





Estado del arte sobre la utilización de Materiales Poliméricos para las construcciones

State of the art on the use of polymeric materials for construction

- ¹ Andres Santiago Adriano Veloz  <https://orcid.org/0009-0008-0335-2040>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
andres.adriano@unach.edu.ec
- ² Marco Rafael Cisneros Montero  <https://orcid.org/0009-0000-5953-4339>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
marco.cisneros@unach.edu.ec
- ³ Danny Marcelo Valdez Muñoz  <https://orcid.org/0009-0003-0890-6229>
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
danny.valdez@unach.edu.ec
- ⁴ Laura Maritza Moyón Moyón  <https://orcid.org/0009-0004-7108-3584>
Maestrante Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
laura-2351@hotmail.com

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 06/05/2023

Revisado: 16/06/2023

Aceptado: 14/07/2023

Publicado: 30/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.399>

Cítese:

Adriano Veloz, A. S., Cisneros Montero, M. R., Valdez Muñoz, D. M., & Moyón Moyón, L. M. (2023). Estado del arte sobre la utilización de Materiales Poliméricos para las construcciones. *AlfaPublicaciones*, 5(3), 205–228. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.399>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras
claves:**

Polímeros,
construcción,
resistencia,
aplicaciones,
conservación.

Keywords:

Polymers,
construction,
strength,
applications,
conservation.

Resumen

Objetivos: En la actualidad existe una demanda creciente de materiales de construcción que sean duraderos y sostenibles, esto con la finalidad de mejorar el rendimiento a largo plazo de las casas y edificios, así como para mejorar la resistencia y firmeza con el pasar del tiempo de las distintas infraestructuras civiles. Gracias al avance de la tecnología y la innovación en la ingeniería de materiales se han desarrollado procesos de modificación en diferentes polímeros, esta modificación es un método bien conocido, y que ha logrado mejorar las propiedades de los materiales de construcción. **Metodología:** la presente investigación analizó las distintas investigaciones que se enfocan en los tipos de polímeros que existen, basados en la composición y uso, considerando diferentes factores como el clima, agentes bacterianos, entre otros que influyen en el deterioro de los materiales poliméricos. **Resultados:** El presente estudio identifica algunas brechas de conocimiento relacionadas con el entendimiento de la funcionalidad de polímeros, en especial de aquellos que pueden ser fusionados con los materiales de construcción. **Conclusión:** establecer estas brechas facilita la generación de aplicaciones para materiales poliméricos que generalmente son desechos, consiguiendo con esto promover la conservación y sostenibilidad de recursos no renovables. **Área de estudio general:** ciencia de los materiales, **Área de estudio específica:** resistencia de los materiales, **Tipo de estudio:** revisión bibliográfica.

Abstract

Objectives: Nowadays there is a growing demand for construction materials that are durable and sustainable, in order to improve the long-term performance of houses and buildings, as well as to improve the resistance and strength over time of the different civil infrastructures. Thanks to the advance of technology and innovation in materials engineering, modification processes have been developed in different polymers, and this modification is a well-known method that has improved the properties of construction materials. **Methodology:** The present research analyzed the different investigations that focus on the types of polymers that exist, based on composition and use, considering different factors such as climate, bacterial agents, among others that influence the deterioration of polymeric materials. **Results:** The present study

identifies some knowledge gaps related to the understanding of the functionality of polymers, especially those that can be fused with construction materials. **Conclusion:** Establishing these gaps facilitates the generation of applications for polymeric materials that are generally waste, thus promoting the conservation and sustainability of non-renewable resources.

Introducción

De una manera lenta pero indiscutible, nuevos materiales se están abriendo camino en diversas aplicaciones relacionadas con la construcción y la ingeniería civil. Los materiales poliméricos han aumentado de manera significativa su uso a nivel mundial. Por su diversificación, versatilidad, alto rendimiento, ligereza, procesabilidad además de su bajo costo y amplia gama de propiedades les permiten ser utilizados en diferentes aplicaciones comerciales e industriales, generando así un crecimiento continuo de la demanda mundial (Posada & Montes, 2022) (Aguado & Salla, 2019).

Los polímeros, sintéticos o naturales se hacen presentes en cada aspecto de la vida del ser humano, ya sea en materiales modernos, equipos o algún dispositivo médico, automovilístico o electrónico. Estos materiales han reemplazado a los materiales tradicionales debido a su bajo costo y a la posibilidad adaptativa para diferentes fines.

