

Material compuesto por polímeros plásticos reciclados para perfilería de aberturas

Recycled plastics composite material for window profiles

Presentación: 15/10/2019

Doctorando:

Julián Gonzalez Laría

CEVE - CINTEMAC

juliangonzalezlaria@gmail.com

Director/es:

Gaggino Rosana, Positieri María, Kreiker Jerónimo

Resumen

La contaminación ambiental por residuos sólidos urbanos (RSU) como problema alarmante y creciente requiere del desarrollo de tecnologías novedosas para su reciclado y la construcción en ese sentido es central. El desarrollo propuesto, presenta la aplicación de un material compuesto (MC) de polímeros plásticos reciclados de distinto origen, reutilizando entre otros los films de Silobolsas, que hoy en día presentan tasas de reciclado menores al 10%. Se obtuvo a partir de este, un MC de características mecánicas suficientes y con un comportamiento similar al de maderas blandas o semi blandas. Su aplicación a la producción de perfilería de aberturas fue muy positiva, generándose prototipos que verificaron al desempeño Mínimo (M) o Intermedio (I) de la norma brasileña NBR 15575, en permeabilidad al aire y operaciones de manejo. Solo fue considerado como insuficiente, la estanqueidad de las mismas.

Palabras claves: plástico reciclado, material compuesto, perfilería de aberturas.

Abstract

Environmental pollution by urban solid waste (USW) is an urgent and growing problem that requires the development of innovative technologies for recycling and construction in this field is central. Current research presents the application of a composite material (CM) of recycled plastic polymers from different origin, reusing among others Silobags films, which today recycling rates are beneath 10%. A CM approaching sufficient mechanical properties and with similar behavior to soft or semi-soft wood was obtained. Its application to the production of window profiles is consider positive, generating prototypes that verified the Minimum (M) or Intermediate (I) performance of the Brazilian standard NBR 15575, in air permeability and handling operations. Only tightness of them was considered insufficient.

Keywords: recycled plastic, composite material, window profiles.

Introducción

La continua producción de productos plásticos como envases u otros embalajes para alimentación e industria, que se ha venido incrementando y las predicciones indican que seguirán haciéndolo (Wilson et al. 2015), es una preocupación que genera el estudio permanente de los procesos para su reciclado. Esto combinado con que, en general, las tasas de reciclado de estos materiales, siguen sin alcanzar el 10% en la mayoría de los países, sobre todos los en vía de desarrollo (SAyDS 2017)(Dean et al. 2016).

En el campo de la investigación son recurrentes las nuevas tecnologías, para el reciclado de Polietilentereftalato (PET) Polietileno de baja y alta densidad (PEBD y PEAD). Como es la incorporación del plástico PET en nuevos procesos de producción de piezas moldeadas (Lee et al. 2013) e incluso en fabricación de nuevos envases (Itim and Philip 2015). En estos desarrollos son aprovechadas todas las características técnicas del material, resistencia mecánica, impermeabilidad y posibilidad de reciclado sucesivo.

Aunque el primer obstáculo a sortear para su aplicación, es la idea de que los plásticos reciclados sufren en el proceso pérdida de sus propiedades. En trabajos antecedentes (Ávila and Duarte 2003) se produjeron piezas moldeadas de PET y PE de tapas de botellas, lavado y secado durante el proceso, con resistencia a compresión que alcanzó los 30 Mpa. En las imágenes se muestra un efecto de fibras organizadas linealmente en el material que es microscópicamente heterogéneo, siendo un material compuesto (MC). El desarrollo de un polímero mezcla de PET y PE, con otras adiciones (Navarro et al. 2008) dio buenos resultados mecánicos a tracción reincorporando el plástico nuevamente a procesos de inyección o extrusión. Podemos ver así que el reciclado de polímeros en materiales compuestos, un proceso más simple y sin separación previa, es posible. Por lo que decidió investigarse en este trabajo de tesis, su aplicación en la construcción.

El trabajo desarrollado, que se encuentra en el quinto año de avance, demostró que el material producido de PET, PEBD y PEAD, de residuos de envases de bebidas y de los Silobolsas del agro respectivamente, permite obtener un plástico mezcla de suficientes propiedades físicas (Laria Gonzalez et al. 2018). Además, que este es aplicable a la producción de piezas extruidas, con técnicas de fabricación muy simples y el valor de costo energético del proceso, presenta numerosas ventajas respecto al de las tecnologías existentes actualmente (Laria et al. 2018).

En el presente trabajo se muestran, algunos de los resultados obtenidos del análisis del comportamiento de ventanas prototipo, según la norma brasileña NBR 15575 y un resumen de las propiedades físicas del material desarrollado para su fabricación.

Resultados

1. Propiedades físicas del MC

Se presenta un resumen de las propiedades físicas obtenidas del MC desarrollado, como puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades de perfilera plástica y madera comparada, obtenido de Suirez (Suirezs 2005).

