

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 779**

51 Int. Cl.:

C08L 9/06 (2006.01)
C08L 23/16 (2006.01)
F16L 11/04 (2006.01)
C08J 3/24 (2006.01)
C08L 47/00 (2006.01)
C08L 53/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2010 E 10844292 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2519580**

54 Título: **Material flexible para tuberías y método para formar el material**

30 Prioridad:

29.12.2009 US 290731 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

12.06.2015

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS
CORPORATION (100.0%)
1199 South Chillicothe Road
Aurora, OH 44202, US**

72 Inventor/es:

**SIDDHAMALLI, SRIDHAR, K.;
LIU, ZHIZHONG;
SIMON, MARK, W.;
GOLUB, CHARLES, S.;
SARDINHA, HEIDI;
GARVER, WAYNE, E.;
COLTON, MARK, F.;
WELLS, ROBERT, L.;
STADT, GERALD, L.;
TZIVANIS, MICHAEL, J.;
RISEN, WILLIAM y
KLETTLINGER, NATHAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 537 779 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material flexible para tuberías y método para formar el material

CAMPO DE LA DESCRIPCIÓN

5 Esta descripción, en general, se relaciona con un material flexible para tuberías y los métodos para obtener el material anteriormente mencionado.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Actualmente, las tuberías médicas flexibles se usan para transportar cualquier variedad de líquidos durante los procedimientos médicos. Un cloruro de polivinilo (PVC) flexible es un material típico usado para tuberías médicas debido a su inherente flexibilidad y translucidez. Desafortunadamente, las tuberías de cloruro de polivinilo tienen cantidades significativas de productos químicos con bajo peso molecular que se pueden disolver en el cuerpo humano durante los tratamientos médicos. Además, la eliminación de desechos a base de PVC mediante incineración provoca problemas ambientales debido a la liberación de gases tóxicos.

15 Se han adoptado materiales alternativos al PVC flexible para obtener las tuberías médicas flexibles. Los polímeros que pueden ser deseables incluyen aquellos que son flexibles, transparentes y adecuados para ciertas aplicaciones. Desafortunadamente, puede que estos polímeros no tengan todas las propiedades físicas o mecánicas deseables para las aplicaciones de tuberías médicas flexibles. Además, muchos de estos polímeros no funcionan bien bajo esterilización a vapor debido a que sufren un severo ablandamiento a temperaturas superiores a aproximadamente 100°C. Como resultado, los fabricantes a menudo eligen las propiedades físicas y mecánicas que desean sin una opción en cuanto a si puede ser esterilizados a vapor.

20 US 5 539 052 A se refiere a una mezcla de elastómero termoplástico reticulado preparada mediante el proceso que comprende mezclar juntos: (a) una resina de elastómero termoplástico, (b) una resina de polímero termoplástico o mixtura de resinas termoplásticas, (c) un agente de reticulación que desarrolla reticulación entre los componentes (a) y (b).

25 US 6 656 552 B1 se refiere a una manguera que comprende una capa interna, una capa de refuerzo intermedia dispuesta alrededor de la capa interna, la capa intermedia está comprendida por una fibra tejida; y una capa externa dispuesta alrededor de la capa de refuerzo. Las capas interna y externa comprenden cada una un sistema de polímeros reticulados y comprenden un copolímero de octeno-etileno y uno o más polímeros compatibles que incluyen polietileno clorosulfonado, polietileno clorado o EPDM.

30 WO 2008/014597 A1 se refiere a una composición de polímeros reticulables ultravioletas que comprende (a) una poliolefina seleccionada a partir de uno o más miembros del grupo que consiste en polietileno y polipropileno, y copolímeros y terpolímeros de los mismos, (b) grupos funcionales polimerizables catiónicamente, y (c) un fotoiniciador catiónico en cantidad efectiva para iniciar el curado de dicha composición.

WO 02/32983 A1 se refiere a composiciones reticuladas de polipropileno con elastómeros de propileno-etileno, y sus usos como materiales de recubrimiento y aislamiento.

35 Como tal, se desea un material polimérico mejorado que se puede esterilizar a vapor.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

40 En una realización particular, un material flexible para tuberías incluye una mezcla reticulada con radiación por haz de electrones y/o gama de: (a) un primer polímero elastomérico que incluye un elastómero termoplástico estirénico, y (b) un segundo polímero elastomérico que incluye un elastómero poliolefínico, con la condición de que el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico sean diferentes.

en donde la mezcla reticulada con radiación tiene un contenido orgánico total (TOC) menor de aproximadamente 100 ppm medidos según ISO 15705 y EPA 410.4, y

c) aceite mineral.

45 En otra realización ejemplar, un método para obtener un material incluye proporcionar un primer polímero elastomérico que incluye un elastómero termoplástico estirénico, proporcionar un segundo polímero elastomérico que incluye un elastómero poliolefínico, con la condición de que el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico sean diferentes, proporcionar un aceite mineral, mezclar el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico, y el aceite mineral;

50 extrudir o moldear mediante inyección la mezcla, y reticular la mezcla con radiación gamma y/o por haz de electrones, en donde la mezcla reticulada con radiación tiene un contenido orgánico total (TOC) menor de aproximadamente 100 ppm medidos según ISO 15705 y EPA 410.4.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente descripción se puede comprender mejor y sus numerosas características y ventajas pueden ser aparentes para los expertos en la técnica al tomar como referencia los dibujos que la acompañan.

5 La FIG. 1 incluye las propiedades físicas de mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y un elastómero de dieno antes de la reticulación.

La FIG. 2 incluye las propiedades físicas de mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y un elastómero de dieno después de la reticulación.

10 La FIG. 3 incluye una ilustración gráfica de los resultados del análisis mecánico dinámico (DMA) para mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y un elastómero de dieno con y sin tratamiento de reticulación mediante haz de electrones.

La FIG. 4 incluye las propiedades físicas de mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y una tubería de elastómero de dieno antes del tratamiento de reticulación con haz de electrones.

La FIG. 5 incluye las propiedades físicas de mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y una tubería de elastómero de dieno después del tratamiento de reticulación con haz de electrones.

15 La FIG. 6 incluye una ilustración gráfica de los resultados del análisis mecánico dinámico (DMA) para mezclas ejemplares de elastómero termoplástico estirénico y un elastómero de dieno con y sin tratamiento de reticulación con haz de electrones.

20 La FIG. 7 incluye una ilustración gráfica de los resultados del análisis mecánico dinámico (DMA) para una mezcla ejemplar de un terpolímero de etileno, propileno y un monómero de dieno (EPDM) y acrilato de metil etileno (EMA) con y sin tratamiento de reticulación con haz de electrones.

La FIG. 8 incluye una ilustración gráfica de los resultados de la prueba de desgarre para mezclas ejemplares de elastómero poliolefinico y elastómero de dieno con y sin tratamiento de reticulación con haz de electrones.

25 La FIG. 9 incluye una ilustración gráfica de los resultados del análisis mecánico dinámico (DMA) para una mezcla ejemplar de un elastómero poliolefinico y un elastómero de dieno con y sin tratamiento de reticulación con haz de electrones.

La FIG. 10 incluye una ilustración gráfica de los resultados de la prueba del contenido de gel para muestras ejemplares de elastómero poliolefinico y elastómero de dieno con tratamiento de reticulación con haz de electrones.

La FIG. 11 incluye las propiedades físicas de mezclas ejemplares de elastómeros termoplásticos y elastómeros de ionómero antes de la reticulación.

30 El uso de los mismos símbolos de referencia en dibujos diferentes indica puntos idénticos o similares.

DESCRIPCIÓN DE LA(S) REALIZACIÓN(ES) PREFERIDA(S)

35 En una realización particular, un material flexible para tuberías incluye una mezcla de un primer polímero elastomérico con un segundo polímero elastomérico según se define en la reivindicación 1. De manera típica, el primer polímero elastomérico es un elastómero termoplástico estirénico. El segundo polímero elastomérico es un elastómero poliolefinico. La mezcla del primer polímero elastomérico con el segundo elastómero proporciona un material que es reticulado con radiación gamma y/o por haz de electrones. Además, el material reticulado con radiación se puede esterilizar.

40 De manera típica, el elastómero termoplástico estirénico es un copolímero de bloques a base de estireno tal como butadieno-estireno, isopreno-estireno, mezclas de los mismos, mixturas de los mismos y similares. En una realización, se prevé cualquier elastómero termoplástico estirénico. Los elastómeros termoplásticos estirénicos ejemplares incluyen copolímeros de bloques de estireno de tribloques (SBC) tales como estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), etileno-estireno estireno-butileno (SEBS), etileno-estireno estireno-propileno (SEPS), estireno-butadieno-etileno-etileno-estireno (SEEBS), estireno-propileno-etileno-etileno-estireno (SEEPS),
45 estireno-butadieno-isopreno-estireno (SIBS) o combinaciones de los mismos. Los ejemplos comerciales incluyen algunos grados de resinas KratonTM y HybrarTM. En una realización, el elastómero termoplástico estirénico contiene al menos un enlace doble olefinico libre, o sea, un enlace doble no saturado. Por ejemplo, la presencia del enlace doble olefinico libre en el polímero proporciona sitios moleculares que se reticularán bajo radiación. Los polímeros estirénicos ejemplares con enlaces dobles no saturados incluyen estireno-butadieno-isopreno-estireno (SIBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), estireno-butadieno-estireno (SBS) y similares. En una realización, el elastómero
50 termoplástico estirénico se satura, o sea, no contiene ningún enlace doble olefinico libre.

De manera típica, el elastómero termoplástico estirénico tiene un número molecular de al menos aproximadamente 15 000 Mn, tal como al menos aproximadamente 25 000 Mn. En una realización, el elastómero termoplástico

estirénico está presente en una cantidad de al menos 10% en peso, tal como al menos aproximadamente 20% en peso, o incluso al menos aproximadamente 30% en peso del peso total de la mezcla. De manera típica, el nivel del elastómero termoplástico estirénico presente en la mezcla se puede optimizar basándose en las propiedades finales que se deseen.