Los materiales poliméricos juegan un papel vital en las industrias automotriz y aeroespacial. Las preocupaciones sobre el agotamiento de las fuentes de energía no renovables y la necesidad de reducir las emisiones de los vehículos en forma de gases de efecto invernadero han aumentado el rendimiento del vehículo, lo que exige una reducción del peso.

Por lo tanto, cada vez se hace más notable el cambio de productos que tradicionalmente eran metálicos por poliméricos, con propiedades que permiten optimizar el uso de combustible de los vehículos (Kumar y otros, 2019).

El uso de materiales para almacenamiento y manipulación de productos químicos supone grandes ventajas sobre los metales, materiales cerámicos, vidrio en conjunto con el fenómeno de corrosión electroquímica, la misma que afecta a metales y propiedades

mecánicas que favorecen a los materiales antes mencionados y ayudan con unos costes competitivos.

En la construcción, los polímeros se utilizan para hacer que los productos, para diversas aplicaciones, sean aún más duraderos o con mayor capacidad de sellado. Sin embargo, los polímeros no solo se utilizan para mejorar los materiales, sino también para evitar daños estructurales del edificio. La presente investigación identifica y describe los mejores materiales poliméricos empleados en el campo de la construcción, las propiedades y limitaciones que estos materiales tienen, además de establecer varias de las aplicaciones que los mismos tendrán en un futuro dentro de las edificaciones.

Polímeros

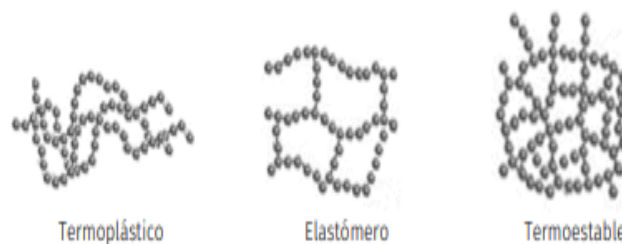
Un polímero es la unión de varios monómeros. En el lenguaje vulgar a los polímeros se les llama también plásticos debido a que algunos materiales poliméricos se deforman plásticamente sin romperse al someterlos a tensión (es decir, se deforman sin retornar a su estado inicial cuando cesa la carga). Algunos polímeros también se les conocen como resinas sintéticas para diferenciarlos de aquellos que se producen en la naturaleza (Sepulveda, 2019).

Clasificación

Según su estructura molecular y a su comportamiento mecánico a temperatura ambiente, los polímeros se clasifican en termoplásticos, elastómeros y termoestables. Sus estructuras moleculares esquemáticas se representan en la figura. 1:

Figura 1

Estructuras esquemáticas



Termoplásticos: son materiales rígidos a temperatura ambiente, pero, se vuelven deformables o flexibles a mayores temperaturas; se derriten cuando se los calienta y se endurecen cuando se los enfría. Poseen cadenas básicamente lineales, de pesos moleculares altos pero finitos (Meira & Gugliotta, 2022). Las principales características de los termoplásticos son las siguientes (Fombuena y otros, 2019):

- Pueden fundir con aplicación de calor.
- Son reciclables y reprocesables.
- Son fáciles de transformar, ya que pueden fundir.
- Su comportamiento mecánico abarca un rango muy amplio, dependiendo del tipo de plástico, desde plásticos rígidos a plásticos muy blandos.

Elastómeros: son materiales blandos (gomas) y además se comportan en forma elástica. Poseen cadenas flexibles y masas molares “infinitas”, con un bajo grado de entrecruzamiento. Los elastómeros son los únicos materiales conocidos que exhiben elasticidad aún ante deformaciones de 1000%, con recuperación rápida y reversible de su forma. Ej.: el caucho natural vulcanizado (Meira & Gugliotta, 2022)

Termoestables, termoendurecibles o termoendurecibles: Son los que se unen directamente en la forma del producto a fabricar. También tienen una masa molar infinita y, a menudo, están altamente correlacionados. Al igual que los elastómeros, los termoestables no se disuelven a altas temperaturas y no se derriten, sino que se descomponen y se queman, lo que los hace imposibles de reformar. Ejemplo: Los mangos de las ollas de baquelita son sólidos rígidos y fuertemente unidos (Meira & Gugliotta, 2022).

