

Señora

Edna Marcela Ramirez Orozco

Directora de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Solicitud de PCT Patente de Invención denominada
Composición de Mezcla de Polímeros de Alta Barrera.

Asunto: Respuesta al Requerimiento No. 6827 del 10 de junio de 2020.

Expediente No. NC2017/0007351

Juan Carlos Cuesta Quintero, mayor de edad, identificado como aparece al pie de mi firma, obrando en mi calidad de apoderado de la sociedad **Greif International Holding B.V**, doy respuesta al Oficio No. 6827 del 10 de junio de 2020, bajo los siguientes términos:

1. Consideraciones preliminares acerca de ensayos:

El Solicitante adjunta los resultados experimentales que ha realizado (ver Anexos 1 y 2) y que están relacionados con las prestaciones del contenedor multicapa descrito en la presente solicitud. Concretamente, las pruebas se realizaron en un recipiente de plástico de gran volumen para el transporte de sustancias peligrosas, que tiene por objeto proporcionar altas propiedades de barrera, gran resistencia a los impactos y resistencia química a dichas sustancias peligrosas (por ejemplo, disolventes orgánicos). Por lo tanto, el informe presentado contiene información sobre el comportamiento del contenedor, tanto desde el punto de vista de la permeabilidad como desde el punto de vista mecánico.

Concretamente, se emplearon tres tipos diferentes de contenedores para realizar las pruebas:

- el contenedor de la presente invención;
- contenedores "modificados con flúor": la fluoración es un tratamiento de barrera post-moldeo bien conocido, que hace que el polietileno y otros materiales poliméricos sean resistentes a los ataques y a la consiguiente permeación de una serie de sustancias químicas agresivas;
- un contenedor de polietileno "puro", que se utiliza para la comparación como un contenedor de referencia que tiene buenas propiedades mecánicas y propiedades de barrera limitadas.

La permeabilidad se probó a **52°C, después de 28 días** de contacto con diversos líquidos orgánicos, observando el **cambio de peso (%)** así como la diferencia de espesor. Las

propiedades mecánicas se probaron tanto en la pared lateral como en la línea de soldadura midiendo la resistencia a la tracción, la tenacidad, la carga a tensión máxima y la energía de ruptura.

Los resultados de las pruebas indican que el contenedor de la invención proporciona la mejor resistencia a la difusión/permeabilización de líquidos agresivos, registrando una pérdida de peso (%) del **0,45%** frente al xileno (95% de la capacidad de volumen); mientras que las propiedades mecánicas (fuerza y resistencia en la pared lateral, y resistencia de la línea de soldadura en la parte inferior del contenedor) son comparables a las del contenedor de polietileno "puro".

A este respecto, el solicitante destaca que tanto D1 como D2 muestran los resultados de las pruebas de permeabilización. En D1, la permeabilidad fue analizada contra el xileno, registrando el **cambio de peso (%) durante 23 días a 40°C**. El recipiente de D1, en estas condiciones, mostró un cambio de peso de **0,11%** (página 18, último párrafo; Figura 8). De acuerdo con D1, se pudieron obtener resultados similares probando también diferentes disolventes orgánicos (página 18, último párrafo).

En el D2 se empleó una mezcla de diferentes disolventes (isooctano 45%, tolueno 45% y etanol 10%) para ensayar la permeabilización al combustible de los contenedores descritos en las tablas 3-5; el análisis se realizó **durante 30 días a 40°C**, expresando la permeación del combustible como una **pérdida de masa (g)**. Como se da la masa inicial del recipiente de D2 (120 g, cfr. par [0066]), el cambio de peso (%) es fácilmente obtenible también para D2, es decir $[(\text{pérdida de peso}/120 \text{ g}) \times 100]$, que va desde un mínimo de alrededor del **0,6%** para los ejemplos 3 y 5 de la tabla 3, hasta un máximo de **5,8%** para el ejemplo 3 de la tabla 5.

A pesar de las diferentes condiciones de trabajo de los ensayos descritos anteriormente, los resultados son comparables, es decir, se puede suponer que los tres contenedores tienen propiedades de permeabilización similares, con un rendimiento ligeramente mejor para el contenedor descrito en D1.

