedades mecánicas y con más aplicaciones con respecto a los materiales que existen actualmente.

Los plásticos pueden ser también naturales, se denominan bioplásticos. Estos pueden ofrecer una reducción en la dependencia de combustibles fósiles y sus impactos sobre el ambiente. El bioplástico es un material polímero fabricado a partir de materias primas naturales (como azúcar, almidón, celulosa, patatas, cereales, melaza, aceite de soya, maíz, etc.); estas son procesadas por organismos vivos (hongos, bacterias o algas), por lo que casi no producen contaminación en su

producción, y es biodegradable. Este tipo de materiales tienen la misma resistencia y rigidez del plástico estándar, por lo que se usa en embalajes y empaques (en algunos países de Europa se utiliza ya como material para el empaque/embalaje de productos alimenticios), en botellas, espumas, productos higiénicos y juguetes. La producción mundial de bioplásticos aumentó cada año 38% en el periodo 2003 - 2007, en Europa fue 48%, y se espera que la producción mundial alcance un nivel 2.3 millones de toneladas para el año 2013. La más importante producción será de plásticos de almidón, ácido poliláctico (PLA) producido vía ácido de azúcar fermentada, y polyhydroxyalkanoate (PHA, PHAs) producido de aceites vegetales (Fomin, 2001; Fredric-Selin, 2002; Kolybaba et al., 2003; Bioplastics Magazine, 2010). Los bioplásticos pueden tener grandes aplicaciones en la producción de cintas para empaques de alimentos. La mayoría de las cintas de bioplástico cumplen el estándar europeo para la descomposición de polímeros (EN 13432) y el americano (ASTM D 6400) pero en partes rígidas no (Leaversuch, 2002; Tharanathan, 2003). El equipo existente para plásticos tradicionales puede ser usado para la producción de partes rígidas de bioplásticos. Los bioplásticos son biodegradables como el PLA, PSM (almidón de polímero) y PHB (polihidrobutirato), pero también existen bioplásticos no biodegradables como la Quitrina, el PA-11 (poliamida 11) o el polietileno obtenido 100% a partir de etanol de caña de azúcar.

## FIBRAS

Para las partes más resistentes se usan los plásticos reforzados con fibras. El contenido de matriz y fibras en un elemento definen sus propiedades finales. Las fibras se pueden agrupar en dos grupos; artificiales y naturales.

Las fibras artificiales tienen muchas aplicaciones en las estructuras que exigen grandes resistencias mecánicas. Las más importantes son de vidrio y carbono.

Fibra de carbono – tiene muchas aplicaciones: como refuerzos mayormente empleados en la fabricación de compuestos de altas características mecánicas (aviones, helicópteros, vehículos espaciales, cohetes, barcos, automóviles de carreras, bicicletas, raquetas de tenis,

cañas de pescar). Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico, pero con menor resistencia al impacto que el acero. Presenta buena resistencia a agentes externos, gran capacidad de aislamiento térmico y resistencia a las variaciones de temperatura. Aproximadamente el 75% se utiliza en materiales compuestos con polímeros termoestables.

Fibra de vidrio - tiene un menor costo que la fibra de carbono y muchas aplicaciones industriales como: kayak, cascos de veleros y lanchas, terminaciones de tablas de servicio o esculturas, etc.

Estos materiales presentan buena resistencia mecánica, pero tienen como desventaja, la baja o nula biodegradabilidad, su alto costo y la gran cantidad de energía necesaria para su producción.

Las fibras naturales pueden remplazar a las fibras sintéticas tradicionales (vidrio, carbono, aramida) en diferentes aplicaciones industriales por sus propiedades de reciclaje y reproducción. Debido a la creciente demanda por parte de las autoridades ambientales por una utilización de materiales amigables con el medio ambiente, y con el deseo industrial de reducir el costo de las fibras utilizadas tradicionalmente como refuerzo para materiales compuestos, se ha incrementado su uso durante los últimos años.

Las fibras naturales se pueden obtener de diferentes plantas. Algunas fibras se obtienen desde el vástago de la planta. Por ejemplo:

- El yute (corchorus) es extraído de la corteza de la planta de yute blanco. Éste florece en áreas de tierras bajas tropicales con una humedad del 60% al 90%. La fibra de yute es larga, suave y brillante, con una longitud de 1 a 4 metros y un diámetro de entre 17 a 20 micras. Es una de las fibras naturales vegetales más fuertes y sólo está en segundo lugar después del algodón en términos de cantidad de producción. El yute tiene las siguientes propiedades: altamente aislante y antiestático, moderada reabsorción de humedad y baja conductividad térmica. Bangladesh y Bengala Occidental en India son los principales productores mundiales de yute. Otras fibras de este grupo son: kenaf (Hibiscus), lino (Linum usitatissimum), cáñamo (Cannabis sativa), ramio (Boehmeria).