5 La mezcla incluye un elastómero poliolefinico. Se prevé cualquier elastómero poliolefinico. Una poliolefina típica puede incluir un homopolímero, un copolímero, un terpolímero, una aleación o cualquier combinación de los mismos formada a partir de un monómero, tal como etileno, propileno, buteno, penteno, metil penteno, hexeno, octeno o cualquier combinación de los mismos. En una realización, el elastómero poliolefinico puede ser copolímeros de etileno con propileno o alfa-olefinas o copolímeros de polipropileno con etileno o alfa-olefinas hechos mediante procesos de polimerización con metaloceno o sin metaloceno. Los ejemplos de poliolefina comercial incluyen Affinity™, Engage™, Flexomer™, Versify™, Infuse™, Exact™, Vistamaxx™, Softel™ y Tafmer™, Notio™ producidos por Dow, ExxonMobil, Londer-Basell y Mitsui. En una realización, el elastómero poliolefinico puede incluir copolímeros de etileno con monómeros de vinilo polares tales como acetato (EVA), ácido acrílico (EAA), acrilato de metilo (EMA), metacrilato de metilo (EMMA), acrilato de etilo (EEA) y acrilato de butilo (EBA). Los suministradores ejemplares de estas resinas de copolímero de etileno incluyen DuPont, Dow Chemical, Mitsui y Arkema, etc. En otra realización, el elastómero poliolefinico puede ser un terpolímero de etileno, anhídrido maleico y acrilatos tales como Lotader™ fabricado por Arkema y Evalloy™ producido por DuPont. En otra realización más, el elastómero poliolefinico puede ser un ionómero de etileno y ácido acrílico o ácido metacrílico tales como Surlyn™ fabricado por DuPont. En una realización, la poliolefina es un elastómero termoplástico poliolefinico con grado de reactor tal como P6E2A-005B disponible en Flint Hills Resources. En una realización, los elastómeros poliolefinicos deben tener un módulo de flexión menor de 200 MPa. De manera típica, el elastómero poliolefinico está presente en una cantidad de al menos 10% en peso, tal como al menos aproximadamente 20% en peso, o incluso al menos aproximadamente 30% en peso del peso total de la mezcla. De manera típica, el nivel del elastómero poliolefinico presente en la mezcla se puede optimizar basándose en las propiedades finales que se deseen.

25 Para reticular las mezclas con radiación por haz de electrones o rayos gamma, se necesitan sitios reactivos en las mezclas. Por ejemplo, en la realización cuando el elastómero termoplástico estirénico contiene al menos un enlace doble olefinico libre, el enlace doble olefinico libre en el polímero proporciona sitios moleculares que se reticularán bajo radiación. En una realización, si se usan resinas saturadas para obtener las mezclas, se pueden añadir pequeñas cantidades de sensibilizadores de radiación o promotores de reticulación para garantizar suficiente reticulación y evitar la degradación de los materiales provocada por escisión de la cadena durante la exposición a la radiación. Se puede prever cualquier sensibilizador de radiación razonable. Los sensibilizadores de radiación ejemplares son típicamente monómeros multifuncionales tales como: dimetacrilato de dietilenglicol (DEGDMA), trimetacrilato de trimetilolpropano (TMPT-MA), acrilato de dipentacritol (DPEA), tetraacrilato de tetrametilolmetano (TMMTA), cianurato de trialilo (TAC), diisocianato de tolueno (TDI), diisocianato de hexametileno (HMDI), dimaleimida de m-fenileno, similares y cualquier combinación de los mismos. Cuando se utiliza, el sensibilizador de radiación puede estar presente en 0,5% a 3,0% en peso del peso total de la mezcla.

En una realización, se puede usar un promotor de reticulación para proporcionar sitios reactivos para reticular las mezclas con irradiación. Se puede prever cualquier promotor de reticulación razonable. Los promotores de reticulación ejemplares incluyen polímeros con enlaces dobles no saturados en las cadenas moleculares tales como poliisopreno, polibutadieno, EPDM, SIS, SBS, similares y cualquier combinación de los mismos. En una realización particular, los enlaces dobles no saturados de los promotores de reticulación se reticularán mediante haz de electrones o rayos gamma. De manera típica, el promotor de reticulación puede estar presente en cantidades no superiores a aproximadamente 5,0% en peso del peso total de la mezcla.

45 En la mezcla se usa un aceite mineral. En una realización particular, el aceite mineral es parafínico o nafténico o una mixtura de parafínico o nafténico con cero contenido aromático. Por ejemplo, se puede usar un aceite mineral en una cantidad de hasta aproximadamente 70% en peso del peso total de la mezcla. En una realización, las mezclas son sustancialmente libres de aceite. "Sustancialmente libre de aceite", como se usa en la presente memoria, se refiere a una mezcla que incluye aceite mineral presente en menos de aproximadamente 0,1% en peso del peso total de la mezcla. En una realización ejemplar, la mezcla también incluye cualquier aditivo que se prevea tal como un lubricante, una carga, un plastificante, un antioxidante o cualquier combinación de los mismos. Los lubricantes ejemplares incluyen aceite de silicona, ceras, ayudas deslizantes, agentes antibloqueo y similares. Los lubricantes ejemplares también incluyen poliolefina con silicona injertada, ceras de polietileno o polipropileno, amidas de ácido oléico, erucamida, estearato, ésteres de ácidos grasos y similares. De manera típica, el lubricante puede estar presente en menos de aproximadamente 2,0% en peso del peso total de la mezcla. En una realización, el lubricante puede estar presente en menos de aproximadamente 0,5% en peso del peso total de la mezcla. Los antioxidantes ejemplares incluyen antioxidantes fenólicos de amina bloqueada. Las cargas ejemplares incluyen carbonato de calcio, talco, cargas radio-opacas tales como sulfato de bario, oxícloruro de bismuto, cualquier combinación de los mismos y similares. Los plastificantes ejemplares incluyen cualesquiera plastificantes conocidos tales como aceites minerales y similares. De manera típica, un aditivo puede estar presente en una cantidad no mayor de 50% en peso del peso total de la mezcla, tal como no más de aproximadamente 40% en peso del peso total de la mezcla, o incluso no más de aproximadamente 30% en peso del peso total de la mezcla. De manera alternativa, la mezcla puede estar libre de lubricantes, cargas, plastificantes y antioxidantes.

Los componentes de la mezcla del primer polímero elastomérico con el segundo polímero elastomérico se pueden procesar por fusión mediante cualquier método conocido para formar la mezcla. En una realización, el primer polímero elastomérico con el segundo polímero elastomérico se pueden procesar por fusión mediante mezclado o mezclado en seco. La mezcla seca puede estar en forma de polvo, granular o en forma de bola. La mezcla se puede obtener mediante un proceso de mezclado continuo con husillos gemelos o un proceso Banbury a lotes. Las bolas de estas mezclas entonces se pueden introducir en una extrusora de un solo husillo para obtener artículos tales como productos flexibles para tuberías. Las mezclas también se pueden mezclar en una extrusora de un solo husillo equipada con elementos de mezclado y después extruirlas directamente en artículos tales como productos de tuberías. En una realización particular, la mezcla se puede procesar por fusión mediante cualquier método previsto conocido en la técnica tal como laminado, fundición, moldeo y similares. En una realización, la mezcla se puede moldear por inyección.

En una realización, cualquier artículo se puede obtener a partir de las mezclas en dependencia de las necesidades de aplicación específicas. Después, los artículos resultantes se irradian utilizando haz de electrones o rayos gamma en un proceso a lotes o un proceso de laminado a rollo. En una realización particular, la radiación por haz de electrones incluye un haz de electrones generado por un generador Van de Graaff, un acelerador de electrones. Se puede usar un haz de electrones con energía de aproximadamente 0,5 Mev hasta aproximadamente 10,0 Mev de un acelerador de haz de electrones para reticular la mezcla del artículo resultante. Las dosis de 10 KGy hasta 200 KGy (1 Mrad hasta 20 Mrad) son típicas. En una realización ejemplar, para reticular la mezcla mediante rayos gamma, se puede usar desde 1 Mrad hasta 200 Mrad de radiación de una fuente de ⁶⁰CO.

Las mezclas poliméricas pueden resistir ventajosamente los procesos de esterilización. En una realización, la mezcla polimérica se esteriliza mediante cualquier método que se prevea. Por ejemplo, la mezcla polimérica se esteriliza después de la reticulación por radiación. Los métodos de esterilización ejemplares incluyen vapor, gamma, óxido de etileno, técnicas de haz de electrones, combinaciones de los mismos y similares. En una realización particular, la mezcla polimérica se esteriliza mediante esterilización a vapor. En una realización ejemplar, la mezcla polimérica es resistente al calor en la esterilización a vapor a temperaturas de hasta 121°C durante un tiempo de hasta 30 minutos. En una realización, la mezcla polimérica es resistente al calor para realizar esterilización a vapor a temperaturas de hasta aproximadamente 135°C durante un tiempo de hasta aproximadamente 20 minutos.

En una realización, la mezcla polimérica se puede formar en un artículo de una sola capa, un artículo multicapas, o se puede laminar, recubrir o formar sobre un sustrato. Los artículos multicapas pueden incluir capas tales como capas de refuerzo, capas adhesivas, capas de detención, capas químicamente resistentes, capas metálicas, cualquier combinación de las mismas y similares. La mezcla se puede conformar en una forma útil tal como una película, una lámina, una tubería y similares. La mezcla polimérica se puede adherir o pegar a otros sustratos que incluyen poliolefinas (polipropileno (PP), polietileno (PE) y similares) y estirénicos (poliestireno (PS), estireno butadieno acrilonitrilo (ABS), poliestireno de alto impacto (HIPS) y similares).

En una realización particular, la mezcla polimérica se puede usar para producir tuberías y mangueras. Por ejemplo, la mezcla polimérica se puede usar como tubería o manguera para producir tuberías de baja toxicidad para bombas, mangueras reforzadas, mangueras químicamente resistentes, mangueras trenzadas y mangueras y tuberías con baja permeabilidad. Por ejemplo, se pueden proporcionar tuberías que tengan cualquier tamaño de diámetro útil para la aplicación en particular que se escoja. En una realización, la tubería puede tener un diámetro exterior (OD) de hasta aproximadamente 2,0 pulgadas, tal como aproximadamente 0,25 pulgada, 0,50 pulgadas y 1,0 pulgada. La tubería de la mezcla polimérica exhibe ventajosamente propiedades deseables tales como estabilidad química e incremento de la vida útil. Por ejemplo, el tubo puede tener una vida útil de bombeo mayor de aproximadamente 10 horas, tal como mayor de aproximadamente 20 horas, o incluso más si se mide a 600RPM utilizando una altura de bomba estándar.