Sepúlveda (Sepulveda, 2019) Se ha establecido que los polímeros termoendurecibles no pueden fundirse ni disolverse en disolventes sin una modificación química significativa. En cuanto a su aplicación, existe en forma de dos o más componentes que se mezclan in situ para obtener su composición mediante un proceso de

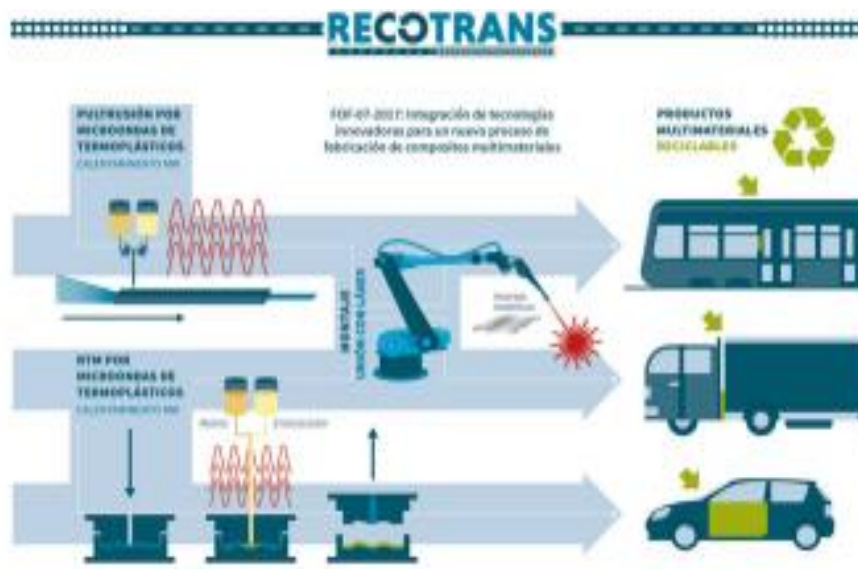
reacción irreversible, siendo los más representativos las resinas epoxi, las resinas de poliéster insaturado y las resinas de poliuretano.

Aplicación en la industria automotriz y aeronáutica

Cada vez se generan nuevos y mejores materiales compuestos que permiten un aumento sustancial en la eficiencia de los vehículos, esto como consecuencia directa a una disminución considerable de su peso, atribuida a las bondades que otorgan los materiales poliméricos compuestos, todo esto se refleja en una disminución directa gases de efecto invernadero (Posada & Montes, 2022), figura 2.

Figura 2

Tendencias de nuevos materiales en vehículos



En la búsqueda de sustituir las espumas tradicionales en la industria automotriz y aeronáutica elaborada con polímeros sintéticos que generan un impacto negativo en el ambiente, se evaluó la adición de fibras de vidrio modificadas con silano a una matriz de PLA. Este nuevo material mostró un aumento sustancial en la resistencia a la tensión, rigidez, y en la tenacidad al impacto, donde se logró elaborar una espuma con un futuro prometedor para la generación de componentes estructurales livianos que pueden ser utilizados tanto en la industria automotriz como en la aeronáutica (Wang y otros, 2019)

También se han desarrollado materiales denominados verdes como alternativa para los diferentes componentes automotrices, a partir de la utilización del PLA como matriz polimérica, reforzados con diferentes porcentajes de fibra de lino (7,9,13,6 y 17,6 %). La resistencia a la tracción y a la compresión del material compuesto varía con respecto a la modificación superficial de la fibra. Para 7,9 y 17,6 % de fibra, el módulo de Young es de aproximadamente 26 GPa, y para 13,6 %, parece reducirse a 22 GPa, la resistencia a la compresión disminuye de 36 MPa (7,9 %) a 25 MPa (17,6 %). Por su parte, el compuesto mejora a 45 MPa al incorporar un 13,6 % de fibra, además, el material cuenta con una absorción de energía en un rango de 25 a 30 julios, propiedades que hacen posible pueda sustituir materiales tradicionales para la elaboración de partes automotrices, pues también tiene la ventaja de ser un material biodegradable (Motru y otros, 2020).

En otros desarrollos se han investigado fibras de bagazo, un subproducto abundante en la producción de tequila mexicano, como posible material de refuerzo para compuestos verdes de PLA mediante el moldeo por inyección y extrusión. Este compuesto se muestra como alternativa a los materiales termoplásticos convencionales, con propiedades mecánicas y de absorción de agua consistentes y repetibles, adecuadas para componentes automotrices no estructurales, así como para otros bienes de consumo (Huerta-Cardoso y otros, 2020).