Un segundo grupo lo forman las fibras de hojas como:

- La fibra de sisal que se obtiene del Agave sisalana. La robusta planta crece bien en una variedad de climas calientes, incluyendo áreas secas no utilizables para otros cultivos. Luego de la cosecha, sus hojas se cortan y aplastan para separar la pulpa de las fibras. La fibra de sisal mide aproximadamente 1 metro de longitud con un diámetro de 200 a 400 micras. Es usada como refuerzo en materiales plásticos compuestos, particularmente en componentes automotores, pero especialmente en muebles. El sisal es cultivado para fibra en Brasil, China, Cuba, Kenia, Haití, Madagascar y México.

- La fibra Abacá pariente cercana del banano es una fibra de hoja compuesta por células largas y delgadas que forman parte de la estructura de soporte de la hoja. El contenido de lignina está por encima del 15%. Se extrae de la vaina de las hojas que rodean el tronco de la planta de abacá (*Musa textilis*). Su cosecha es laboriosa. El abacá es valorada por su gran resistencia mecánica, resistencia al daño y por el largo de su fibra (de 3 metros). Se usa para reforzar termoplásticos moldeados en la industria automotriz. Las fibras cortas del corazón se emplean en productos de aislamiento, tableros de fibra y materiales de control de erosión. Otros miembros de este grupo son cactus y piña.

Las fibras de bambú, coco, cáscaras de algodón, arroz, las pajas de gramíneas, trigo o arroz e incluso bagazo, se usan como refuerzos de los plásticos.

Como una ventaja adicional, las fibras naturales son más fáciles de procesar y son mucho menos dañinas para la salud de los trabajadores que las manipulan. Los compuestos reforzados con fibras naturales son especialmente atractivos para las naciones en desarrollo ya que muchas cultivan cáñamo, yute y lino. (Gassan at al., 2001: Suddell at al., 2005: Majewski at al., 2007: Bledzki at al., 2007: Kozłowski at al., 2008: Bledzki y Jaszkiwicz, 2008: Bledzki at al., 2008).

Todos los tipos de fibras de madera pueden combinarse con polímeros en la creación de WPC (Wood Plastic Composite). Las fibras de madera se añaden como pellets, cubos o fibras trituradas y molidas. Para mejorar la uniformidad de la fibra y mejorar su potencial como refuerzo, las fibras se fraccionan y desbastan de la superficie de la fibra para mejorar la adhesión a la matriz polimérica. Para mejorar la interface entre los componentes, se usa un agente acoplante en porcentaje de 2 a 4%. La fibra de madera es fabricada por el corte mecánico de la máquina, por lo tanto, no se requiere una gran cantidad de energía, ninguna carga de agua ni productos químicos. Los materiales se preparan como granulados.

En los últimos años, se comenzó la producción de nuevas generaciones de fibras de celulosa sintética, desafortunadamente en este momento tienen costos bastante elevados.

En tabla 1 se presentan algunas propiedades de las fibras artificiales y vegetales (Kozłowski at al., 2008: Faruk at al., 2010).

Tabla 1. Propiedades de las fibras

Propiedades	Fibras							
	E-vidrio	Carbono	Lino	Cáñamo	Yute	Sisal	Abacá	Algodón
Densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	2.55	1.75	1.4	1.48	1.46	1.33	1.5	1.51
Resistencia a la tracción [MPa]	2400	2400-5600	800-1500	550-900	400-800	600-700	400-1300	400
E-modulo [GPa]	73	300-500	60-80	70	10-30	38	45	12
Modulo específico [E/densidad]	29	170-285	26-46	47	7-21	29	30	8
Elongación a rotura [%]	3	0.3-2	1.2-1.6	1.6	1.8	2-3	2.7	3-10
Absorción del agua [%]	-	-	7	8	12	11	8-10	8-25

## MATERIALES COMPUESTOS

Los materiales compuestos se fabrican combinando dos o más materiales que son: la matriz (plástico), material de refuerzo (fibras o partículas) y aditivos. La matriz junta las fibras, transfiere la carga, da la forma de una estructura, separa las fibras y provee un acabado superficial de buena calidad que protege de la influencia del medioambiente. Cuando empezaron la producción de vehículos, usaron materiales que se podían encontrar en la naturaleza sin necesidad de hacer alguna aleación o proceso extra, por ejemplo, la defensa del primer coche FORD.