Las realizaciones presentes pueden producir artículos con baja toxicidad que tienen propiedades mecánicas deseables. En una realización particular, el artículo reticulado con radiación que se forma es sustancialmente libre de plastificantes u otros extensores de bajo peso molecular que se puedan disolver en los fluidos que se transfieren. "Sustancialmente libre", como se usa en la presente memoria, se refiere a un artículo reticulado con radiación que tiene un contenido orgánico total (TOC) (medido según ISO 15705 y EPA 410.4) menor de aproximadamente 100 ppm.

En la realización, los artículos reticulados con radiación resultantes pueden tener otras propiedades físicas y mecánicas deseables. Por ejemplo, los artículos reticulados con radiación son flexibles, resistentes a la deformación y lucen transparentes o, al menos, translúcidos. En particular, los artículos reticulados con radiación resultantes tienen flexibilidad, claridad sustancial o translucidez deseables, temperaturas de transición vítrea deseables, rendimiento deseable a bajas temperaturas y resistencia química a aceites y alcoholes. Por ejemplo, los artículos reticulados con radiación del primer polímero elastomérico con el segundo polímero elastomérico pueden producir ventajosamente artículos con valor bajo durómetro. Por ejemplo, se puede formar un artículo reticulado con radiación que tiene un durómetro Shore A de aproximadamente 40 hasta aproximadamente 90 y que tiene propiedades mecánicas deseables. Tales propiedades indican un material flexible.

Además de la dureza deseable, los artículos reticulados con radiación tienen propiedades físicas ventajosas, tales como alargamiento final deseable y bajo endurecimiento por compresión a elevadas temperaturas. El alargamiento final se determina utilizando un instrumento Instron según los métodos de prueba ASTM D-412. Por ejemplo, los artículos reticulados con radiación pueden exhibir un alargamiento final de al menos aproximadamente 400%, tal como al menos aproximadamente 500%, tal como al menos 600%, o incluso al menos aproximadamente 700%. En una realización, el endurecimiento por compresión de los artículos reticulados con radiación según ASTM D-395 medido a aproximadamente 121°C es menor de aproximadamente 50%.

Las aplicaciones de la mezcla polimérica son numerosas. En particular, la naturaleza no tóxica de la mezcla polimérica hace que el material sea útil para cualquier aplicación donde no se desee toxicidad. Por ejemplo, la mezcla polimérica tiene potencial para FDA, USP y otras aprobaciones regulatorias. En una realización ejemplar, la mezcla polimérica se puede usar en aplicaciones industriales, médicas, de asistencia sanitaria, biofarmacéuticas, de agua potable, de alimentos y bebidas, de laboratorio y similares. En una aplicación, la mezcla polimérica también se puede eliminar con seguridad ya que sustancialmente no genera gases tóxicos cuando se incinera y no disuelve ningún plastificante en el medioambiente si se desecha en un vertedero.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1. Mezcla de elastómero termoplástico estirénico y una poliolefina

Kraton D2109 se prueba para verificar las propiedades físicas y mecánicas. En términos generales, Kraton D2109 es un material mezclado por fusión de resina TPE estirénica, poliolefina y aceite mineral que se obtiene en Sonneborn, Petrolia, PA. Kraton D2109 se moldea por inyección en un perfil plano a aproximadamente 204°C (400°F) en placas para probar la dureza Shore A, el endurecimiento se realiza por compresión a alta temperatura y tracción. También se extrude directamente en una tubería de diámetro exterior de 9,525 mm (0,375" (OD)) X diámetro interior (ID) de 6,35 mm (0,25"). La procesabilidad es buena ya que no hay problemas con las dimensiones del tubo y la ventana de temperatura. Es sedoso al tacto (lo opuesto a ser "prensil" como en el caso de C-Flex) y "se siente como silicona". El tubo perceptiblemente mostró signos de resiliencia y elasticidad. Las placas y los rollos de tubería se irradian con haz de electrones a 2 velocidades de dosificación diferentes de aproximadamente 6,8 MRad y aproximadamente 13,6 MRad correspondientes a 4 a 8 pases cada uno de aproximadamente 1,7 MRad. Entonces las placas irradiadas se prueban para verificar la dureza, el endurecimiento por compresión y tracción según se mide en ASTM D-395. Los resultados se presentan en las tablas 1 y 2. Santoprene obtenido en Advanced Elastomer Systems se usa como tubería de comparación con tres grados que se prueban para verificar el endurecimiento por compresión.

Tabla 1

Propiedades	Sin exponer	Expuesto a haz de electrones	
		4 Pases	8 Pases
Kraton D2109		4 Pases	8 Pases
Dureza Shore A	49	50	52
Resistencia a la rotura	475	870	1045
Alargamiento final, %	970	690	735
Endurecimiento por compresión 120°C	32,8	17,8	11,5

Tabla 2

Grado Santoprene	Endurecimiento por compresión 120°C
8281-64	21,2
8281-65	27,9
8281-75	30,2

El tubo reticulado por haz de electrones se puede termosellar, aunque en un entorno de temperatura mayor de la normal con C-Flex estándar. Sin embargo, la temperatura de endurecimiento por calor se tiene que aumentar de 160°C para un tubo de C-Flex estándar a 180°C para termosellar un tubo de Kraton D2109 reticulado con radiación. El producto de Kraton D2109 irradiado muestra mayor resistencia a la rotura, menor alargamiento de rotura y endurecimiento por compresión a alta temperatura radicalmente mejorado (120°C) que supera el rendimiento de Santoprene. El mezclado de Kraton D2109 irradiado tiene una dureza de aproximadamente 50A, aproximadamente

1 000 psi de resistencia a la rotura, aproximadamente 735% de alargamiento final y endurecimiento por compresión de 12% a 120°C.

5 La tubería para bombas de Kraton D2109 (0,25 x 0,38 pulgadas) irradiado con hasta 8 pases de haz de electrones para efectuar la reticulación se somete a la prueba de la bomba peristáltica a 600 RPM utilizando una altura estándar. La tubería irradiada también se prueba para verificar la vida útil de bombeo a 600 RPM utilizando una altura de carga EZ. Por razones de comparación, la tubería de C-Flex R70-374 claro de tamaño 17 también se prueba en la carga EZ. Como se puede ver en los resultados de la tabla 3 que aparece a continuación, XL-CFlex (Kraton D2109) se bombea a la altura estándar durante aproximadamente 50 horas antes de fallar. Sorpresivamente, la misma tubería se bombeó durante aproximadamente 1 000 horas en carga EZ antes de fallar. 10 Como comparación, C-Flex R70-374 claro se bombea durante aproximadamente 10 horas a alturas de carga estándar y EZ antes de fallar, lo que indica que el diseño de la altura de la bomba es irrelevante. Además, el comportamiento de resquebrajamiento de R70-374 es visualmente peor que el de Kraton D2109 irradiado (XL-CFlex) que muestra resquebrajamiento mínimo (como se observó visualmente durante la prueba de bomba)

Tabla 3

	Vida útil de bombeo (horas)	
	Std.	EZ
C-Flex		
XL-CFlex (Kraton D2109) (translúcido)	-50	-1000
R70-374 (claro)	-10	-10
R70-001 (tubería para bombas C-P opaca)	-50	No se probó
AdvantaFlex (lechoso pero translúcido)	-100	No se probó

15

EJEMPLO DE REFERENCIA 2. Mezclas de EPDM con Copolímeros de Bloques Estirénicos Saturados (SBC):

Para obtener tuberías flexibles, se pueden usar mezclas de elastómeros de dieno y elastómero termoplástico estirénico cuya dureza varíe entre Shore A 40 a 90. En la tabla 4 se presentan elastómeros de dieno y elastómeros termoplásticos estirénicos utilizados para demostrar el concepto de obtener mezclas reticulables mediante radiación ionizante. Se escogen cuatro elastómeros termoplásticos estirénicos de diferentes químicas y propiedades físicas. Kraton G 1643M y Kraton MD 6945 son resinas producidas por Kraton Polymers y se basan en la química de poliestireno de bloques de poliestireno y bloques de poli(etileno-butileno) (SEBS). Hybrar 7125 tiene una estructura química de poliestireno de bloques de poliestireno y bloques de poli(etileno-co-propileno) (SEPS), mientras que Hybrar 7311 tiene una estructura química de poliestireno de bloques de poliestireno y bloques de poli(etileno-co-etileno-co-propileno) (SEEPS). Las resinas Hybrar las suministra Kuraray Co. Ltd., Kurashiki, Japan. Se escoge EPDM para obtener las mezclas reticulables. En una realización, se pueden usar resinas EPDM hechas mediante la tecnología de polimerización con metaloceno para utilizar las técnicas comunes de extrusión termoplástica para obtener tuberías de las mezclas. A diferencia de los cauchos EPDM, que son completamente amorfos y, por consiguiente, están en forma de fardo a temperatura ambiente, las resinas EPDM con metaloceno se pueden producir en forma de bola debido a algún grado de cristalinidad (típicamente en el rango de 5% a 20% si se mide por DSC a 10°C/min) existente en este tipo de materiales. Nordel IP 4725 proporcionado por Dow Chemical es la resina EPDM con metaloceno seleccionada para obtener mezclas reticulables en este ejemplo. La resina Nordel IP4725 está en forma de bola transparente y el productor informa que tiene aproximadamente 12% de cristalinidad.

