



Ministerio de Trabajo  
**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE**  
Centro de Diseño y Manufactura del Cuero

**Obtención y caracterización físico mecánica de mezclas de polipropileno virgen con residuos de poliuretano termofijo provenientes de la industria del calzado para su aplicación en sectores afines.**

*Ramón Tabares<sup>1\*</sup>, Gabriel Peláez<sup>1</sup>, Jhon Londoño<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Centro de Diseño y Manufactura del Cuero, Itagüí, Colombia.

*[\\*dtabares8919@gmail.com](mailto:dtabares8919@gmail.com)*

## Tabla de Contenido

1	Resumen.....	3
1.1	< Palabras Clave. > .....	3
2	Abstract.....	3
2.1	< Keywords: (3-5 word)> .....	3
3	Referencias.....	4

## 1 Resumen

El aprovechamiento de los residuos de poliuretano (PU) se ha convertido en un tema muy complejo debido a los desafíos para su reciclaje. Este trabajo presenta los resultados de una investigación experimental en la cual se obtuvieron mezclas de polipropileno virgen (PP) con residuos de PU provenientes de la industria del calzado, utilizando anhídrido maleico como agente compatibilizante. Los residuos de PU fueron caracterizados por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termogravimétrico (TGA). Estos residuos, con un tamaño promedio de 0.85 milímetros se incorporaron en la matriz de polipropileno utilizando relaciones en peso de 100/0, 95/5, 85/10 y 75/15 PP/PU respectivamente. En todas las mezclas se adicionó anhídrido maleico al 0.5% para compatibilizar la matriz. Las diferentes composiciones fueron preparadas en una extrusora doble husillo, utilizando un perfil de temperatura entre 190 y 210 ° C, y posteriormente inyectadas para obtener probetas normalizadas. Se determinó el índice de fluidez (MFI), la resistencia a la tensión, al impacto, dureza Shore D y la densidad de las probetas elaboradas. Las muestras resultantes de los ensayos de tensión, fueron analizadas en un microscopio electrónico de barrido (SEM, por sus siglas en inglés), para analizar los mecanismos de falla y las características de la interfaz PP/PU. Se encontró variación en las propiedades mecánicas analizadas en relación al aumento del contenido de PU, además de cambios en la superficie de fractura para las diferentes mezclas. Los resultados indican que es técnicamente viable la incorporación de estos residuos de poliuretano en matrices de polipropileno, obteniendo compuestos con potenciales aplicaciones comerciales.

### 1.1 Palabras Clave.

Residuos de poliuretano, agente compatibilizante, anhídrido maleico, poliuretano termoestable.

## 2 Abstract

Reclaiming of thermosetting polyurethane wastes has become in a complex topic because of the challenges for its recycling. This work presents the results of an experimental research in which blends of virgin polypropylene (PP) with polyurethane (PU) wastes from footwear industry were obtained and maleic anhydride (MAH) was used as compatibilizing agent. PU wastes were characterized by Fourier Transform infrared spectroscopy (FTIR), differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA) techniques. PU residues, with average size of 0.85 mm, were incorporated in the PP matrix using weight ratios of 100/0, 95/5, 85/15 y 75/25 PP/PU respectively and 0.5 % w/w MAH was incorporated in all blends. The formulations were prepared in corotating twinscrew extruder with a temperature profile between 190 – 210 °C and then mold injected to obtain normalized test specimens. Melt flow index (MFI), tensile strength, impact strength, heat deflection temperature (HDT), shore D hardness and density of the test specimens were measured. The fractured surfaces of tensile tests' specimens were observed by scanning electron microscopy (SEM) to analyze the failure mechanisms and characteristics of the PP/PU blends' interfaces. It was found that increasing the PU content leads to variation in the analyzed blends' mechanical properties, besides changes on their fractured crosssection surfaces. The results indicate that incorporating PU wastes in PP matrices is technically feasible to obtain blends with potentially commercial applications.

### 2.1 < Keywords: (3-5 word)>

polyurethane wastes, compatibilizing agent, maleic anhydride, thermosetting polyurethane

### 3 Referencias

- S. Farhan, R. Wang, H. Jiang, and K. Li, "Use of waste rigid polyurethane for making carbon foam with fireproofing and anti-ablation properties," *JMADE*, vol. 101, pp. 332–339, 2016.
- J. R. Gómez and M. Quintero, "and the Colombian Industry : an Opportunity for the," *Publicaciones Fedepalma*, vol. 28, pp. 35–42, 2007.
- A. N. Mohammad, "Brief Review of the Methods of Recycling of Polyurethane Foam Wastes 2.1," in *Recycling of Polyurethane Wastes*, 2016, pp. 13–20.
- K. M. Zia, H. N. Bhatti, and I. Ahmad Bhatti, "Methods for polyurethane and polyurethane composites, recycling and recovery: A review," *Reactive and Functional Polymers*, vol. 67, pp. 675–692, 2007.
- W. Yang, Q. Dong, S. Liu, and J. Li, "Recycling and disposal methods for polyurethane foam wastes," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 16, pp. 167–175, 2012.
- O. Revjakin, J. Zicans, M. Kalnins, and A. Bledzky, "Properties of compositions based on post-consumer rigid polyurethane foams and low-density thermoplastic resins," *Polymers International*, vol. 49, p. 917, 2000.
- F. P. La Mantia and L. Capizzi, "Recycling of compatibilized and uncompatibilized nylon / polypropylene blends," vol. 71, pp. 285–291, 2001.
- C. M. Tai, R. K. Y. Li, and C. N. Ng, "Impact behaviour of polypropylene / polyethylene blends," vol. 19, pp. 143–154, 2000.
- D. Becker, J. Roeder, R. V. B. Oliveira, V. Soldi, and A. T. N. Pires, "Blend of thermosetting polyurethane waste with polypropylene: influence of compatibilizing agent on interface domains and mechanical properties," *Polymer Testing*, vol. 22, pp. 225–230, 2003.
- A. Aguado, M. Calvo, and O. Gómez, "CHEMICAL RECYCLING OF POLYURETHANE FOAMS FROM SHOE SOLES TO OBTAIN POLYOL AND USE IT AGAIN IN THE FOOTWEAR SECTOR," 2013.
- C. S. Carriço, T. Fraga, and V. M. D. Pasa, "Production and characterization of polyurethane foams from a simple mixture of castor oil , crude glycerol and untreated lignin as bio-based polyols," vol. 85, pp. 53–61, 2016.
- S. Suleman, S. M. Khan, T. Jamil, W. Aleem, and M. Shafiq, "Synthesis and Characterization of Flexible and Rigid Polyurethane Foam," vol. 2, no. 5, pp. 701–710, 2014.
- E. A. Sanches and G. O. Chierice, "Characterization of polyurethane resins by FTIR , Characterization of Polyurethane Resins by FTIR , TGA , and XRD," *Journal of Applied Polymer Science*, no. January, 2010.