Con el desarrollo de la tecnología en plásticos sintéticos, su uso ha sido más común en la industria. En la actualidad se refuerzan con fibras artificiales para mejorar sus propiedades. Los plásticos, especialmente los reforzados por fibras artificiales, fueron una fuente grande de contaminación del ambiente.

En Europa la aplicación de compuestos en el sector automotriz se realizó desde los años cincuentas. La foto Fig. 1 muestra el auto TRABANT producido en Alemania Oriental (1957-1991), la carrocería de plástico (resina fenólica) reemplazó el acero. Para disminuir el peso del vehículo Chevrolet Corvete de 1953, se fabricó el chasis de fibra de vidrio.



*Figura 1. Trabant Modelo P601 Universal (1972)  
producido por DDR*

Los principales motivos de la introducción de las fibras naturales en el sector automotriz son: reducción relativa de la masa (cerca de 10%), mejores propiedades mecánicas, buen funcionamiento con gran estabilidad, sano uso y manipulación en comparación con la fibra de vidrio; no emite humos tóxicos en condiciones de

calor, es un recurso continuamente renovable de una materia prima, balance entre ambiente y uso de energía, reciclaje del material renovable por incineración con recuperación de la energía o por remolido, y ventajoso en cuestión de costo en comparación con las estructuras tradicionales.

Los vehículos al fin de su vida útil producen en la Unión Europea de ocho a nueve millones de toneladas de residuos que deben ser gestionados correctamente. Para reducir al mínimo las repercusiones sobre el medio ambiente, el Parlamento Europeo estableció la Directiva 2000/53/CE con modificaciones M1-M9 a la política sobre gestión de residuos. Otro principio fundamental exige que los residuos se reutilicen y valoricen y que se conceda prioridad a la reutilización y al reciclado. El reciclado de todos los plásticos de los vehículos al fin de su vida útil es uno de los puntos más importantes. La Directiva se aplica a los vehículos al fin de su vida, incluidos sus componentes materiales, así como las piezas de recambio y los accesorios (Directive 2000/53/EC). Según esta Directiva, los Estados miembros garantizan que a más tardar el 1 de enero de 2015, con respecto a todos los vehículos al fin de su vida útil, se aumentará la reutilización y la valorización hasta un mínimo de 95 % del peso medio por vehículo. En este mismo plazo, se aumentará la reutilización y reciclado hasta un mínimo del 85 % del peso medio por vehículo (Directive 2000/53/EC: Subramanian, 2000). Para cumplir las exigencias de la Directiva, todas las compañías del sector automotriz usan ahora las fibras naturales y otros materiales reciclables.

El sector de la construcción, materiales prefabricados para la construcción, muebles, automotriz, de la transformación representa una industria muy grande que usa materiales compuestos reforzados con fibra de madera. Estos elementos funcionan muy bien en un ambiente difícil con la temperatura y humedad. Estos elementos se producen por moldeo directo o por extrusión. El uso de la fibra de madera permite bajar el precio, ahorrar el plástico y hacer más agradable el ambiente. Cuando terminan su vida se pueden recolectar y usar para generar energía, y producen solo dióxido y vapor que se disipan durante su combustión. Actualmente, la producción mundial de WPC es mayor

de 1.5 millones toneladas por año en su mayoría en EEUU.

Los materiales compuestos de matriz termoplástica representan una opción cada vez más común en sectores como automoción, electrodomésticos o mobiliario urbano. El uso de un recurso natural como refuerzo, como la madera de pino, roble, o abeto, supone una serie de ventajas como son: disponibilidad de materias primas, uso de materiales renovables y biodegradables, uso de desechos de otras industrias, reciclabilidad y bajo costo. Desde el punto de vista mecánico, las fibras de madera poseen elevada rigidez y resistencia específica.

Por último, la procesabilidad es buena y su baja dureza reduce la abrasión de los componentes de los equipos de fabricación. En los últimos años, los plásticos reforzados con madera (WPC) están teniendo un auge importante. En una comparación entre distintas situaciones del fin de la vida útil, se señaló que la incineración era probablemente la opción más viable.