Variables	Compuesto plástico	Madera natural
Densidad	0.85 g/cm ³	0.43 - 0.70 g/cm ³
Resistencia a compresión	32 MPa	16 - 30 MPa
Resistencia a tracción	13.9 MPa	8 - 18 MPa
Resistencia a flexión	20.2 MPa	14 - 30 MPa

Las propiedades del material, que fueron suficientes para su aplicación en componentes portantes o no portantes, muestran que los valores obtenidos para este MC de polímeros reciclados son muy positivos. Esto especialmente cuando se considera su reciclado por técnicas sencillas de la industria local y sin incluir lavado o secado en el proceso.

La utilización de este proceso muy sencillo, surge del acercamiento a la idea de las tecnologías sociales (TS) (Dagnino 2016), aplicables a cooperativas y grupos de recicladores del sector en nuestro país. Donde debe realizarse con técnicas simples y de disponibilidad cercana, descartando una alta tecnificación del proceso.

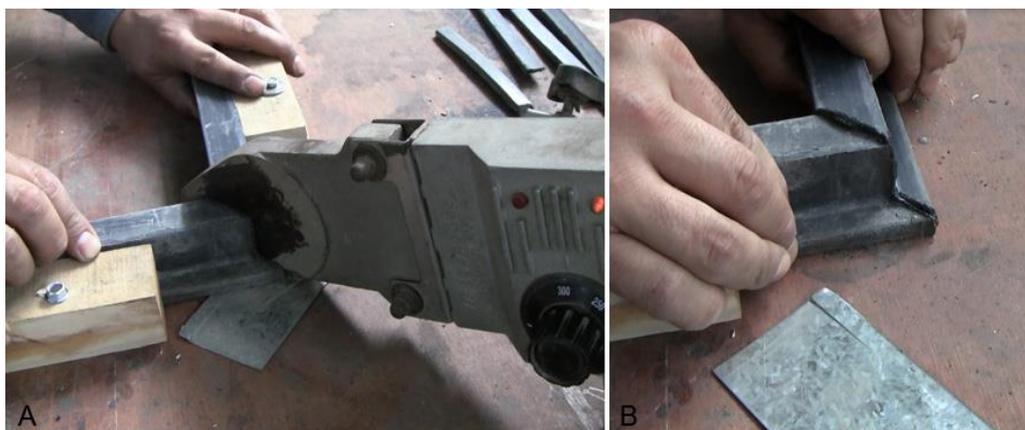


Figura 1. Fusión de perfiles en uniones (A-B) y marco completo de ventana con vidrio (debajo).

2. Operaciones de manejo

Se realizaron diez mil ciclos de apertura y cerramiento con brazo mecánico y medición de la fuerza requerida, soportando la ventana en un marco fijo, en este caso no se evidenciaron deformaciones ni roturas en el componente. Después de realizado el ensayo la ventana no presenta desprendimiento de sus partes o roturas del material el conjunto está completo y es completamente funcional.



Figura 2. Prototipo del componente de ventana en ensayo de maniobra

Este ensayo corresponde a la durabilidad de la abertura durante su uso y es uno de los casos más comunes de roturas, por lo cual es relevante su realización. En este caso se hace evidente que los elementos más solicitados, son los herrajes de vinculación, que soportaron las solicitaciones sin roturas, por lo que el prototipo verificó. Las solicitaciones aplicadas en cada ciclo se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Solicitaciones en cada ciclo de ensayo de manejo

Numero de Ciclos	Apertura	Cerramiento
Solicitaciones (N)	100	50
INICIO	1,20	2,05
1.000 ciclos	2,05	2,20
3.000 ciclos	1,15	1,70
5.000 ciclos	2,75	3,30
7.000 ciclos	2,45	1,65
9.000 ciclos	2,15	3,05
10.000 ciclos	2,55	2,90

No se evidencia que ocurrieran daños en ninguna de las etapas de la aplicación de ciclos. La fuerza a realizar para el manejo del prototipo, prácticamente no se vio afectada por el ensayo, ya que se mantuvieron Apertura y Cerramiento en promedio de 2,25 y 2,35 N, con una variación entre el 20 y 23%.

Ese último aspecto es el principal dentro del ensayo de manejo, ya que el deterioro de aberturas con el paso del tiempo, impacta en este factor. Puede considerarse que el desempeño de los componentes del prototipo, incluyendo herrajes u otros fue satisfactorio.

3. Permeabilidad al aire

Con la presión determinada de 50 Pa, utilizada en todos los tipos de aberturas, se desarrolla el ensayo de permeabilidad al aire. Representa en este sentido la seguridad frente al impacto de las corrientes de aire y la fuerza de succión que generan sobre las fijaciones de aberturas. Las condiciones del ensayo y resultados obtenidos se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de ensayos de Permeabilidad al aire

CONDICIONES DE VACIO - PRESION DE ENSAYO 50 Pa	
Vacío inicial de alimentación Q_a (m ³ /h)	214.70
Vacío de aire Q (m ³ /h)	256.70
Vacío de Permeabilidad $Q_p=Q-Q_a$ (m ³ /h)	42.06
VACIO POR METRO LINEAL DE JUNTAS	
Perímetro de juntas (m)	2.32
Vacío de permeabilidad por metro de juntas (Q_p /Perímetro de juntas)	18.13
Clasificación según Anexo B de NBR 10821-2	MINIMO
VACIO POR AREA DEL VANO	
Área de vano (m ²)	0.42
Vacío de Permeabilidad por Área de vano (Q_p /Área de vano)	100.14
Clasificación según Anexo B de NBR 10821-2	MINIMO

Si bien en este caso se alcanza solo el nivel mínimo de desempeño, es un avance considerando las condiciones de fabricación de los prototipos. Estos fueron realizados con técnicas de carpintería tradicional de madera. Por otra parte, las aberturas son de doble contacto y con el uso de burletes de material elástico EVA espumado. Es un elemento del sistema que no ha cumplido su función, ya que es principalmente la estanqueidad del conjunto de la ventana.