Los investigadores Bax y Müssig utilizaron PLA reforzado con fibras de rayón de Cordenka y fibras de lino, generando un compuesto biodegradable. La mayor resistencia al impacto y a la tracción se encontró para este material en una proporción de fibra-masa del 30 %, por lo que este material puede ser utilizado en el campo de la industria automotriz o electrónica.

Se evaluó también un biocompuesto fibroso preparado con fibras de ortiga tratadas con álcali y matriz de PLA en diferentes proporciones de peso, empleando procesos de cardado y moldeo por compresión. Se observó que las propiedades de tracción, flexión e impacto aumentaron inicialmente con el incremento del contenido de fibra de ortiga, que llegaron a un punto crítico, en el cual, al seguir aumentando el porcentaje de fibras sus propiedades disminuyeron, y se estableció que el máximo potencial otorgado por la fibra

en las propiedades mecánicas está en la misma proporción en peso de fibras de ortiga y PLA.

Un análisis termogravimétrico demostró que el material era suficientemente estable térmicamente, y el análisis mecánico-dinámico arrojó que el material presenta propiedades adecuadas para su uso, lo que demuestra un gran potencial para ser aplicado en paneles de instrumentos para automóviles (Kumar & Das, 2019).

En otros estudios se recuperaron fibras de queratina (KF) de los desechos de la industria de las curtiembres, para ser utilizados como agentes reforzantes y retardantes de llama en una matriz de PLA, mediante un proceso de extrusión por fusión. Se investigó también la acción conjunta con un retardante a la llama tradicional sin halógenos (trihidróxido de aluminio). Las fibras de KF le otorgaron propiedades de retardante a la llama al PLA, de hecho, un bajo contenido de KF ha demostrado ser eficaz para pasar de la clasificación NC (no clasificable) a la V2, según la norma UL94.

Además, se han logrado nuevas mejoras al aprovechar la acción conjunta entre KF y trihidróxido de aluminio, que alcanzó la clasificación V0, la misma clasificación obtenida en la muestra objetivo que contiene 50 phr, con la diferencia de que presenta un aumento del 16 % en la resistencia a la tracción, deformación a la rotura en un 40 %, y la tenacidad en un 66 %, propiedades que demuestran que este material completamente verde podría ser utilizado en los sectores eléctricos, electrónico y automotriz para la fabricación de paneles, armarios y piezas de carcasa protectoras retardantes a la llama (Sanchez y otros, 2020).

Materiales poliméricos

En el experimento realizado por Giraldo (Giraldo, 2019) se utilizó diferentes materiales poliméricos bajo la norma FMVSS 302 para medir la velocidad de combustión. A continuación, se describen las características de cada material.

Polipropileno

Termoplástico comercial, semicristalino, blanco semiopaco elaborado en una amplia variedad de calidades y modificaciones. Es una poliolefina lineal que puede compararse en varios modos con el polietileno de alta densidad y de fabricación similar. Los catalizadores utilizados controlan la estereoregularidad de tal manera que los polipropilenos comerciales suelen ser isotácticos de modo predominante. El homopolímero polipropileno tiene una dureza y una resistencia térmica superiores a las del polietileno de alta densidad, pero una resistencia al impacto inferior y se vuelve quebradizo por debajo de 0 °C. Por lo tanto, las calidades copoliméricas son preferidas para aplicaciones que exponen a condiciones de frío/invierno. Estos polímeros tienen una mejor resistencia al impacto.

El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa). Aplicaciones: para los homopolímero - envueltas de aparatos eléctricos, embalajes, estuches de cintas, fibras, monofilamentos. Para los copolímeros - tubos, casco de barcos, asientos y piezas para el automóvil (p.ej. cofres de baterías y parachoques aunque estos últimos suelen ser fabricados con polipropilenos modificados con elastómeros) (Giraldo, 2019). En la figura 3 se muestran las probetas del polipropileno espesor de 0,5mm.

Figura 3

Probeta polipropileno 0,5mm: a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Polietileno

Familia de termoplásticos comerciales muy similares fabricados en cantidades industriales y en calidades muy variadas. Suelen diferenciarse por su densidad (una buena medida de la cristalinidad), pero desde un punto de vista científico la mejor distinción es el grado de ramificación de las cadenas (Giraldo, 2019). En la figura. 4 se muestra las probetas de polietileno de baja intensidad espesor de 0,2mm.