El aparente mejor rendimiento de D1 se debe a que el nanocompuesto utilizado en D1 permite obtener un **recipiente no permeable**, mientras que la invención tiene por objeto proporcionar **un recipiente que muestra mejores propiedades de barrera** ("*Un objetivo de la invención es proporcionar una composición de mezcla de polímeros adecuada para la producción de recipientes multicapa de alto volumen, mostrando excelentes propiedades de barrera, resistencia química y de impacto, en comparación con los recipientes de la técnica anterior.*"; primer párrafo del Sumario de la Invención). Aunque este concepto ya se presentó en la última carta de respuesta a la Acción de la Oficina, el Solicitante considera que vale la pena insistir en este punto, deseando que el Examinador pueda tenerlo debidamente en cuenta. La subestimación de este punto llevaría inevitablemente a la

aparente obviedad de la solución identificada por el Solicitante, ya que el contenedor de D1 tendrá un aspecto muy similar y más eficaz que el contenedor de la invención.

La clave de este argumento es comprender la naturaleza de las materias primas utilizadas en D1 y cómo la montmorillonita influye en las características de esos materiales. En primer lugar, es necesario aclarar que el nanocompuesto de D1 no contiene una mezcla de HDPE, PA6, MAqPE y Montmorillonita, sino que contiene PA6 compuesto con Montmorillonita y MAqPE compuesto con Montmorillonita. La composición con Montmorillonita se realiza intercalando la Montmorillonita, introduciendo la Montmorillonita intercalada en los polímeros para producir un concentrado, mezclando los concentrados con la matriz poliolefínica y finalmente alargando y cortando la mezcla para orientar las partículas de Montmorillonita (página 13, último párrafo y página 14, último párrafo).

Como se explica claramente en la descripción de D1, ***"los nanocompuestos producidos de esta manera tienen propiedades mecánicas mejoradas en comparación con su matriz polimérica, lo que los hace superiores a dicha matriz, pero su resistencia a la filtración de líquidos y gases no es óptima, debido a la orientación aleatoria de las plaquetas de arcilla en la matriz polimérica. Sin embargo, cuando dicha resistencia es una propiedad esencialmente deseada, el producto final se realiza mediante procesos de extrusión o inyección [...] Como consecuencia, las plaquetas se distribuyen en capas paralelas a lo largo de la matriz polimérica de modo que se orientan con sus superficies en planos paralelos a las superficies a través de las cuales es más probable que se produzca la filtración"*** (página 14).

En otras palabras, la presencia de montmorillonita, además de ser el ingrediente clave para las propiedades de no permeabilidad del recipiente de D1, **también hace que la matriz de polímero de D1 sea más eficaz (ya sea mecánica o químicamente) en comparación con la correspondiente matriz de polímero libre de montmorillonita.**

Por esta razón, el Solicitante cree que es muy importante subrayar el hecho de que D1 revela un contenedor que ni siquiera puede compararse con los descritos en la solicitud y en D2. El Solicitante cree sustancialmente que el contenido de D1 no es compatible con la enseñanza de D2 y el experto nunca lo habría considerado como una fuente de información a combinar con el estado de la técnica más cercano, porque es inmediatamente evidente para él que el objetivo de D1 (no permeabilidad) es totalmente diferente del objetivo de D2 (mejorar las propiedades de barrera).

Habida cuenta de lo anterior, el Solicitante desea argumentar las conclusiones del Examinador siguiendo el razonamiento presentado en la Acción Oficial; por estas razones, a continuación, se presenta el método problema-solución, comenzando por D2 como estado de la técnica más cercano.

2. Examen de Patentabilidad.

En relación con las objeciones planteadas sobre el nivel inventivo, el Solicitante no está de acuerdo con el Examinador por las siguientes razones.

El objeto de la reivindicación 1 es: "Recipiente multicapa *que comprende*:

- a) una capa de barrera hecha de una composición de mezcla de polímeros que comprende
 - a1) 78-92 % en peso de un homopolímero o copolímero de etileno,
 - a2) 3-10 % en peso de un homopolímero de poliamida,
 - a3) 5-10 % en peso de polietileno injertado con anhídrido maleico (MAgPE) y
 - a4) 0-2 % en peso de un compuesto antiestático sobre el peso total de la composición de mezcla de polímeros, en combinación con los aditivos adecuados, y
- b) una capa adicional que comprende polietileno de alta densidad (HDPE)".

La característica a4) no es obligatoria ya que el porcentaje del compuesto antiestático es de 0-2%. Por lo tanto, a continuación, sólo consideramos los rasgos a), a1)-a3) y b).

El solicitante está de acuerdo con el Examinador en que D2 es el estado de la técnica más cercano. D2 está relacionado con un contenedor adecuado para combustibles. De hecho, D2 pertenece al mismo campo técnico que la invención, y tiene un propósito similar, es decir, producir contenedores de plástico de alta barrera.

Después de haber analizado cuidadosamente el contenido de la Acción Oficial, el Solicitante sostiene respetuosamente que el Examinador formuló erróneamente el método problema-solución al identificar una divulgación "ficticia" de la invención en el documento D2.