30

Tabla 4: Elastómero termoplástico estirénico y materia prima de EPDM

Materiales	Grado	MFR, g/10min @ 230 °C	Dureza, Shore A	100%-Modulo, MPa	Resistencia a la Tracción, MPa
Resina SBC	Kraton G 1643M	18	52	1,5	6,3
	Kraton MD6945	4	35	0,8	12,8
	Hybrar 7125	4	64	1,7	13,2
	Hybrar 7311	2	41	0,6	9,3
EPDM	Nordel IP4725	No disponible	66	1,7	14,4

35

Para obtener lotes pequeños de las mezclas, los componentes del polímero se mezclan en una mezcladora Brabender a relaciones diferentes a aproximadamente 200°C y aproximadamente 60 rpm durante aproximadamente 5 minutos. Las mezclas resultantes se usan para moldear planchas de aproximadamente 1 mm de espesor en una prensa en caliente Carver. Se cortan especímenes de prueba en forma de hueso de perro de las planchas para la prueba de tracción. La Figura 1 presenta las propiedades mecánicas y ópticas de las mezclas antes de la reticulación. Se puede ver que las mezclas transparentes provienen de sistemas de EPDM/Kraton MD6945 y EPDM/Hybrar 7311 a todos los niveles de mezclado, mientras que las mezclas translúcidas se obtienen de mezclas de EPDM/Kraton G1643 y EPDM/Hybrar 7125. La dureza de estas mezclas varía entre Shore A 40 a 70, que está dentro del rango deseable para los tubos flexibles de elastómero termoplástico. El alargamiento de las mezclas resultantes generalmente es mayor de aproximadamente 1 000%. El módulo de las mezclas generalmente está entre los dos extremos de las resinas crudas y la resistencia a la tracción de las mezclas es mayor que la de las resinas crudas.

Para reticular las mezclas, las planchas moldeadas se envían a E-BEAM Services Inc. en Lebaron, Ohio, para el tratamiento de reticulación. Se exponen 10 muestras de EPDM/Kraton MD6945 y EPDM/Hybrar 7311 a aproximadamente 6.8 Mrad (4 pases x 1,7 Mrad/pase) haz de electrones de aproximadamente 10 MeV. Después del tratamiento con haz de electrones, ninguna de las muestras revela cambios en claridad o amarillamiento debido a la degradación. Las pruebas del contenido de gel se llevan a cabo sumergiendo una muestra reticulada en hexano hirviendo durante aproximadamente 12 horas y entonces se mide el porcentaje de contenido sólido remanente en la muestra. Se mide 40% a 70% en peso del contenido de gel del peso total de la mezcla para las mezclas de EPDM/Kraton MD 6945 y EPDM/Hybrar 7311 tratadas con haz de electrones en dependencia de sus composiciones. Para las muestras no tratadas de EPDM/ elastómero termoplástico estirénico, se halla 0% de contenido de gel (completamente disuelta). Al comparar las propiedades físicas de las muestras reticuladas en la Figura 2 y los resultados de las muestras no reticuladas correspondientes en la Figura 1, no se hallan cambios significativos en las mezclas tratadas con haz de electrones en términos de dureza y módulo, se halla un ligero aumento en el módulo de tracción después del tratamiento con haz de electrones, mientras que se ve que el alargamiento de las muestras reticuladas disminuye de 10% a 20%.

Para verificar la influencia de la exposición al haz de electrones en la resistencia al calor de las mezclas, se realiza un análisis mecánico dinámico (DMA) en el rango de temperatura de -80°C a 200°C. Esta prueba puede determinar la temperatura de transición vítrea, el punto de fusión de un termoplástico mediante los cambios siguientes en el comportamiento viscoelástico de un material con temperatura. En una prueba típica de DMA, el módulo de almacenaje mide cuán rígido y elástico es el material, el módulo de pérdida indica cuán fluido y viscoso es el material y la tangente de pérdida es la relación del módulo de pérdida con el módulo de almacenaje. Para que un material de polímero exhiba algo de resistencia al calor de modo que no ocurra deformación bajo su propio peso cuando se expone a temperaturas elevadas, el módulo de almacenaje del material típicamente está al menos por encima de aproximadamente 1 MPa, mientras que el valor de la tangente de pérdida típicamente es menor de aproximadamente 0,25 MPa. Utilizando estos criterios, se puede estimar la temperatura máxima a la que se puede exponer un material de elastómero termoplástico durante un breve período de tiempo, tal como un proceso de esterilización a vapor. La Figura 3 muestra el cambio del módulo de almacenaje y la tangente de pérdida con temperatura para la mezcla de 50/50 Nordel IP4725/EPDM. Sin reticulación con haz de electrones, el módulo de almacenaje de la mezcla muestra una caída aguda por encima de aproximadamente 100°C, lo que sugiere un comportamiento de fusión y flujo. El módulo de almacenaje cae por debajo de aproximadamente 1 MPa a aproximadamente 95°C y la tangente de pérdida se eleva por encima de 0,25 a 82°C, por consiguiente, la temperatura máxima de exposición a corto plazo para esta mezcla será de alrededor de 80°C. Después de la reticulación con haz de electrones a aproximadamente 6,8 Mrad, el módulo de almacenaje de la mezcla de 50/50 Nordel IP4725/EPDM muestra una meseta desde 70°C y 200°C. No cae por debajo de aproximadamente 1 MPa hasta aproximadamente 160°C. La tangente de pérdida no está por debajo de 0,25 MPa incluso a 195°C. Por consiguiente, esta mezcla reticulada es adecuada para los procesos de esterilización a vapor tanto a 121°C como a 135°C.

EJEMPLO DE REFERENCIA 3. Tubería hecha de mezclas de EPDM/ elastómero termoplástico estirénico:

Para obtener tuberías flexibles de las mezclas, se mezclan mezclas de 50/50 Kraton G 1643M/Nordel IP45 con o sin aditivos lubricantes mediante una extrusora co-rotativa con husillos gemelos y se enfrían mediante un baño de agua y se cortan en bolas. Las bolas resultantes se introducen después en una extrusora de un solo husillo, que se equipa con un dado de tubería. Se usa un husillo regular de 3 zonas para extrudir la tubería. El perfil de temperatura se ajusta a 137°C (280°F), 160°C (320°F) y 204°C (400°F) para tres segmentos de la extrusora. Las temperaturas del adaptador y del dado se ajustan a 207°C (405°F) y 212°C (415°F), respectivamente. El polímero fusionado que fluye fuera del dado se descarga en un tanque de agua sumergente para su enfriamiento, donde el material extrudido se congela en forma de tubería. La presión de aire interior, la velocidad del husillo y la velocidad de tracción se combinan para controlar las dimensiones de la tubería y el espesor de las paredes. Se obtiene una tubería translúcida y flexible con dimensiones de 0,25" para el ID y 0,375" para el OD mediante los procedimientos de mezclado y extrusión anteriores. Cuando haya disponible una extrusora con secciones de husillo mezclador, se puede omitir el proceso de mezclado con husillos gemelos. La tubería flexible se puede extrudir a partir de las mezclas al introducir mezclas secas de estas resinas directamente en la extrusora debido a la relativamente alta compatibilidad existente entre EPDM y los elastómeros termoplásticos estirénicos.

En la Figura 4 se muestran formulaciones de tuberías y las propiedades de las tuberías resultantes sin tratamiento de reticulación con haz de electrones. Como la poca fricción superficial generalmente ayuda a la vida útil de bombeo en las aplicaciones de bombas peristálticas, se evalúan tres lubricantes a aproximadamente 1% en nivel de adición de peso del peso total de la mezcla. Se obtiene un 50% en un lote maestro (polidimetilsiloxano terminado en vinilo) en peso de aceite de silicona en resina portadora EVA de Dow Corning. Lubotene RLF4006 es una resina de polietileno de baja densidad con silicona injertada (LDPE) que se obtiene en Optatch Corporation. Ampacet 102468 es un lote maestro de Eruamida en LDPE suministrada por Ampacet Corporation. A aproximadamente 1,0% en nivel de adición de peso del peso total de la mezcla, los tres lubricantes no muestran efectos significativos en resistencia a la deformación, que se mide por MBR (radio mínimo de curvatura), claridad y propiedades mecánicas del tubo. Los lubricantes aumentan la vida útil de bombeo de la tubería cuando esos tubos se usan como segmento de bombeo a la altura estándar de una bomba peristáltica Masterflex™. En este estudio, las pruebas de bombeo se efectúan a una velocidad de aproximadamente 400 rpm. Sin lubricante, la tubería solo podría operar durante aproximadamente 2 horas debido a fallos provocados por el desgaste. Al añadir aproximadamente 1,0% en peso de lubricante, la vida útil de bombeo de la tubería se extiende hasta 6-11 horas.

Los tubos extruídos de las mezclas de 5/50 Kraton G 1643M/Nordel IP45 se reticulan también mediante un tratamiento con haz de electrones de aproximadamente 6,8 Mrad. La Figura 5 presenta las propiedades de los tubos después de la reticulación con haz de electrones. Comparado con los resultados correspondientes de la Figura 4, está claro que el proceso de reticulación con haz de electrones no afecta la claridad, la resistencia a la deformación, la dureza ni las propiedades mecánicas de tracción. Sin embargo, se puede ver una mejoría significativa en la vida útil de bombeo de la tubería. La tubería sin lubricar eleva la vida útil de bombeo de 2 horas a 24 horas, mientras que los tubos lubricados mejoran la vida útil de bombeo de 6-11 horas hasta el rango de 13-39 horas. Además, se puede lograr una mejoría significativa en la resistencia al calor de los tubos mediante el tratamiento de reticulación con haz de electrones. Como ilustran los resultados de DMA en la Figura 6, la tubería sin lubricar de 5/50 Kraton G 1643/Nordel IP45 solo puede soportar una breve exposición a aproximadamente 80°C, mientras que el tubo reticulado con haz de electrones se puede utilizar a aproximadamente 130°C durante un breve período. Por consiguiente, la mezcla reticulada es adecuada para los procesos de esterilización a vapor a aproximadamente 121°C durante un tiempo de hasta aproximadamente 30 minutos y a aproximadamente 135°C durante un tiempo de hasta aproximadamente 20 minutos.

EJEMPLO DE REFERENCIA 4: Mezclas de elastómeros poliolefinicos y elastómeros de dieno

Las mezclas de polímeros siguientes se mezclan en proporciones diferentes a aproximadamente 200°C a 230°C, utilizando una mezcladora Brabender. Las mixturas resultantes se moldean en planchas de 2 mm de espesor y se cortan especímenes de prueba en forma de hueso de perro de las planchas para la prueba de desgarre y tracción de acuerdo con ASTM 638 y ASTM 624, respectivamente.