Figura 4

Probeta polipropileno de baja intensidad 0,2mm: a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Poliestireno

Homopolímero poliestireno conocido como poliestireno "cristal". Es un termoplástico comercial amorfo, transparente e incoloro, rígido, relativamente duro y quebradizo. Tiene buenas propiedades eléctricas, una excelente resistencia a la radiación gamma y puede ser esterilizado por rayos X, sin embargo, su resistencia química y a los rayos UV es débil. Modificado por incorporación de elastómeros, se vuelve poliestireno de (alto) impacto opaco. Sus aplicaciones incluyen electrodomésticos, contenedores, embalajes, barnices, difusores de luz y para el Poliestireno de alto impacto, cajones, tazas, cubiertas de cintas musicales, etc. El poliestireno también se utiliza ampliamente como espuma estructural y expandida en esferas para el embalaje y las guarniciones (Giraldo, 2019). En la fig. 5 se muestran las probetas del poliestireno expandido espesor de 9mm.

Figura 5

Probeta polipropileno expandido 9mm: a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Poliuretano

La espuma flexible de poliuretano es un material producido por la reacción de un polioli tipo poliéster y un polisocianato orgánico en presencia de aditivos, tales como catalizadores, colorantes y agentes activos de superficie, entre otros, que se compone principalmente de grupos uretano distribuidos por toda la molécula. Algunas de sus aplicaciones son tapicería de autos, marroquinería y colchonería (Giraldo, 2019). En la fig. 6 se muestran las probetas del poliuretano de densidad 15kg/m^3 .

Figura 6

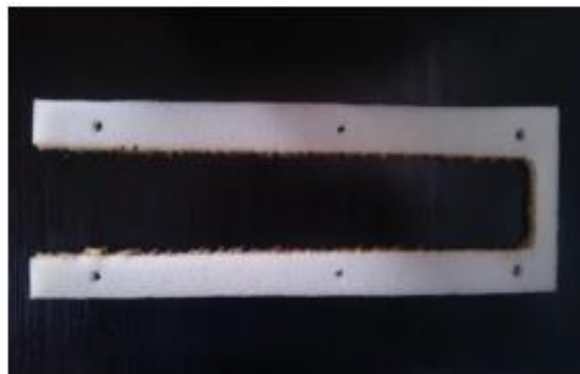
Probeta poliuretano 15kg/m^3 : a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Policloruro de vinilo PVC (Espesor 0,3 [mm])

El Policloruro de Vinilo es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales: Cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%) siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos. Es uno de los polímeros más estudiados y utilizados por el hombre para su desarrollo y confort, dado que por su amplia versatilidad es utilizado en áreas tan diversas como la construcción, energía, salud, preservación de alimentos y artículos de uso diario, entre otros (Giraldo, 2019). En la fig. 7 se muestran las probetas del PVC espesor 0,3mm.

Figura 7

Probeta PVC espesor 0.3mm: a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Polipiel (Espesor 1,2 [mm])

Es un material sintético que se asemeja a la textura del cuero natural, su composición es 80% PVC, 18% poliéster y 2% poliuretano, el fabricante nacional PROQUINAL S.A. garantiza el cumplimiento de la norma FMVSS 302 en sus productos para la tapicería de automóviles (Giraldo, 2019). En la fig.8 se muestran las probetas de la polipiel espesor 1,2mm.

Figura 6

Probeta polipiel espesor 1,2mm: a) antes, b) durante, c) después del ensayo



(a)



(b)



(c)

Poliéster

Las fibras de poliéster son 50% cristalinas y el ángulo de sus moléculas puede variar. Sus propiedades son muy sensibles a los procesos termodinámicos. Básicamente el poliéster, a través de modificaciones químicas y físicas, puede ser adaptado hacia el uso final que se le va a dar, como puede ser fibras para ropa, textiles, para el hogar o simplemente filamentos o hilos. Se usa en prendas, fabricación de empaques para bebidas, componentes eléctricos, cintas adhesivas, carcasas y piezas para la industria automotriz entre otros (Giraldo, 2019). El poliéster es un polímero ignífugo ya que al momento que la llama se retira del material la combustión de este termina, quedando simplemente la parte del material consumido por la llama del mechero como se muestra en la figura 9, la combustión a lo largo de la probeta no se genera.

