

Efectos del *Vestenamer*[®] en mezclas de polipropileno/hule molido de llanta y su vulcanización dinámica.

I. *Introducción*

La gran mayoría de las modificaciones de polímeros se han llevado a cabo de una gran variedad de formas resultando en varias propiedades que dependen de factores como composición de mezclas, condiciones de procesamiento, aditivos y temperatura de la aplicación. Quizás esta versatilidad y otras ventajas han contribuido a que buena parte de los polímeros de ingeniería se mezclen y a que el 30% de todos los polímeros de consumo sean mezclas.

Sin embargo, existen algunos problemas que han sido reportados en los intentos de modificar polímeros con otros polímeros debido a disminución de propiedades mecánicas, falta de compatibilidad termodinámica entre polímeros, etc. Una de las soluciones para reducir el efecto negativo es incorporar un tercer componente en la mezcla de polímeros.

En este sentido, el hule *trans*-polioctileno (TOR) conocido por su nombre comercial: *Vestenamer*[®] es un polímero de bajo peso molecular hecho de ciclo-octeno a través de polimerización por metátesis y ha sido conocido por ser un compatibilizador para mezclas incompatibles así como una ayuda de proceso. Proporciona buena procesabilidad en el rango de temperatura de procesamiento del hule (100 – 150 °C) así como incremento de la fuerza en verde por debajo de los 54 °C que es la temperatura de fusión del *Vestenamer*[®].

Los materiales base polipropileno (PP) son conocidos por su bajo costo, procesabilidad y buen balance de propiedades. Una de las grandes posibilidades de este material es mezclarlo con los abundantes desechos de hule y ha atraído mucha investigación.

II. *Experimental*

Los materiales utilizados en este estudio fueron:

- Homopolímero de Polipropileno.
- Polvo de desecho de llanta (WTD por sus siglas en inglés).
- *Vestenamer*[®], 10 ppch.
- Azufre (S), 2 ppch.
- Óxido de zinc (ZnO), 5 ppch.
- Ácido esteárico (Ac. Est.), 1.5 ppch.
- N-Ciclohexil-2-benzotiazol-2-sulfenamida (CBS), 1 ppch.

Las mezclas de PP/WTD fueron formuladas en los siguientes porcentajes (%) en peso: 80/20, 70/30, 60/40, 50/50 y 40/60. Las cantidades de S, ZnO, Ac. Est. y CBS se variaron de manera tal que las composiciones de las mezclas tengan la misma concentración de agentes de vulcanización y aditivos. Las mezclas fueron fundidas/mezcladas en un mezclador interno a una temperatura de 180 °C y a una velocidad en rotor de 50 rpm de la siguiente manera:

1. Se adiciona el PP.

2. Adición de WTD.
3. Adición de **Vestenamer®**.
4. Adición de curativos.
5. Adición de agente de vulcanización.
6. Remoción del mezclador interno.

También se probó la adición del WTD al PP sin la presencia del **Vestenamer®**, en ese caso se agregó el PP al mezclador interno, posteriormente el WTD y luego se remueve la mezcla del mezclador interno. En todos los casos, el PP se deja fundir por 2 minutos en el mezclador interno antes de la adición del siguiente ingrediente.

En el caso de la mezcla que se agrega el **Vestenamer®**, se mezcla el PP con *Vestenamer®*, curativos y agentes de vulcanización, que se agregan a los 6, 8 y 10 mins. respectivamente. El proceso se consideró como completo después de los 13 minutos en el mezclador.

Las mezclas fueron prensadas en hojas de 2 mm de espesor por medio de prensa. Las corbatas se obtuvieron de dichas placas para medir propiedades mecánicas.

III. Resultados.

Se observa que la resistencia a la tensión va decreciendo conforme aumenta el contenido de polvo de llanta. Sin embargo, ese decremento va siendo mitigado cuando se encuentra el **Vestenamer®** presente.