Tabla 5

Muestra	Módulo de almacenaje (MPa) a -70°C	Módulo de almacenaje (MPa) a 100°C	Tg a curva Tan Delta (°C)
EPDM/EMA	1987	0,489	-19,67
EPDM/EMA 4 pases de haz de electrones	1808	1,317	-17,50
EPDM/EMA 8 pases de haz de electrones	1796	1,633	-16,69
EPDM/EMA	1735	1,505	-16,12

En la Figura 7 se puede ver el análisis mecánico dinámico de la mezcla de EPDM/EMA con y sin irradiación con haz de electrones. 6,8 MRad (4 pases) de irradiación con haz de electrones reticulan suficientemente la mezcla de EPDM/EMA. Por ejemplo, la mezcla de EPMA/EMA que no se ha irradiado con haz de electrones claramente no está reticulada como lo evidencia la caída drástica en módulo de almacenaje a medida que aumenta la temperatura. Además, 6,8 Mrad (4 pases) de irradiación con haz de electrones son suficientes para crear una mezcla con resistencia al calor a temperaturas superiores a 100°C y, en particular, los procesos de esterilización a vapor a aproximadamente 121°C durante un tiempo de hasta aproximadamente 30 minutos y aproximadamente 135°C durante un tiempo de hasta aproximadamente 20 minutos.

Se escogen cuatro ejemplos para extrudirlos en tuberías de 0,5625 pulgadas de OD x 0,375 pulgadas de ID para su evaluación. En las tablas 6, 7 y 8 se pueden ver la formulación y las propiedades antes y después del tratamiento con haz de electrones.

Tabla 6

Materiales	Grado	Cantidad	Dureza (Shore A)
Resina de poliolefina	Elvax 360	100 g	75
	Versify 2400	100 g	68
	Affinity EG8200	100 g	70
	Engage 8180	100 g	63
EPDM	Nordel IP4725	100 g	60

Tabla 7. Propiedades antes del tratamiento con haz de electrones

Material	Dureza Shore A	Modulo de Young (MPa)	100% Módulo (MPa)	300% Módulo (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Alargamiento (%)
EPDM/Elvax	77	11,3	2,7	1,5	19,3	1048
EPDM/Versify	62	7,0	1,7	0,8	13,9	1255
EPDM/Affinity	66	6,5	2,0	1,0	13,4	1232
EPDM/Engage	64	5,3	1,8	1,0	15,9	1244
EPDM/Elvax	76	12,1	3,0	1,7	19,0	801
EPDM/Versify	60	6,9	1,7	0,9	11,1	982
EPDM/Affinity	67	6,8	2,0	1,1	17,5	1081
EPDM/Engage	64	5,3	1,8	1,0	15,6	991

5 Como se puede ver en las tablas 5-7, la reticulación de las mezclas proporciona materiales con propiedades ventajosas. Después de la irradiación con haz de electrones, el material permanece flexible. Los materiales exhiben un cambio desdeñable en Módulo de Young, 100% Módulo, 300% Módulo y resistencia a la tracción después del tratamiento con haz de electrones. Después del tratamiento con haz de electrones, el material muestra una ligera disminución en Alargamiento que indica que no hay escisión de la cadena en el material.

10 En la Figura 8 se puede ver la prueba de desgarre. La Figura 9 es una ilustración del análisis mecánico dinámico (DMA) de una mezcla de EPDM/Affinity. Los gráficos muestran que no hay cambios desdeñables en las propiedades de 4 a 8 pases del haz de electrones. Como se ve en la Figura 9, 6,8 Mrad (4 pases) de irradiación con haz de electrones es suficiente para crear una mezcla con resistencia al calor a temperaturas superiores a 100°C y, en particular, los procesos de esterilización a vapor a aproximadamente 121°C durante un tiempo de hasta 30 minutos y aproximadamente 135°C durante un tiempo de hasta 20 minutos.

La prueba del contenido de gel, según se describió anteriormente, se realiza en los materiales de las tablas 5. Como se ve en la Figura 10, la prueba del contenido de gel ilustra que no hay cambios significativos en la densidad de reticulación entre 4 y 8 pases de haz de electrones.

EJEMPLO 5. Mezclas de elastómeros termoplásticos y ionómeros.

20 Las mezclas siguientes de polímeros se mezclan en proporciones diferentes a temperaturas que varían de aproximadamente 148°C (300°F) a aproximadamente 204°C (400°F) utilizando una mezcladora Brabender. Las mezclas se moldean por compresión en un perfil plano de aproximadamente 190°C (375°F) en placas para la prueba de dureza Shore A, Módulo de Young (E), Alargamiento de 100% del módulo (E-100%), alargamiento (ϵ), resistencia a la tracción y resistencia al desgarre. La dureza Shore A varía de 50 a 85, lo que indica que se trata de un material suave y flexible.

25 Se escogen dos muestras para extruirlas en tuberías de 0,385 pulgadas de OD x 0,255 pulgadas de ID para evaluar la vida útil de bombeo, antes y después del tratamiento con haz de electrones. La procesabilidad es buena ya que no hay problemas con las dimensiones del tubo y la ventana de temperatura. Se prueba la vida útil de bombeo a 600 RPM, utilizando una altura de la bomba con carga EZ II. Los resultados se pueden ver en la tabla 8.

Tabla 8. Vida útil de bombeo de una mezcla de elastómero termoplástico estirénico/ionómero

Material	Vida útil de bombeo promedio (horas)
Surlyn 8320/SEBS G1643 (mezcla 50:50)	1,90
Surlyn 8320/SEBS G1643 (mezcla 50:50) 4 pases de haz de electrones	4,83
Surlyn 8320/SEBS G1645 (mezcla 50:50)	4,20
Surlyn 8320/SEBS G1645 (mezcla 50:50) 4 pases de haz de electrones	14,83

Como se ve en la tabla 8, la irradiación de los tubos aumenta la vida útil de bombeo de ambas mezclas.

REIVINDICACIONES

1. Un material flexible para tuberías que comprende una mezcla reticulada con radiación gamma y/o por haz de electrones de:
 - a) un primer polímero elastomérico que incluye un elastómero termoplástico estirénico, y
 - 5 b) un segundo polímero elastomérico que incluye un elastómero poliolefinico, con la condición de que el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico sean diferentes, en donde la mezcla reticulada con radiación tiene un contenido orgánico total (TOC) menor de 100 ppm medidos según ISO 15705 y EPA 410.4, y
 - c) aceite mineral.
- 10 2. El material flexible para tuberías de la reivindicación 1, en donde el elastómero termoplástico estirénico incluye estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), etileno-estireno estireno-butileno (SEBS), etileno-estireno estireno-propileno (SEPS), estireno-butadieno-etileno-etileno-estireno (SEEBS), estireno-propileno-etileno-etileno-estireno (SEEPS), butadieno-isopreno-estireno (SIBS), o combinaciones de los mismos.
- 15 3. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde el elastómero poliolefinico incluye polipropileno, polietileno, copolímeros de etileno con propileno, copolímeros de etileno con alfa-olefinas, copolímeros de etileno con monómeros de vinilo polares, terpolimeros de etileno, anhídrido maleico, y acrilatos, ionómeros de etileno y ácido acrílico, ionómeros de etileno y ácido metacrílico, o combinaciones de los mismos.
4. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende un lubricante presente en menos de aproximadamente 1,0% en peso del peso total de la mezcla.
- 20 5. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende un aceite mineral presente en aproximadamente hasta 70,0% en peso del peso total de la mezcla.
6. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la mezcla reticulada con radiación es resistente al calor a temperaturas de esterilización a vapor de al menos aproximadamente 121°C.
- 25 7. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que tiene transparencia substancial.
8. El material flexible para tuberías de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la mezcla reticulada con radiación tiene una vida útil de bombeo mayor de 50 horas medidas a 600 RPM utilizando una altura de la bomba estándar.
9. Un método para obtener un material que comprende:
 - 30 proporcionar un primer polímero elastomérico que incluye un elastómero termoplástico estirénico;
 - proporcionar un segundo polímero elastomérico que incluye un elastómero poliolefinico, con la condición de que el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico sean diferentes;
 - proporcionar un aceite mineral;
 - mezclar el primer polímero elastomérico y el segundo polímero elastomérico, y el aceite mineral;
 - 35 extrudir o moldear por inyección la mezcla; y
 - reticular la mezcla con radiación gamma y/o por haz de electrones, en donde la mezcla reticulada con radiación tiene un contenido orgánico total (TOC) menor de aproximadamente 100 ppm medidos según ISO 15705 y EPA 410.4.
- 40 10. El método de la reivindicación 9, en donde el elastómero termoplástico estirénico incluye estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), etileno-estireno estireno-butileno (SEBS), etileno-estireno estireno-propileno (SEPS), estireno-butadieno-etileno-etileno-estireno (SEEBS), estireno-propileno-etileno-etileno-estireno (SEEPS), butadieno-isopreno-estireno (SIBS), o combinaciones de los mismos.
- 45 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en donde el elastómero poliolefinico incluye polipropileno, polietileno, copolímeros de etileno con propileno, copolímeros de etileno con alfa-olefinas, terpolimeros de etileno, propileno y un monómero de dieno, copolímeros de etileno con monómeros de vinilo polares, terpolimeros de etileno, anhídrido maleico y acrilatos, ionómeros de etileno y ácido acrílico, ionómeros de etileno y ácido metacrílico, o combinaciones de los mismos.
12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en donde la mezcla también incluye un lubricante en menos de aproximadamente 1,0% en peso del peso total de la mezcla.

13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, que además comprende un aceite mineral presente en aproximadamente hasta 70,0% en peso del peso total de la mezcla.