Figura 7

Probeta poliéster 100 %





Cabe recalcar que los distintos materiales utilizados en la construcción, al igual que el plástico, tienen un proceso de deterioro continuo. Es por ello que dentro de ingeniería de materiales el desarrollo de un control adecuado del deterioro de los materiales se torna en un papel fundamental, pues es el punto de inicio para encontrar formas con las cuales se pueda prolongar la vida útil de los mismos, con ello se disminuye la problemática de la utilización de materiales poliméricos y de tipo caucho, que en la actualidad se constituyen como un problema de salud pública, técnico, estético y ambiental (Shulan et al., 2011) (Lascano et al., 2023).

En recientes investigaciones, se han desarrollado métodos que han logrado modificar el concreto utilizando distintos polímeros, mismos que han logrado demostrar que reemplazar las arenas naturales del concreto con desechos poliméricos puede ahorrar hasta 820 millones de toneladas de arena por año y reducir el CO₂ emisiones (Thorneycroft et al.), (Mohammadjavad y Elham, 2022).

Resultados y discusión

Según los resultados obtenidos por Giraldo (Giraldo, 2019) en la tabla I se presenta el consolidado del estimado de las velocidades de combustión de diferentes materiales poliméricos durante los ensayos bajo la norma FMVSS 302, donde se obtuvo el menor valor para la fibra de vidrio con resina P-2530 A de 15,62 [mm/min], el máximo se obtuvo con el material polimérico PVC 566 [mm/min].

Tabla 1
Velocidad de combustión de materiales poliméricos

Material	Velocidad quemado (mm/min)
Polipropileno 3 [mm]	25,24
Polipropileno 0,5 [mm]	125,72
Polietileno bd	408,76
Polietileno ad	64,66
Poliestireno	195,51
Poliuretano 15 [kg/m ³]	259,71
Poliuretano 20 [kg/m ³]	170,11
Poliuretano 26 [kg/m ³]	118,98
PVC	566,60
Polipiel	235,07
Poliéster 35%	132,84

La mayor velocidad de combustión permitida por la norma FMVSS 302 para vehículos de transporte es de 4 [in/min] (102 [mm/min]). (Huerta-Cardoso y otros, 2020) Según la velocidad de combustión estimada para los diferentes materiales poliméricos y la norma FMVSS 302, en la tabla 2 se muestra que materiales pasaron el requerimiento de la norma y cuáles no.

Comportamiento de los diferentes materiales poliméricos durante la combustión. Durante los ensayos se prestó atención a las características de quemado que se enuncian en la tabla I, de la probeta durante la combustión:

Tabla 2
Referencias de características de cada material polimérico durante la combustión

Características/Material	Inicio de llama	Olor	Cenizas
Polipropileno 3 [mm]	Lento	Fuerte	No
Polipropileno 0,5 [mm]	Rápido	Medio	No
Polietileno bd	Rápido	Medio	No

Polietileno ad	Lento	Medio	No
Poliestireno	Rápido	Medio	No
Poliuretano 15 [kg/m ³]	Rápido	Fuerte	No
Poliuretano 20 [kg/m ³]	Rápido	Fuerte	No
Poliuretano 26 [kg/m ³]	Rápido	Fuerte	No
PVC	Rápido	Fuerte	Si
Polipiel	Rápido	Fuerte	Si
Poliéster 35%	Rápido	Medio	No

Conclusiones

Una vez realizada la búsqueda de la información pertinente en fuentes científicas y bases teóricas verídicas se determina que la materia está constituida por moléculas gigantes conocidas como polímeros, los cuales se producen por la unión de miles de moléculas conocidas como monómeros, donde se forman enormes cadenas de formas diversas con apariencia de fideos por así decirlo, a la vez presentan ramificaciones que se asemejan a escaleras de mano o redes tridimensionales.

Los polímeros poseen una excelente resistencia mecánica debido a que las cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de como estén compuestas químicamente y varían dependiendo la clase a la que pertenezcan. Además, debido a su diversificación, alto rendimiento, versatilidad, procesabilidad y ligereza se ajustan al nuevo planteamiento, por lo cual es comprensible que desde aproximadamente los años ochenta la producción mundial de plásticos ha superado con gran peso a la producción de acero.