El cambio de módulo de elasticidad de plásticos WPC con diferente contenido de madera y su cambio con temperatura se muestra en la Fig.2 (E20 el modulo en la temperatura 20oC y ET en otra temperatura). El aumento de fibra de madera aumenta el módulo de Young pero el aumento de la temperatura disminuye este módulo.

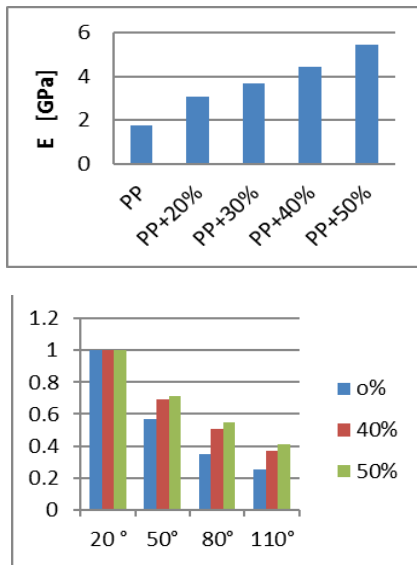


Figura 2. Modulo de elasticidad (a) y su cambio con la temperatura (b) (Majewski at al., 2008)

Con el aumento de madera se disminuye la resistencia al impacto - Fig.3. Si se disminuye el contenido un 10 % de fibra de madera y en su lugar agrega 10% de PAN, entonces la resistencia al impacto se aumenta a 4.7 kJ/m<sup>2</sup> y para una composición de 20% de madera, 20% de PAN y 60% de PP, la resistencia al impacto se aumenta a 7.7 kJ/m<sup>2</sup>. El agregado de la celulosa artificial CORDONKA, también aumenta la resistencia al impacto. Otras propiedades de los plásticos reforzados por fibras naturales están presentadas por los artículos (Williams y Pool, 2000; ÷ Bledzki at al., 2010).

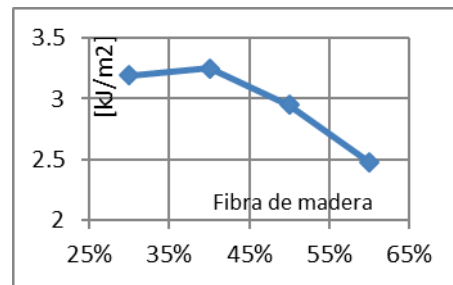


Figura 3. Cambio la resistencia al impacto vs contenido de fibras de madera (Murr at al., 2008)

#### APLICACIÓN AL SECTOR AUTOMOTRIZ

Todos los fabricantes de vehículos cooperan con compañías especializadas en la producción de algunos componentes. Johnson Controls, Lear International y Magna son proveedores a nivel mundial en la fabricación de componentes para automóvil. Los fabricantes de estos componentes deben ser competitivos en precio y funcionamiento, además de cumplir las nuevas normas con respecto al ambiente. Las aplicaciones y las masas típicas usadas de plásticos con fibras naturales son: paneles de la puertas delanteras (1.2 – 1.8 kg), paneles de las puertas traseras (0.8 – 1.5 kg), respaldos de asientos (1.6-2.0 kg), cubierta de cajuela (1.5-2.5 kg), cabeceras (≈2.5 kg), etc. Se espera un aumento continuo de los componentes de autopartes reforzados por biofibras.

La técnica de producción de las partes con un material compuesto con fibras naturales es similar a la producción de plásticos con fibras de vidrio. Cada tecnología de manufactura automotriz tiene sus propias posibilidades y restricciones. El gasto de fabricación de materiales compuestos generalmente es una parte importante del costo total. En Alemania los métodos

más populares de producción de autopartes con fibras naturales son: moldeo por inyección 1%, moldeo por presión para duroplásticos – 35%, y 64% moldeo por presión para termoplásticos. Los experimentos demuestran que algunos polímeros reforzados por fibras naturales pueden ser reusados hasta siete veces. En el moldeo por presión (Fig.4), el material se coloca en el molde abierto y un taco calentado, aplica suficiente calor y presión para ablandar el polímero y llenar la cavidad del molde.