ES 2 537 779 T3

Código de la muestra	Resina SBC	Resina SBC, %	Dureza Shore, A	Módulo de Young, Mpa	100%-Módulo, Mpa	Resistencia a la Tracción, Mpa	Alargamiento %	Claridad
KratonG1643		100	56	4,00	1,53	6,3	650	Claro
5729-41-1	KratonG1643	80	57	4,21	1,55	8,4	1087	Traslúcido
5729-41-2	KratonG1643	60	60	4,63	1,53	11,8	1002	Traslúcido
5729-41-3	KralonG1643	50	61	4,98	1,55	12,4	1027	Traslúcido
5729-41-4	Kraton G1643	40	62	5,28	1,61	14,7	1200	Traslúcido
5729-41-5	KratonG1643	20	64	5,41	1,63	13,8	1235	Traslúcido
EPDM Nordel IP472S		0	66	5,52	1,65	14,4	1211	Claro
KRTON MD6945		100	45	1,40	0,80	12,8	1300	Claro
5729-41-6	Kraton D6945	80	40	1,67	0,87	13,02	1271	Claro
5729-41-7	Kraton D6945	60	47	2,54	1,11	15,1	1351	Claro
5729-41-8	Kraton D6945	50	51	3,20	1,20	16,1	1374	Claro
5729-41-9	Kraton D6945	40	54	3,64	1,30	16,1	1293	Claro
5729-41-10	Kraton D6945	20	60	4,96	1,47	016	1600	Claro
EPDM Nordel IP472S		0	66	5,52	1,65	14,4	1211	Claro
Hybrar7125		100	52	3,56	1,33	13,2	1200	Claro
5729-41-11	Hybrar 7125	80	54	4,10	1,43	16,3	1268	Traslúcido
5729-41-12	Hybrar 7125	60	57	4,30	1,45	15,7	1211	Traslúcido
5729-41-13	Hybrar 7125	50	58	4,50	1,52	16,4	1305	Traslúcido
5729-41-14	Hybrar 7125	40	60	4,70	1,60	15,5	1200	Traslúcido
5729-41-15	Hybrar 7125	20	62	5,20	1,62	15,9	1254	Traslúcido
EPDM Nordel IP472S		0	66	5,52	1,65	14,4	1211	Claro
Hybrar 7311		100	38	1,58	0,80	9,3	1200	Claro
5729-41-16	Hybrar 7311	80	42	2,15	0,95	9,6	1266	Claro
5729-41-17	Hybrar 7311	60	48	2,76	1,08	12,5	1320	Claro
5729-41-18	Hybrar 7311	50	53	3,70	1,23	16,3	1359	Claro
5729-41-19	Hybrar7311	40	55	4,12	1,29	15,3	1323	Claro
5729-41-20	Hybrar 7311	20	60	5,06	1,45	15,8	1369	Claro
EPDM Nordel IP472S		0	66	5,52	1,65	14,4	1211	Claro

FIG. 1

ES 2 537 779 T3

Código de la Muestra	Resina SBC	Resina SBC, %	Dureza Shore, A	Módulo de Young, Mpa	100%-Módulo, Mpa	Resistencia a la Tracción, Mpa	Alargamiento %	Claridad
KRTON MD6945		100	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	Claro
5729-41-6	Kraton D6945	80	41	1,8	0,52	8,99	996	Claro
5729-41-7	Kraton D6945	60	48	3,1	0,68	16,1	1030	Claro
5729-41-8	Kraton D6945	50	52	3,5	0,74	17,7	1002	Claro
5729-41-9	Kraton D6945	40	56	4,0	0,78	16	999	Claro
5729-41-10	Kraton D6945	20	61	4.7	0,90	17,5	971	Claro
EPDM Nordel IP4725		0	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	Claro
Hybrar7311		100	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	Claro
5729-41-16	Hybrar7311	80	45	2,3	0,60	12,5	1057	Claro
5729-41-17	Hybrar 7311	60	51	3,4	0,73	16,2	1011	Claro
5729-41-18	Hybrar 7311	50	53	4,3	0,76	17,3	990	Claro
5729-41-19	Hybrar 7311	40	5S	4,5	0,87	18	991	Claro
5729-41-20	Hybrar 7311	20	63	5,9	0,95	17,7	984	Claro
EPDM Nordel IP4725		0	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	Claro

FIG. 2

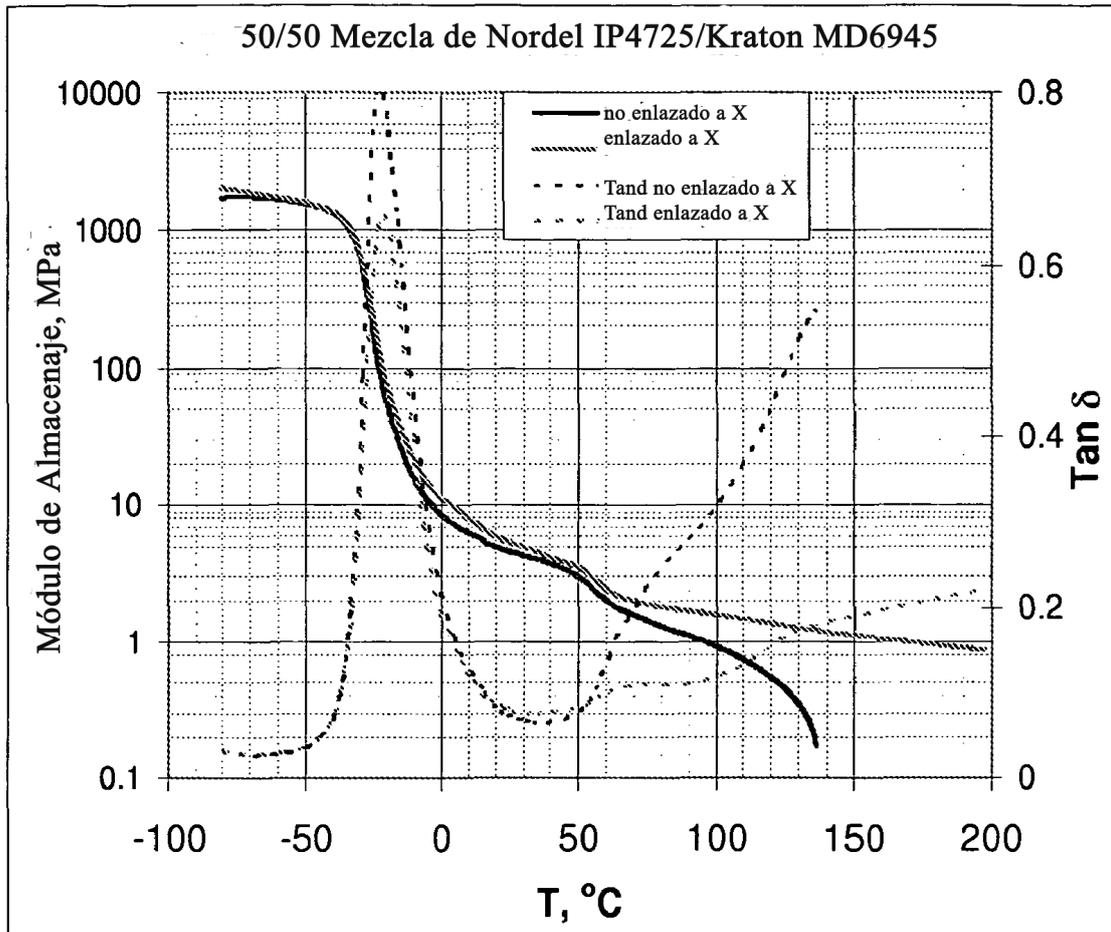


FIG. 3

ES 2 537 779 T3

Formulación de la Tubería			Antes del Tratamiento con Haz de Electrones						
ID de la Tubería	Formulación de la Mezcla	Material Lubricante	Claridad	MBR, en (stdev)	Dureza, A	100%-Módulo MPa	Resistencia a la Tracción MPa	Vida útil de bombeo a 400rpm, hr	Alargamiento %
5727-189-7	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	Ninguno	Traslúcido	0,67	62	1,6	12,4	2	1027
5727-189-8	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	1% aceite de silicona	Traslúcido	0,66	60	1,5	14,5	11,5	1121
5729-6-6	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	1% Luboteno RLF4006	Traslúcido	0,58	59	1,5	14,2	8	1210
5729-6-7	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	1% Ampacet 102468	Traslúcido	0,61	60	1,7	14,8	6	1224

FIG. 4

Formulación de la Tubería			Después del Tratamiento con Haz de Electrones						
ID de la Tubería	Formulación de la Mezcla	Material Lubricante	Claridad	MBR, en (stdev)	Dureza, A	100%-Módulo MPa	Resistencia a la Tracción, MPa	Vida útil de bombeo a 400rpm, hr	Alargamiento, %
5727-189-7	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1643 =50/50	Ninguno	Traslúcido	0,65	62	2,0	13,1	24	863
5727-189-8	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	1 % aceite de silicona	Traslúcido	0,64	60	1,7	17,8	39	970
5729-6-6	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1643 =50/50	1% Luboteno RLF4006	Traslúcido	0,61	60	1,9	16,9	13	951
5729-6-7	Nordel IP 4725/Kraton SEBS 1 643 =50/50	1% Ampacet 102468	Traslúcido	0,62	61	1,8	17,2	38	947