4. Estanqueidad de agua

La verificación por estanqueidad de agua, se realiza dentro de cámara cerrada, simulando condiciones climáticas con Presión de aire e Impacto de agua. Es así que es uno de los análisis de mayor importancia al tener en cuenta el desempeño de aberturas. Las condiciones de trabajo se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Condiciones y resultado de ensayo de estanqueidad de agua

Presión de ensayo (Pa)	Periodo de aplicación (min)	Descripción
0	15	PE1=(T 0'20) Escurrimiento de agua al interior por travesaño inferior*

*Verifica con presencia de agua en travesaño inferior, sin escurrimiento al interior o a otros elementos de la construcción

Con la presencia de agua en el interior del plano de la ventana, el ensayo se clasifica como, insuficiente. De esta forma es la primera condición en que el prototipo no alcanza las condiciones mínimas de desempeño.

En ese sentido deberá analizarse como incidió el diseño de la perfilería en el desempeño obtenido, ya que el ensayo está impactando, tanto en un análisis de la calidad constructiva del prototipo y uniones de las piezas, como en el diseño, que es el factor de mayor influencia en el comportamiento frente a la estanqueidad de agua. Principalmente el efecto fue observado en los travesaños inferiores, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Esguerrimiento inferior sobre el plano interno de la cámara de ensayo

Conclusiones

- Los resultados parciales del desarrollo de un MC por polímeros plásticos reciclados, del tipo PET, PEBD y PEAD, son suficientes propiedades de resistencia mecánica para su aplicación en componentes no portantes.
- Los ensayos de estanqueidad según la norma brasileña NBR 15575, aportan una mirada holística sobre el desempeño de los mismos lo que consideramos aporte muy valioso.
- Si bien se verifica a la resistencia al manejo y permeabilidad al aire verifican suficientemente, la estanqueidad al agua no lo hace, de esta forma el diseño y el método de fabricación para obtención de piezas más regulares, deberá ser revisado.

Referencias

- Ávila, Antonio F. and Marcos V. Duarte. 2003. "A Mechanical Analysis on Recycled PET/HDPE Composites." *Polymer Degradation and Stability* 80(2):373–82.
- Dagnino, Renato. 2016. *Tecnología Social - Contribuciones Metodológicas y Conceptuales*.
- Dean, Sara, Andrea Oliveras, Elga Velásquez, Juan Fannin, and Nadia Lavroff. 2016. *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos En La Ciudad de Córdoba*. Córdoba.
- Itim, Bachir and Mathew Philip. 2015. "Effect of Multiple Extrusions and Influence of PP Contamination on the Thermal Characteristics of Bottle Grade Recycled PET." *Polymer Degradation and Stability* 117:84–89.
- Laria Gonzalez, Julian, Josefina María Positieri, Rosana Gaggino, Jeronimo Kreiker, and Lucas Ernesto Peisino. 2018. "Perfiles de Plástico Reciclado Para Aberturas." P. 11 in *CRETA X*, edited by U. Facultad de Arquitectura. La Plata.
- Laria, Julian Gonzalez, Halimi Sulaiman, Rosana Gaggino, Jerónimo Kreiker, and Josefina María Positieri. 2018. "Conductividad y Transmitancia Termica de Perfiles Para Aberturas de Plastico Reciclado." P. 52 in *ASADES 2018*.
- Lee, Joo Hyung, Ki Sub Lim, Wan Gyu Hahm, and Seong Hun Kim. 2013. "Properties of Recycled and Virgin Poly(Ethylene Terephthalate) Blend Fibers." *Journal of Applied Polymer Science* 128(2):1250–56.

- Navarro, R., S. Ferrándiz, J. López, and V. J. Seguí. 2008. "The Influence of Polyethylene in the Mechanical Recycling of Polyethylene Terephthalate." *Journal of Materials Processing Technology* 195(1-3):110-16.
- SAyDS, Presidencia de la Nación. 2017. *Informe Del Estado Del Ambiente*. Buenos Aires.
- Suirezs, T. M. 2005. "Comportamiento de La Madera de Pinus Taeda Impregnado Con Arseniato de Cobre Cromatado (CCA)." *Floresta* 35(1992):33-40.
- Wilson, David C., Rodic Ljiljana, Modak Prasad, Soos Reka, and Carpintero Rogero Ainhoa. 2015. *Global Waste Management Outlook*. 01 ed. edited by D. C. Wilson. UNEP.