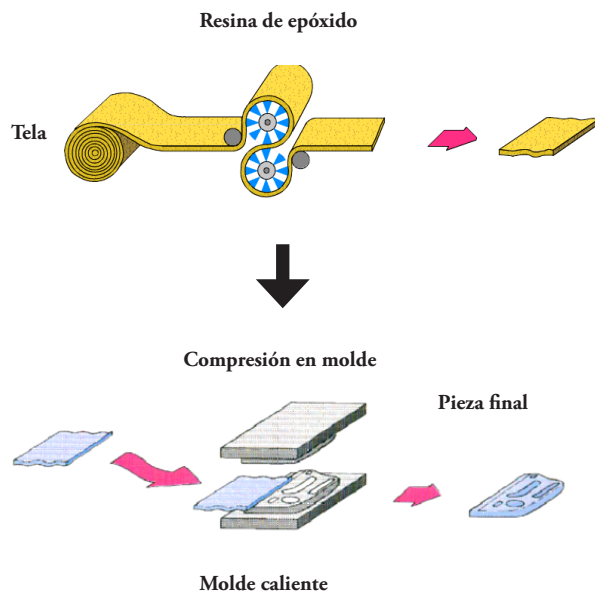


Figura 4. Moldeo por compresión: NF-EP (BMW 5-Series – Johnson Controls)

Jonhson Controls, uno de más grandes proveedores de autopartes, desarrolla y produce la más amplia gama de tecnologías y sistemas interiores para fabricantes automovilísticos de todo tipo. Sus productos incluyen desde componentes específicos hasta interiores completos: sistemas de asientos, paneles de instrumentos y tableros, sistemas de puerta, interiores integrados, sistemas de techo. Usan fibras naturales como madera, lino, yute, sisal, abacá, kenaf, ramio, malla de lana y también celulosa sintética. Estas se juntan con resina de acrilato, melanina, fenol, epoxi poliuretano, fenol poliéster, látex, termoplásticos como PP o Co-PES, acetato de celulosa, ácido poliláctico, resina natural,

lactato. Según los elementos compuestos, la unión se hace por fundición, prensado caliente, prensado frío y extrusión.

La relación entre la resina y la fibra varía entre 5 a 80% para la resina y 20 a 90% para fibras dependiendo del proceso. La última operación de la pieza es su acabado (color o textura de superficie).

Daimler AG es uno de los líderes mundiales en el uso de fibras naturales en sus vehículos. Desde 1995, los paneles de las puertas de los Mercedes Clase G, se construyen con polímeros reforzados con fibras de lino. Sin embargo, debido a su baja resistencia a los impactos y a la humedad, ellas sólo se han utilizado hasta la fecha en componentes interiores tales como en adornos de las puertas y en las maletas de equipaje. Mercedes-Benz Clase A (Fig.5a) tiene 26 piezas hechas de materias primas. El Mercedes-Benz Clase S, que tiene 45 piezas de plástico reciclable y 27 partes de materias primas, es el primer coche con certificado ambiental. Su interior se muestra Fig.6.



Figura 5. Mercedes Benz Clase A (a) y bajo alfombra de PP con la fibra de plátano (b)



Figura 6. Interior de Mercedes Benz Clase S producido por Johnson Controls

Algunas partes de plástico reforzados por fibras naturales usadas por otros fabricantes de automóviles se muestran en Fig.7 - 10. Toyota en su modelo SAI 2009 aumentó el uso de los bioplásticos hasta 60% para las partes interiores – Fig.10.



Figura 7. Panel de instrumentos para GM Opel Astra

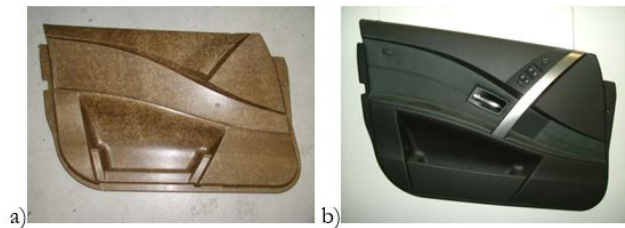


Figura 8. Panel de puerta panel rudo (a) y forma final con lamina espumada y elementos de adorno (b)