FIG. 5

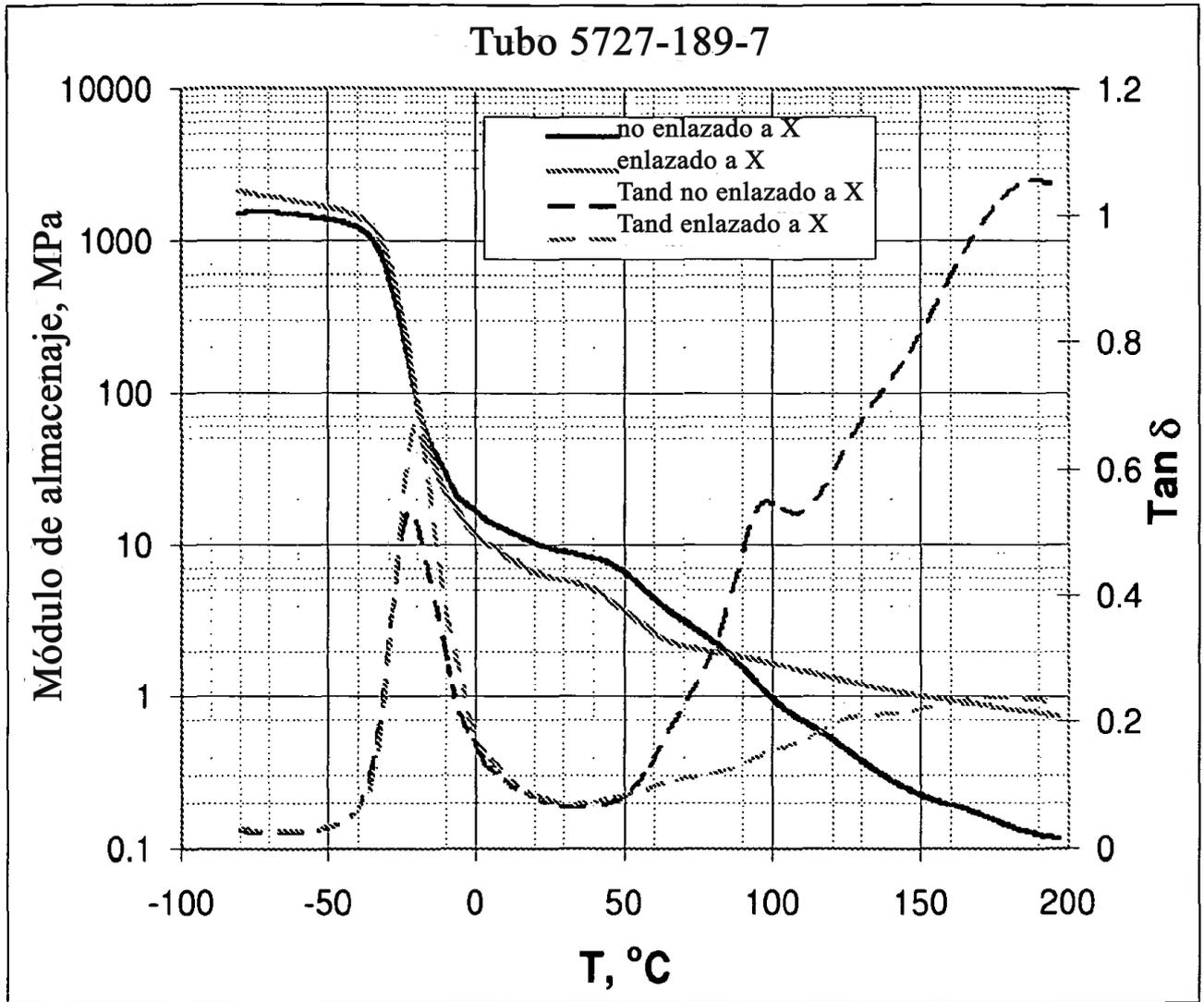


FIG. 6

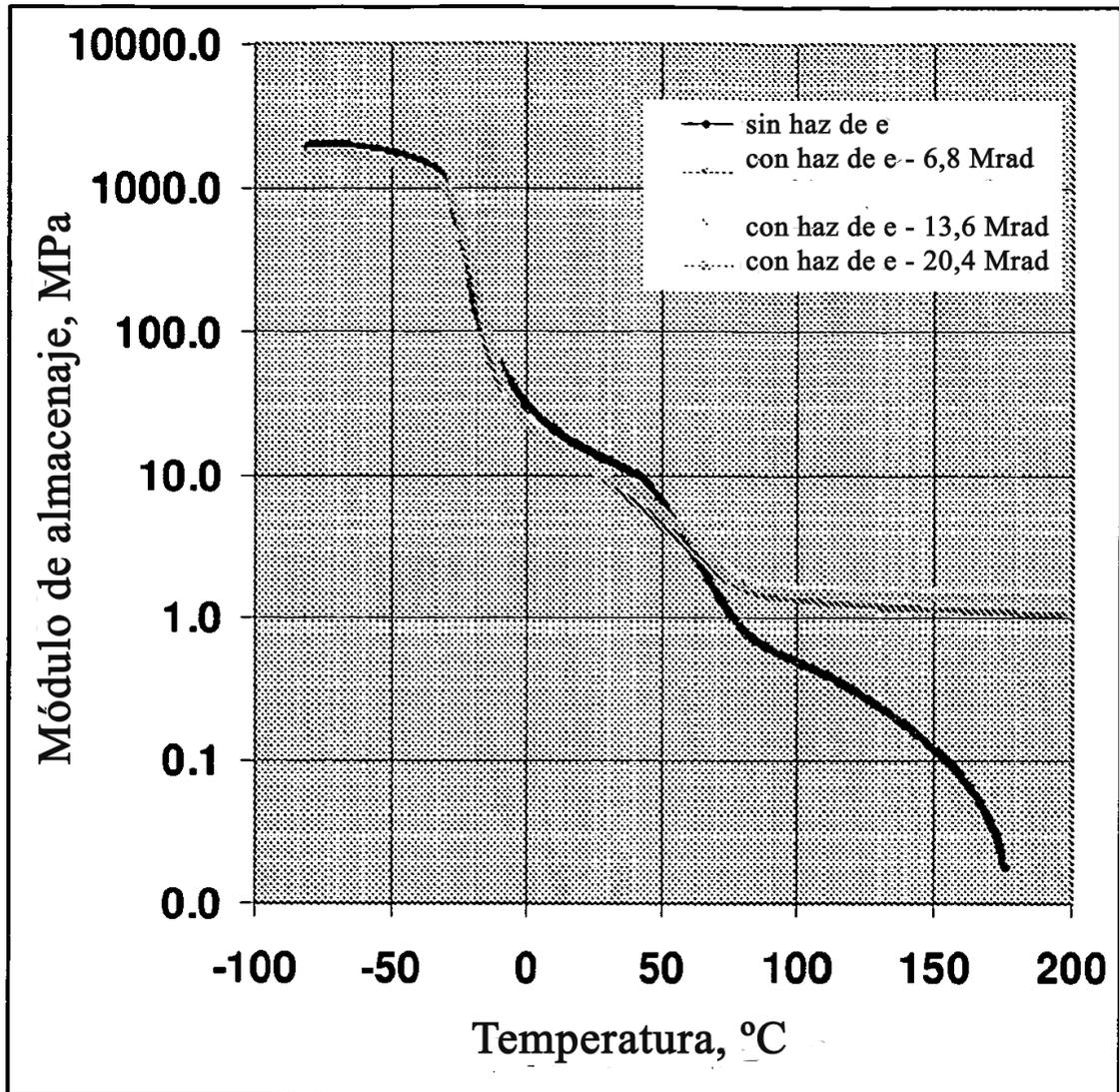


FIG. 7

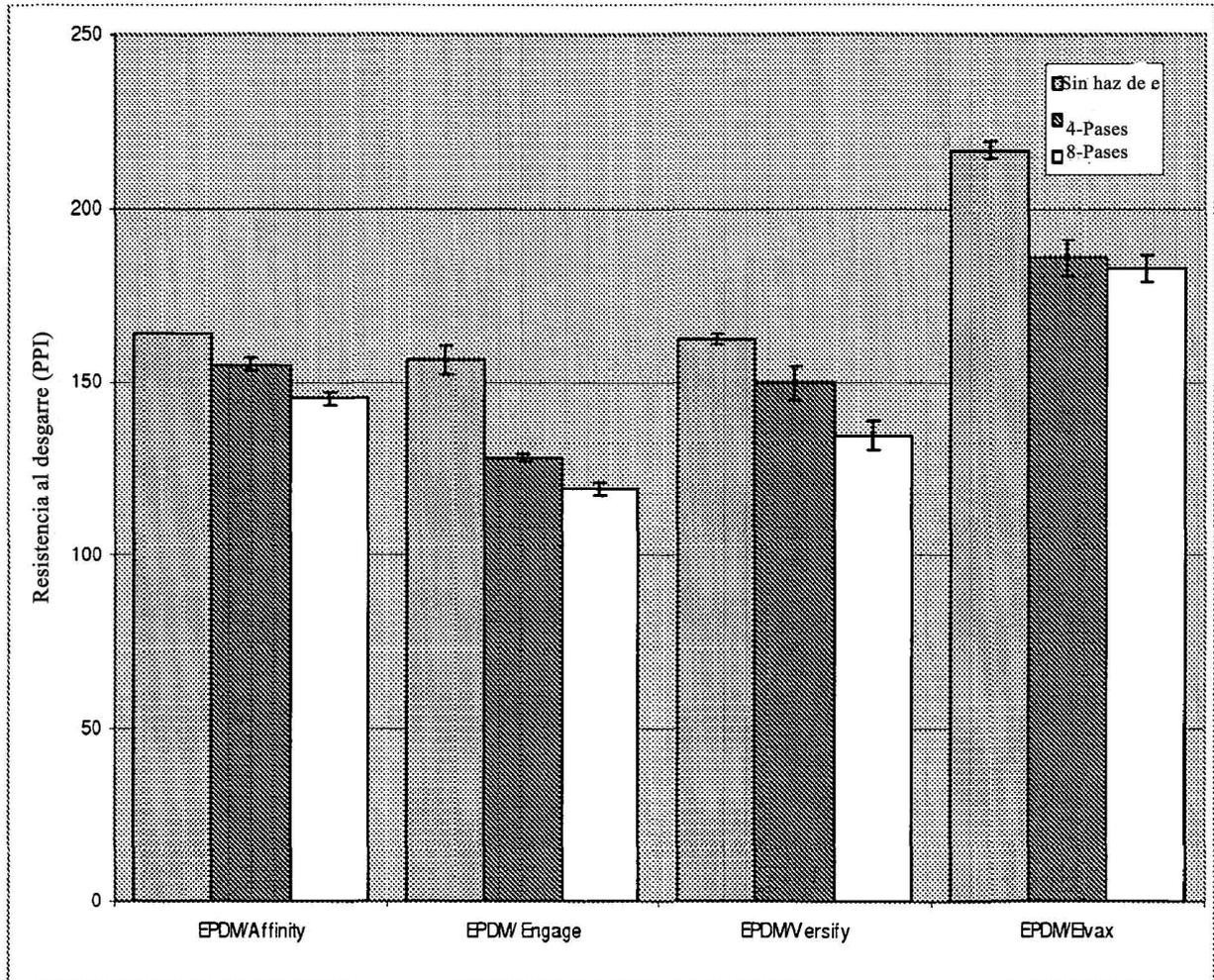


FIG. 8

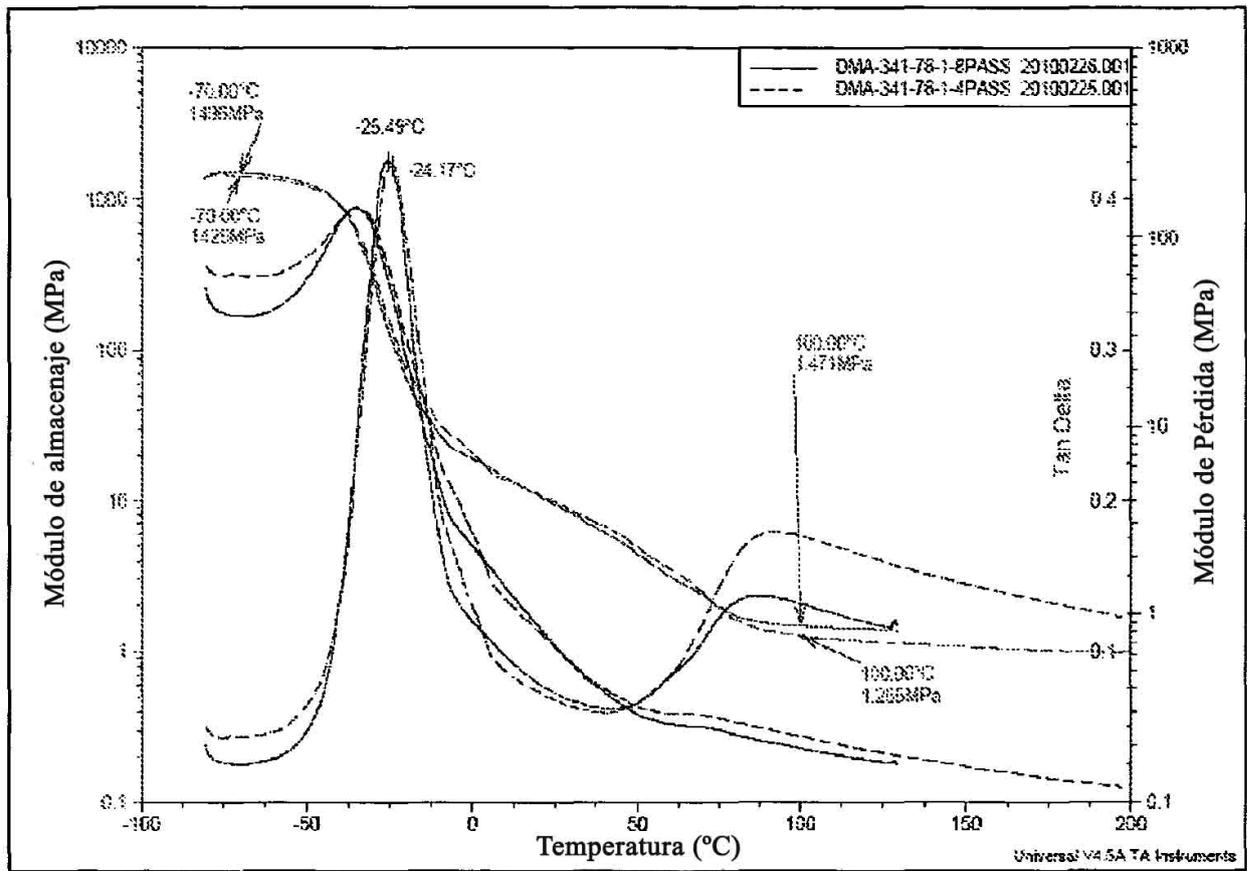


FIG. 9

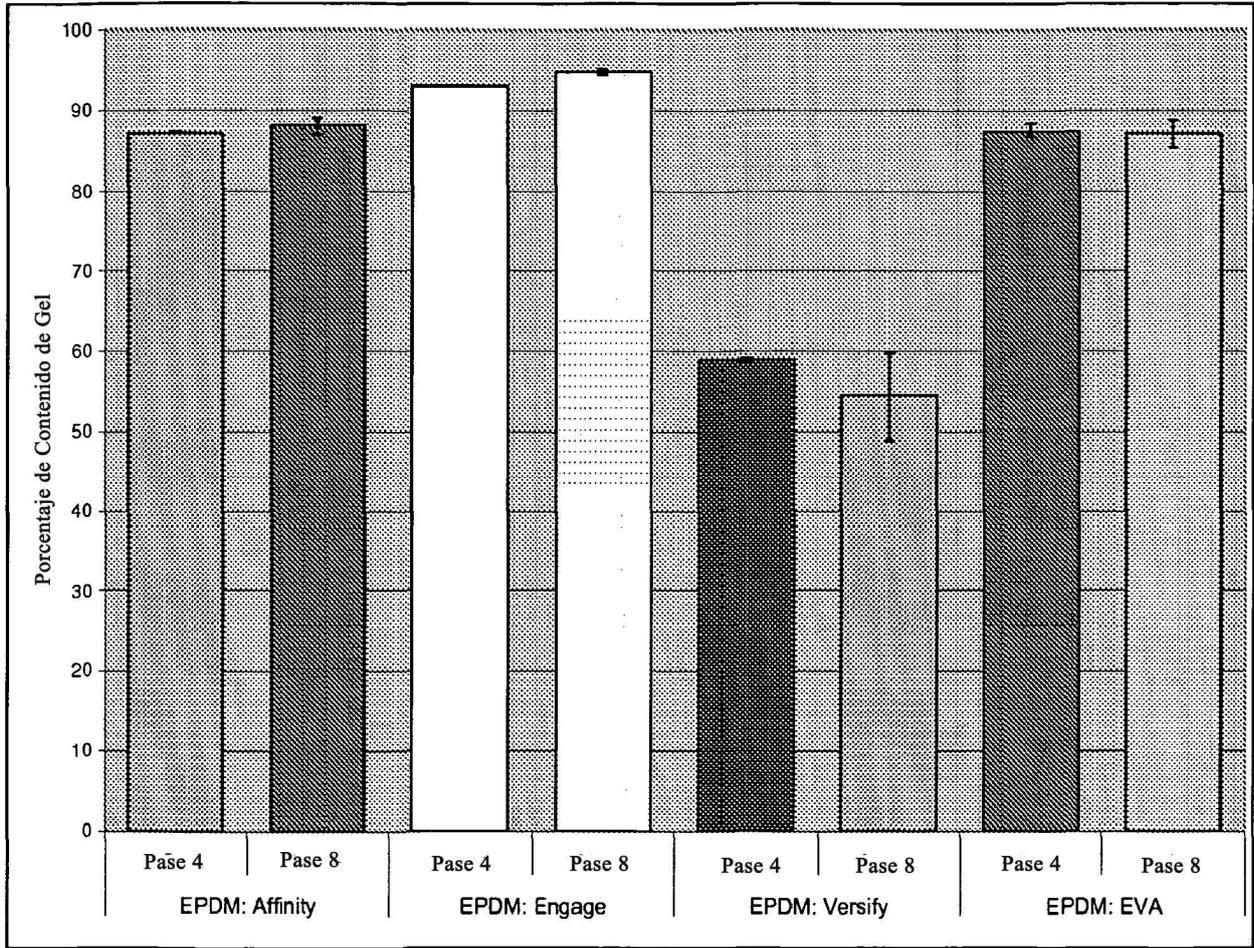


FIG. 10

No. de muestra	Surlin 8320	Resina TPE	Cantidad de Resina Poliolefina	Dureza de Resina TPE	Resultados de Mezcla Brabender	Dureza Medida Shore A	E, Mpa	E-100% Mpa	%	Resistencia, Mpa	Desgarre, ppi
5729-157-1	100g	Lotyl 30BA02	100g	75A	claro, vago	79	4,6	3,5	722	14	277
5729-157-2	100g	Lotyl 29MAC03	100g	75A	traslucido	74	11,8	3,3	743	14	260
5729-157-3	100g	Lotrader 3430	100g	75A	claro, vago	83	21,7	4,5	754	19	308
5729-157-4	100g	Evatane 4055	100g	60A	traslucido	68	9,0	2,6	712	11	252
5729-157-5	100g	Eivaloy AC1335	100g	75A	traslucido	68	10,0	2,7	802	14	258
5729-157-6	100g	Bastlan 1180A50	100g	80A	opaco	79	17,1	4,3	465	10	329