De hecho, según el Examinador, D2 revela "*artículo multicapa [0012], que comprende una capa de barrera [0012]-[0023] hecha de una composición que comprende: 50 al 97% en peso de una poliolefina A, **que es homopolímero o copolímero de etileno**, 2 al 45% en peso de una resina de barrera B **que es un homopolímero de poliamida** y 1 al 45% en peso de una poliolefina modificada Ca **que es una poliolefina modificada con un ácido carboxílico insaturado o su anhídrido***". Tal revelación es inexistente, como tal, en el D2, ya que se deriva de una combinación de elementos seleccionados y combinados de diferentes párrafos por el Examinador. Por esta razón, no puede considerarse un punto de partida válido para el método problema-solución.

D2, de hecho, describe en el párrafo [0033] una composición de resina termoplástica que comprende:

- 50-97% del peso de una **poliolefina A**;

- 2-45% en peso de una **resina de barrera B**;
- 1-45% en peso de una **poliolefina C1 modificada y/o un copolímero de estireno C2**.

Cabe señalar que esa divulgación se refiere únicamente a la característica a), como se denomina la composición de la resina termoplástica, y describe los diversos componentes de esa composición de la resina termoplástica sólo como clases genéricas. En otras palabras, el párrafo (par.) [0033] no revela las especies de polímeros que el Examinador mencionó en el párrafo antes mencionado de la Acción Oficial. Los ejemplos de materiales específicos que pueden emplearse sólo se dan en párrafos separados y son identificables entre una larga lista de posibilidades (cfr. par. [0013], [0014], [0017]).

Ya sea que se aplique el método problema-solución desde este punto de partida (par. [0033]), el objeto de la reivindicación 1 se diferencia de la composición de D2 en cada componente individual seleccionado para la composición de mezcla objetivo - es decir, polietileno (como poliolefina específica), poliamida (como resina de barrera específica), MAgPE (como poliolefina modificada específica) - las concentraciones de MAgPE y, eventualmente, también para la presencia de una capa adicional que comprende el HDPE.

Por esta razón, el Solicitante considera que el punto de partida correcto para el método problema-solución se encontraría en los ejemplos; no sólo porque el experto en la materia iría a analizar la realización real de la invención, sino también porque, desde el punto de vista de la patentabilidad, en las tablas 3 a 5 se presenta una divulgación específica de la composición de la resina termoplástica según D2. Esas tablas muestran diversas combinaciones de poliolefina A, con componentes de resina de barrera B, en combinación con la poliolefina C1 modificada, y las propiedades probadas correspondientes. Para simplificar, estas combinaciones se describen a continuación:

- 75% componente A (dos componentes diferentes A1-A2, que son HDPE) - característica a1)
- 5% componente B (ocho componentes diferentes B1-B8, que son poliamidas) - característica a2)
- 20% de componente C1, que es un MAgPE.

En este caso, el objeto de la reivindicación 1 se distingue del D2 por la composición de la mezcla de polímeros utilizada, contemplando concretamente un mayor contenido de poliolefina (característica a1), ya que **el porcentaje de HDPE en D2 es del 75%**; y por un menor contenido de MAgPE (característica a3), ya que **el porcentaje de MAgPE es del 20%**.

El efecto técnico que proporciona la característica distintiva es la fuerza estructural y la resistencia al impacto, ya que *"El Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es uno de los polímeros más comunes empleados para la producción de sustancias peligrosas en recipientes, que proporcionan buenas propiedades mecánicas, pero no siempre proporcionan las propiedades de barrera deseadas. Para las sustancias peligrosas que tienen un punto de inflamación ≤ 60*

°C, de hecho, las propiedades de barrera proporcionadas por HDPE son generalmente insuficientes, y otros materiales necesitan ser combinados con la poliolefina para producir un recipiente de plástico eficiente." (página 1, últimos dos párrafos, de la presente invención).

El empleo de HDPE en la composición de la capa de barrera, además de proporcionar soporte a la capa de barrera, tiene la ventaja general de utilizar menos poliamida (PA) en la composición de todo el contenedor, ya que el contenido de la capa exterior participa en la composición de la capa de barrera a través del material de remolido. La PA, de hecho, como materia prima, es más cara que el HDPE y aumenta el precio global del artículo. Dicha ventaja se indica incluso en la descripción de la solicitud, que trata de "*proporcionar recipientes multicapa que comprende una capa hecha de dicha composición de mezcla de polímeros, que son rentables y fáciles de producir.*" (página 3, líneas 6-8).