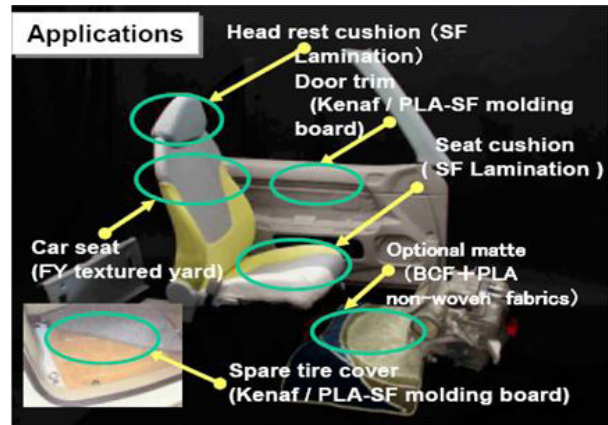


Figura 9. Partes de material compuesto de Toyota Raum

Ford usa los siguientes materiales:

Reciclados (no metálicos):

- Plásticos post-consumidos integrados a: escudos inferiores, bandeja de la batería, alfombras, carcasa de aire acondicionado y calefacción, refuerzo del ventilador, repuesto para parachoques, recubrimientos para el arco de rueda, ensamble del limpiador de aire, revestimiento del techo, tablero de instrumentos, estantes de paquetes insonorización, aislamiento, telas de los asientos.

- Hilos post-industriales hechos en tejidos de los asientos

- Algodón post-industrial de los pantalones vaqueros azules convertidos en acolchado interior

- Alfombra de nylon post-industrial hecha en resina para cabezas de cilindros

Renovables:

- Espumas de poliuretano a base de soja, utilizadas para cojines de los asientos, respaldos y las cabeceras.

- Plástico reforzado con fibra de paja de trigo y otras plantas que se utiliza para recipientes de almacenamiento en vehículos y paneles interiores de las puertas.

- Ingeniería de tecnología de la madera (reciclada y renovable), que se utiliza para acabados interiores

- Los azúcares de maíz, la remolacha y la caña bajo consideración para las piezas de plástico biodegradables.



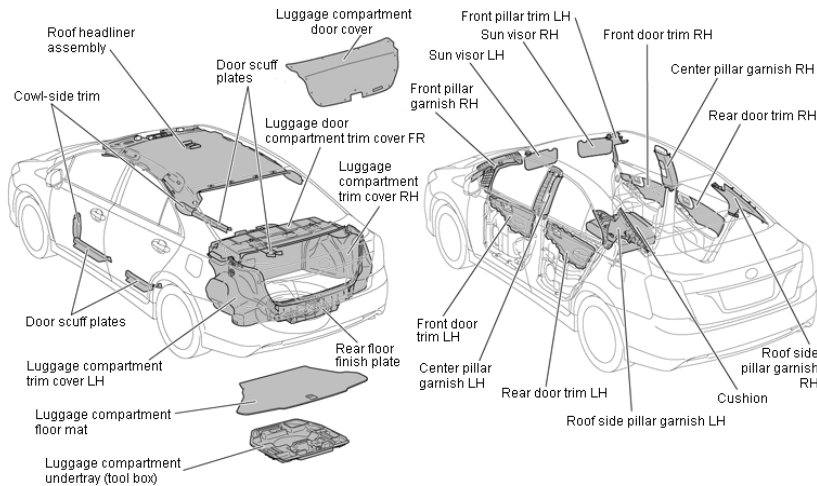


Figura 10. Elementos de plásticos reforzados en modelo SAI

Los más importantes fabricantes de vehículos usan los materiales reforzados con fibras naturales en diferentes partes como se muestra en la Tabla 2 (Bledzki at al., 2010).