5729-157-7	100g	Pellethane 2103-80AEN	100g	80A	opaco	78	15,5	4,3	498	11	349
5729-157-8	100g	Irogran A60E4902	100g	55A	traslucido	54	11,4	2,0	397	4	194
5729-157-9	100g	Estane 53213	100g	75A	sin mezclar	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
5729-157-10	100g	Vistamaxx 6120	100g	63A	traslucido	69	10,9	2,9	711	12	299
5729-157-11	100g	Affinity EG6200	100g	70A	traslucido	73	10,8	3,0	608	9	249
5729-157-12	80g	Nordel IP4725/ aceite mineral	80g/40g	>96A	traslucido	57	6,7	1,9	725	7	170
5729-157-13	100g	Pebax 2533	100g	77A	traslucido	72	14,5	3,7	696	14	297
5729-157-14	100g	Hytrek 3078	100g	75A	traslucido	78	16,0	4,2	576	14	342
5729-157-15	100g	InfluseOBC9507.15	100g	60A	traslucido	65	10,5	2,5	493	6	209
5729-157-16	100g	Kraton G1643	100g	70A	claro, vago	68	9,8	2,9	707	11	353
5729-157-17	100g	Kraton MD6945	100g	65A	claro, vago	62	8,4	2,4	859	17	351
5729-157-18	100g	Nordel IP4725	100g	65A	claro, vago	72	11,7	3,0	>824	>18,6	320

FIG. 11