

APROVECHAMIENTO DE PET PROVENIENTE DE RESIDUO POST-CONSUMO PARA USO EN IMPRESIÓN 3D

G. Palazzo ⁽¹⁾, M. Garrigós ⁽²⁾, M.C. Inocenti ⁽¹⁾, P. Eisenberg ^(1,3)
(1) INTI-Plásticos, (2) Arcolor SACIIFA, (3) 3iA, UNSAM
gpalazzo@inti.gob.ar

OBJETIVO

Estudiar las condiciones de procesamiento para emplear policarbonato (PC) y poli(etileno tereftalato) reciclado post-consumo (PETpc) en impresión 3D (i3D) también llamada Manufactura Aditiva, de tecnología FDM o FFF (Fabricación por Filamento Fundido).

DESCRIPCIÓN

Introducción

La impresión 3D ha logrado establecerse con éxito en las industrias aeroespacial, biomédica, dental y entretenimiento, y según Wholers (2014) las proyecciones muestran que todavía tiene por delante un recorrido de crecimiento sostenido hasta llegar a su madurez.

Los dos materiales más utilizados actualmente como insumo para i3D-FFF son: ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) y PLA (ácido poliláctico); ambos importados.

Desde un punto de vista industrial, la generación de descarte durante los procesos productivos es un problema de eficiencia económica pero también ambiental. Esta situación es inherente a la industria plástica en sus distintos procesos de manufactura tradicionales como la extrusión, el termoformado y la inyección. Desde sus inicios a principios del siglo pasado, la gestión industrial de este pasivo fue evolucionando progresivamente como muestra Howell (1992) a través de enterrado, incineración (recuperación energética), reciclado químico, y más recientemente: reutilización y comercialización.

Resulta de interés, por lo tanto, identificar fuentes de generación de desechos plásticos para su reutilización. El PC es un plástico presente en autopartes y en componentes de equipos electrónicos cuyo ciclo de vida es cada vez más corto. Por otra parte, la recolección de botellas de PET post-consumo, con un ciclo de vida de meses o incluso días, tiene un importante impacto ambiental e industrial (Garino 1991).

En el presente trabajo se desarrollan métodos para la obtención de filamentos para i3D a partir de PET y mezcla de PETpc/PC

orientados al aprovechamiento de residuos plásticos de un modo novedoso y complementario a los ya conocidos con el fin de agregar valor a productos y procesos.

Materiales

Los pellets y el filamento de PETpc (PET post consumo de botellas - DAK Americas, Platec S.A.) fueron provistos por Enye Technologies S.A.. El policarbonato (PC) en pellets fue provisto por Arcolor S.A.C.I.I.F.A..

Métodos

El filamento de PETpc fue obtenido por extrusión, resultando un filamento homogéneo, translúcido, levemente amarillento y de diámetro entre 2,96mm y 3,05mm. La mezcla PETpc/PC (1:1) fue procesada en un equipo WP ZSK 25 a 120-150 rpm empleando las siguientes temperaturas a lo largo del tornillo: 240°C, 260°C, 275°C, 275°C, 270°C, 260°C y cabezal a 250°C. La mezcla producida fue pelletizada y partir de esos pellets se fabricó un filamento de entre 2,1 y 2,0 mm de diámetro en un plastómetro.

Luego de obtenido el filamento de PETpc, fue sometido a un acondicionamiento que consistió en un secado previo a su uso.

La impresora 3D utilizada para fabricar los objetos fue una RepRap modelo Prusa i3.

Con el objetivo de evaluar la procesabilidad de los materiales (PETpc con y sin secado, y PETpc/PC 1:1), se fabricaron cubos de prueba empleando los siguientes parámetros: 25% de relleno de tipo grilla con 2 capas sólidas inferiores, 2 superiores y 2 perimetrales de 20mm de lado y 10mm de altura.

La caracterización química y térmica de los materiales se realizó empleando Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FT-IR) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).

La caracterización mecánica se realizó en un equipo de ensayos (INSTRON) con una celda de carga de 5kN y 5 mm/min de velocidad, sobre probetas obtenidas por i3D-FFF teniendo en cuenta los siguientes parámetros

críticos de proceso i3D: 25% de relleno de tipo grilla, 2 capas inferiores, 2 capas superiores y 2 capas perimetrales, en distintas configuraciones espaciales (horizontal 90°, horizontal 45°, perpendicular) con el objeto de comparar las propiedades finales entre ellas (Figura 1).



Figura 1: probetas de tracción usando como referencia la norma ASTM D638.

RESULTADOS

El filamento 100% PETpc con y sin secado fue procesado por i3D observándose que el cubo fabricado a partir de material acondicionado presentaba mejor aspecto, mayor homogeneidad dimensional, mejor adhesión entre capas y menor porosidad.



Figura 2: cubos de prueba 100% PETpc con (izquierda) y sin (derecha) secado.

Con el objeto de definir las condiciones de procesamiento en i3D de la mezcla PETpc/PC (1:1) se evaluaron los termogramas correspondientes observándose una disminución de 3°C en la temperatura de fusión de PET y una disminución de 12°C en la temperatura de transición vítrea de PC respecto de las materias primas.

Si bien el filamento obtenido a partir de la mezcla PETpc/PC (1:1) fue procesado exitosamente vía i3D, cabe señalar que el objeto impreso resultó demasiado frágil como para avanzar con ensayos de desempeño físico-mecánico.

La evaluación mecánica a través de ensayos de tracción de las probetas obtenidas por i3D con filamento 100% PETpc se observa en la Tabla 1.

Tabla 1: parámetros mecánicos de ensayos de tensión.

probetas	Tensión en la Carga Max. (MPa)	Deformación en Carga Max (%)	Módulo (MPa)
Horiz 90°	10,35 (0,48)	6,09 (2,06)	402 (34)
Horiz 45°	10,57 (1,5)	5,74 (2,60)	439 (79)
Perpend.	11,00 (0,90)	4,71 (2,24)	525 (170)

Nota: desvíos estándar entre paréntesis.

No se observan variaciones significativas entre los parámetros evaluados.

CONCLUSIONES

Se verificó que es significativa la incidencia del secado sobre un filamento de PETpc para su utilización como insumo de i3D.

La accesibilidad y bajo costo de los materiales utilizados y la calidad de los objetos obtenidos auguran buenas perspectivas para plásticos post consumo como insumo para impresoras 3D.

Se propone la optimización del proceso de extrusión reactiva para avanzar en el desarrollo de materiales de ingeniería basados en residuos plásticos reciclados con propiedades ópticas, eléctricas y desempeños finales mejorados.

Agradecimientos

Los autores desean destacar la colaboración de la U.T.T.M. de INTI-Plásticos y agradecer especialmente el aporte del Ing. Alejandro Sovic que posibilitó este trabajo.

Bibliografía

Garino R., *Plastic's Promise* [The proceedings for RecyclingPlas 91] Julio 1991. Washington D.C. Disponible en <<http://www.isri.org/news-publications/scrap-magazine/all-scrap-articles/plastic%27s-promise>>[Consulta: 09/04/2015].

Howell, G.; *A ten year review of plastics recycling*, Journal of Hazardous Materials, Volume 29, Issue 2, January 1992, Pages 143–164, DOI:10.1016/0304-3894(92)85066-A

Wohlers, T.; *Wohlers Report, 2014.* ISBN: 978-0-9913332-0-2