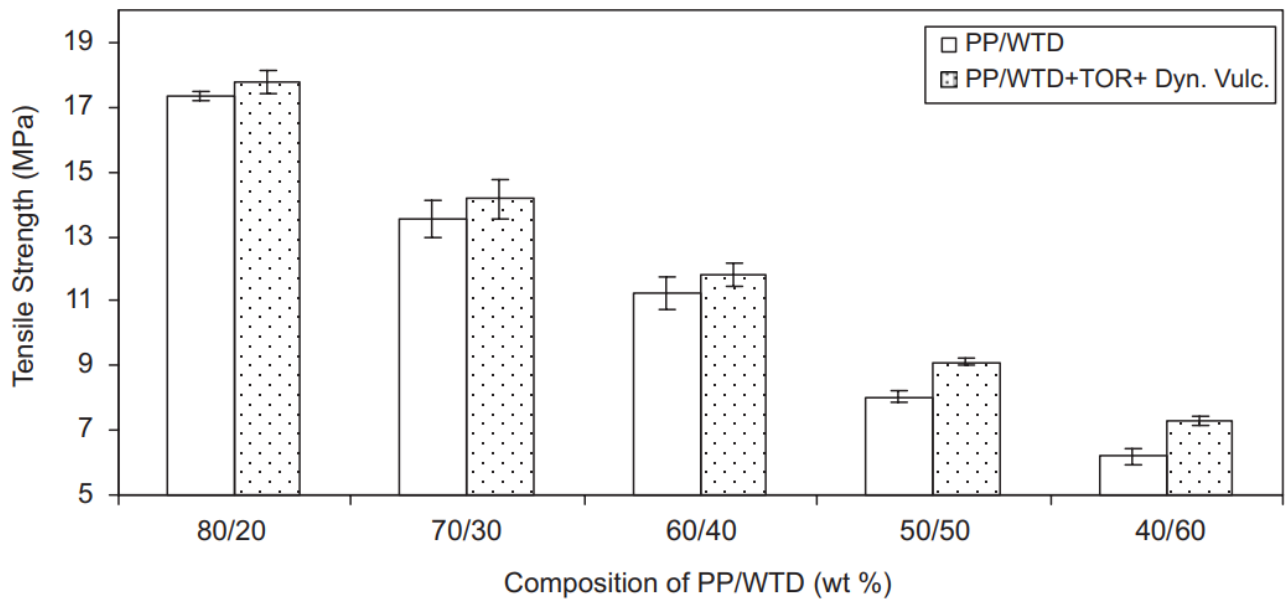


Figura 1. Resistencia a la tensión vs. Composición de la mezcla para mezclas PP/WTD.

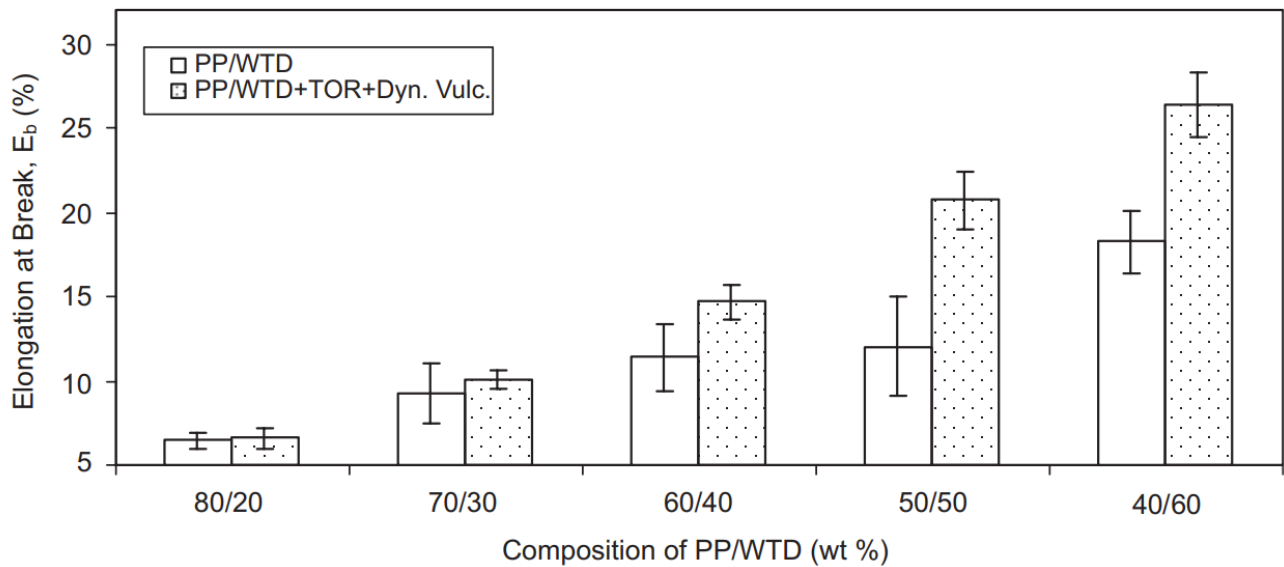


Figura 2. Relación entre última elongación, E_b y composición de la mezcla PP/WTD.

En esta última gráfica se observa que la elongación crece dramáticamente conforme aumenta el contenido de WTD, pero el aumento es todavía más significativo cuando el Vestenamer® se encuentra presente y vulcaniza con el polvo de llanta. Además, el Vestenamer® proporciona al Polipropileno con WTD una gran resistencia a los aceites, observándose un menor contenido de hinchamiento en comparación a las mezclas donde no se encuentra el Vestenamer® presente.

IV. Conclusiones.

Con este estudio se observa que el **Vestenamer®** y la vulcanización dinámica mejoran las propiedades de resistencia a la tensión de las mezclas PP/WTD como resultado de un incremento en la densidad de entrecruzamiento y de la habilidad del **Vestenamer®** para localizarse en la interfase de adhesión entre el PP y el WTD, lo cual tiene un impacto significativo sobre todo en la elongación del sistema con hule llanta.