Tabla 2. Autopartes reforzados con fibras naturales

Modelo	Fabricante	Partes
A2, A3,A4,A4 Avant, A6, A8, Roadstar, Coupe	Audi	Respaldos de asientos, paneles de puertas, revestimiento de cajuela, estante de sombrero, revestimiento de rueda de refacción
C5	Citroën	Paneles interiores de puertas
3,5,7 series	BMW	Paneles de puertas, apoyacabezas, recubrimiento de techo, revestimiento de cajuela, respaldos de asientos, panel de aislamiento de ruido, revestimiento moldeado del reposapiés
Eco Elise	Lotus	Paneles de la carrocería, spoiler, asientos, alfombras interiores
Punto, Brava, Marea, Alfa Romeo 146, 156	Fiat	Panel de puertas
Astra, Vectra, Zafira	Opel	Panel de instrumentos, recubrimiento de techo, paneles de puertas, panel de cubierta de pilar
406	Peugeot	Paneles de las puertas frontales y traseras
2000 y otros	Rover	Aislamiento, anaquel trasero para almacenar
Raum, Brevis, Harrier, Celsior	Toyota	Paneles de puertas, respaldos de asientos, alfombrilla, cubierta de llanta de refacción
Golf A4, Passat Variant, Bora	Volkswagen	Panel puertas, respaldos de asientos, acabado del panel la cajuela, revestimiento de cajuela
Space Star, Colt	Mitsubishi	Piso de área de carga, paneles de puertas, paneles de instrumentos
Clio, Twingo	Renault	Anaquele trasero
Mercedes A, C, E, S class, Trucks, EvoBus	Daimler-Benz	Paneles de puertas, tablero de instrumentos, tableta, panel de cubierta de pilar, guantera, soporte de panel de instrumentos, aislamiento, paneles de respaldo de asientos, panel de cajuela, superficie del asiento y respaldo, cubierta interna de motor, aislamiento de motor, visera, defensas, caja para llanta, cubierta de techo
Pilot	Honda	Área de carga
C70, V70	Volvo	Acolchado de asiento, espumas naturales, bandeja de piso de carga
Cadillac Deville, Chevrolet TrailBlazer	General Motors	Respaldos de asiento, piso del área de carga
L3000	Saturn	Charola de zona de carga y panel de puerta
Mondeo CD 162, Focus, Freestar	Ford	Charola de piso, paneles de puertas, cubierta para B-pillar, forro de cajuela, tablero de instrumentos, defensa, cubierta de motor

Los nuevos vehículos despiden un tipo de olor y algunas marcas de fabricantes tienen un olor específico. Se dice que es el “aroma de carro nuevo”. Actualmente, los plásticos usados por la industria automotriz no tienen sustancias volátiles o tóxicas, pero las sustancias químicas pueden volatizarse por años y sin riesgo a ser nocivos.

## CONCLUSIONES

La disminución en el peso del vehículo se puede obtener por reducción de las dimensiones y/o por sustitución del acero por materiales de menor densidad como aluminio y plástico. Los materiales renovables son un tema muy actual e importante para la producción de autopartes.

Se observa un avance significativo en el desarrollo y aplicaciones de los plásticos reforzados con las fibras naturales en los últimos años. La aplicación de fibras naturales permite hacer un vehículo más amigable con el ambiente y más económico. Con los plásticos se pueden crear formas integrales altamente complejas que serían imposibles con materiales tradicionales. Otra ventaja es que las operaciones de ensamblaje se reducen por completo. Los materiales compuestos se caracterizan por una buena amortiguación de ruido y vibraciones.

Existen algunos problemas para estos materiales que es necesario resolver, por ejemplo, la absorción de humedad, estabilidad a largo plazo para las partes exteriores, manufactura de paneles largos, propiedades variables afectadas por el calor, inflamabilidad y el diseño complejo que implica, en algunas ocasiones, aroma de los plásticos.

## REFERENCIAS:

[1] Fomin, V.A., (2001) “Biodegradable polymers, their present state and future prospects” en *Progress in Rubber and Plastics Technology*. 17(3), pp. 186-204.

[2] Fredrik-Selin, J., (2002) “Lactic acid formed into biodegradable polymer” en *Advanced Materials and Processes*, 160(5) pp. 13-16.

[3] Kolybaba K., Tabil L. G., Panigrahi S., Crerar W. J., Powell T., Wang B., (2003) “Biodegradable polymers: Past, Present, and Future”, ASAE Meeting

Paper No. RRV03-0007.

[4] Anonima (2010) “Bio-Polyamides for automotive applications” en *Bioplastics Magazine*, vol.5, pp. 10-11.

[5] Leaversuch R., (2002) “Biodegradable polyesters; packaging goes green” en *Plastics Technology*, 48(9), pp. 66-73.

[6] Tharanathan R. N., (2003) “Biodegradable films and composite coatings: Past, Present, and Future” en *Trends in Food Science and Technology*, 14, pp. 71-78.

[7] Gassan J., Chate A., Bledzki A., (2001) “Calculation of elastic properties of natural fibers” en *Journal of Materials Science* 36, pp. 3715-3720.

[8] Suddell, B. C. y Evans, W. J., (2005) *Natural Fibers, Biopolymers and Biocomposites* edited by. Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T, USA

[9] Majewski T., Bledzki A., Sudhakar K.V., (2007) “Propiedades de los materiales compuestos y el método para definirlos” 8vo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica CIBIM8, Octubre de 2007, Perú.