Finalmente, de acuerdo con el estudio se identificó que las mezclas de polipropileno se preparan en un extrusor monohusillo utilizando concentraciones de combustión acorde a los materiales empleados, a la vez se determina la velocidad de quemado de cada material polimérico.

Conflicto de intereses

Los autores certifican que no existe conflicto de intereses en el artículo “Estado del arte sobre la utilización de Materiales Poliméricos para las construcciones”.

Referencias bibliográficas

- Aguado, A., y Salla, J. (2019). Los hormigones con polimeros en la construccion: propiedades y aplicaciones. *Informes de la construccion*, 61-72. https://www.researchgate.net/publication/274783650_Los_hormigones_con_polimeros_en_la_construccion_propiedades_y_aplicaciones/fulltext/5aca5e13aca272abdc62508a/Los-hormigones-con-polimeros-en-la-construccion-propiedades-y-aplicaciones.pdf
- Fombuena, V., Fenollar, O., y Montañes, N. (2019). *Caracterizacion de materiales polimericos*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Giraldo, R. (2019). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para medir la velocidad de combustión de diferentes materiales poliméricos bajo la norma FMVSS 302*. Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/0b34394f-85dd-4abe-b9cc-65d9b3c19958/content>
- Huerta-Cardoso, O., Durazo, I., Longhurst, P., Simms, N., y Encinas, A. (2020). Fabrication of agave tequilana bagasse/PLA composite and preliminary mechanical properties assessment. *Industrial Crops and Products*, 152(mayo), 112-523. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112523>
- Kumar, K., Babu, S., y Rao, R. (2019). State of the Art on Automotive Lightweight Body-in-White Design. *Materials Today: Proceedings*, 5(10), 20966-20971. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.486>
- Kumar, N., y Das, D. (2019). Fibrous biocomposites from nettle (*Girardinia diversifolia*) and poly (lactic acid) fibers for automotive dashboard panel application. *Composites , Part B*(130), 54-63.
- Lascano, A., Llerena, D., Espín, S., Freire, D., y Guamanquispe, F. (2023). *Determinación de las propiedades mecánicas de la lámina para pista atlética a*

partir de caucho reciclado utilizando poliuretano. ConcienciaDigital, 6(2), 155-173. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.2557>

Meira, G., y Gugliotta, L. (2022). *Polímeros : introducción a su caracterización y a la ingeniería de polimerización*. Ediciones UNL: Santa Fe.

Mohammadjavad, K., y Elham, H. (2022). *State of the art in the application of functionalized waste polymers in the built environment, Resources, Conservation and Recycling, Volume 177, 105967, ISSN 0921-3449. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105967>*

Motru, S., Adithyakrishna, V., Bharath, J., y Guruprasad, R. (2020). Development and Evaluation of Mechanical Properties of Biodegradable PLA/Flax Fiber Green Composite Laminates. *Materials Today: Proceedings, 24, 641-649. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.318>*

Posada, J., y Montes, E. (2022). Revisión: materiales poliméricos biodegradables y su aplicación en diferentes sectores industriales. *Informador Técnico, 86(1), 94-110.*

Sanchez, G., Sanchez, A., Calderas, F., y Alongi, J. (2020). Keratin fibres derived from tannery industry wastes for flame retarded PLA composites. *Polymer Degradation and Stability, 42-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.04.011>*

Sepulveda, A. (2019). *Materiales pliméricos y de refuerzo plástico en el hormigon hidraulico. https://www.academia.edu/26933535/MATERIALES_POLIMERICOS_Y_DE_REFUERZO_PLASTICO_EN_EL_HORMIG%3%93N_HIDRA%3%9ALI%3%93CO*

Shulan, Z., Tuoliang, H., y Lian, D. (2011). *Efectos de los residuos de caucho desmenuzado como acondicionador del suelo en el conjunto de nematodos en un suelo de césped. Ecología del suelo aplicada, 49, 94-98. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139311001417>*

Thorneycroft, J., Orr, J., Savoikar, P., y Ball, R. (s.f.). *Performance of structural concrete with recycled plastic waste as a partial replacement for sand*, *Construction and Building Materials*, Volume 161, 2018, Pages 63-69, ISSN 0950-0618,. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.127>

Wang, G., Zhang, D., Wan, G., Li, B., y Zhao, G. (2019). *Glass fiber reinforced PLA composite with enhanced mechanical properties, thermal behavior, and foaming ability*. *Polymer*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymer.2019.121803>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