[10] Bledzki A., Mamun A., Faruk O., (2007) “Abaca fiber reinforced PP composites and comparison with jute and flax fibre PP composites” en *EXPRESS Polymer Letters* 11, pp. 755-762.

[11] Kozłowski R., Władyska-Przybylak M., Jakubowska A.K., (2008) “State of the art in the research on natural fibers and their properties used in composites, 7th Global WPC and Natural Fiber Composites Congress and Exhibition, June de 2008, Kassel Germany.

[12] Bledzki A., Jakiewicz A., (2008) “Biobased polyester biocomposites reinforced with cellulose fibers”, XIV Congreso Internacional de la SOMIM, Septiembre de 2008, Puebla, México.

[13] Bledzki A., Jaskiewicz A., Scherzer D., (2008) “Natural fiber and biocomposites for technical applications” en *Bioplastics Magazine* 3/02, pp. 12-15.

[14] Faruk O., Bledzki A., Fink H., Sain M., (2012) “Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010” en *Progress in Polymer Science*, 37, pp. 1552-1596.

[15] Directive 2000/53/EC of the European Parliament and the Council of end-of-life vehicles, Office Journal of the European Communities, October 21st, 2000, ABL. EG Nr. L 269 S. 34L 269/34.

[16] Subramanian P. M., (2000) "Plastics recycling and waste management in the US" en Resources, Conservation, and Recycling, 28, USA, pp. 253-263.

[17] Majewski T., Bledzki A., Murr M., (2008) "Dynamic test of mechanical properties" 7th Global WPC and Natural Fiber Composites Congress, Kassel Germany, Junio de 2008, pp. A 28-1.

[18] Murr M., Majewski T., Bledzki A., (2008) "Performance capability to WPC and NFC products, 7th Global WPC and Natural Fiber Composites Congress, Kassel Germany, June de 2008, pp. A17-1.

[19] Williams G., Pool R., (2008) "Composites from natural fibers and soy oil resins" en Applied Composite Materials, 7(5-6), pp. 421-432.

[20] Bledzki A., Faruk O., Huque M., (2002) "Physico-mechanical studies of wood fiber reinforced composites" en Polymer-Plastics Technology and Engineering, 41(3), pp. 435-451.

[21] Specht K., Bledzki A., (2002) "Influence of fiber treatment on the thermal long-time behavior of wood and hemp fiber-polypropylene composites", 7th International Conference on Woodfiber-Plastic Composites, Madison USA.

[22] Bledzki A., Faruk O., (2004) "Creep and impact properties of wood fiber-polypropylene composites: influence of temperature and moisture content" en Composites Science and Technology 64, pp. 693-700.

[23] Bledzki A., Gassan J., (1999) "Composites reinforced with cellulose based fibers" en Progress in Polymer Science, 24, pp. 221-274.

[24] Bledzki A., Faruk O., (2004) "Wood fiber reinforced polypropylene composites: Compression and injection molding process" en Polymer Plastics Technology and Engineering, 43, pp. 871-888.

[25] Bledzki A., Mamun A., Faruk O., Majewski T., (2006) "Influence of fiber length and compounding process on the mechanical properties of abaca fibre-

PP composites". 6th Global Wood and Natural Fiber Composites Symposium, Kassel, Germany.

[26] Murr M., Specht K., Bledzki A., (2008) "Performance capability studies of WPC and NFC materials" XIV Congreso Internacional de la SOMIM, Septiembre de 2008, Puebla, México.

[27] Sauerwein P., (2010) "Innovative wood based products", 3th International Congress on Bio-based Plastics and Composites, Hannover Germany.

[28] Majewski T., Bledzki A., Murr M., Szwedowicz D., (2011) "Quality of measurement methods for mechanical testing of PP-biocomposites" en Polymer-Plastics Technology and Engineering, 50, pp. 239-244.

[29] Bledzki A., Faruk O., Sperber V., (2006) "Cars from bio-fibers" en Macromolecular Materials and Engineering, 291, pp. 449-457.

[30] Matsuda M., (2008) "Expectations for biomass-plastics from the perspective of customers", BioJapan October de 2008, Japan.

[31] Christendat D., Cheney E., Sasin M., (2008) Bio auto council", 7th Global WPC and Natural Fiber Composites Congress and Exhibition, Junio de 2008, Kassel Germany, pp. A8, 1-11.

[32] Bledzki A., Faruk O., Jaszkiwicz A., (2010) "Cars from renewable materials" en COMPOSITES 10/3, pp. 282-288.