El experto sabe por el estado de la técnica (véase el documento D3 citado durante la tramitación europea) que generalmente la capa de barrera está hecha de poliamida, mientras que las capas exteriores de un contenedor de varias capas proporcionan una fuerza mecánica y una resistencia a las grietas por tensión y por lo tanto, están típicamente hechas de HDPE de alto peso molecular.

En vista del estado de la técnica más cercano, el problema técnico objetivo puede formularse como la forma de obtener un recipiente de **varias capas que tenga propiedades de barrera y resistencia mecánica, utilizando una mezcla de poliamida/poliolefina que contenga un contenido de poliolefina más alto de lo normal.**

Aquí hay que hacer una premisa: si se observan las tablas 3 a 5 es posible observar que las propiedades del recipiente, específicamente la permeabilización, son **afinables cambiando el componente B (resina de barrera)**, es decir, **variando el tipo y el proceso de la poliamida empleada**. Por lo tanto, el experto en la materia aprendería de las tablas 3-5 que el ingrediente responsable de un cambio en las prestaciones de barrera es el componente B, manteniendo fijos A y C1.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la divulgación del D2 y las enseñanzas técnicas que contiene, para encontrar una solución alternativa a las combinaciones existentes, **no se alentaría al experto en la materia a cambiar los porcentajes del componente A o del componente C1, es decir, aumentar el primero y reducir el segundo, sino** que preferiría tratar de aplicar otra poliamida diferente.

En cuanto a la característica b), D2 sugiere un artículo multicapa que comprende una capa de una composición de resina termoplástica de acuerdo con lo anterior, y otra "*capa de refuerzo de poliolefina, poliestireno, poliéster, policarbonato o poliamida*" (par. [0050]). Por lo tanto, D2 no sugiere explícitamente una capa que comprenda HDPE. D2 menciona que entre los ejemplos de poliolefina se incluyen el LLDPE, el LDPE, el PP, los copolímeros de dos olefinas

seleccionadas de etileno, propileno, buteno, etc., y sus mezclas ([0050]). Por lo tanto, el HDPE no se sugiere en D2 como solución preferida entre varias posibilidades.

En vista de lo anterior, no se motivaría al experto en la materia a añadir una capa de HDPE a la composición de la resina termoplástica revelada anteriormente, en vista del D2.

Por estas razones, D2 como tal, no ofrece sugerencias para resolver el problema técnico objetivo. Por lo tanto, partiendo de D2, el experto en la materia no podría resolver el problema técnico objetivo de la misma manera en que lo resuelve la reivindicación 1.

Para resolver el problema técnico objetivo, el experto en la materia no consideraría D1 por las razones que se explican a continuación y también porque se trata de un **material nanocompuesto**, y no de un contenedor multicapa.

Incluso si el experto en la materia considerara D1, no podría obtener el recipiente que tiene las características de la reivindicación 1, ya que **D1 enseña que las buenas propiedades de permeabilidad, con un contenido más alto de poliolefina, sólo pueden obtenerse empleando montmorillonita.**

Más específicamente, D1 muestra cinco combinaciones diferentes de materiales, en las que tanto la poliamida como el MAGPE no son materiales puros, sino nanocompuestos que contienen montmorillonita (véase la página 16, etapa 2). Estas combinaciones se enumeran a continuación:

Uno) HDPE 85%;

HDPE-g-MAH (contiene 20-25% de nano polvo) 10%;

PA6 (contiene 5-10% de nano polvo) 5%;

Dos) HDPE 85%;

HDPE-g-MAH (contiene 20-25% de nano polvo) 5%;

PA6 (contiene 5-10% de nano polvo) 10%.

Tres) PP 85%;

LLDPE-g-MAH (contiene 20-25% de nano polvo) 10%;

PA6 (contiene 5-10% de nano polvo) 5%;

Cuatro) PP 85%;

LLDPE-g-MAH (contiene 20-25% de nano polvo) 5%;

PA6 (contiene 5-10% de nano polvo) 10%;

Cinco) PP 80%;

PP-g-MAH (contiene 20-25% de nano polvo) 20%.

El Solicitante desea destacar que sólo la combinación uno) muestra las características a), a1)-a3); de hecho, también debe considerarse la presencia de montmorillonita, ya que tiene un impacto en las concentraciones de la poliamida y del compatibilizador. Por esta razón, se

deduce que la combinación dos), por ejemplo, no contiene un 5% de HDPE-g-MAH, sino que contiene la combinación de HDPE-g-MAH (3,75-4%) y Montmorillonita (1-1,25%), lo que sugiere utilizar el HDPE-g-MAH en concentraciones más bajas que el rango reivindicado.

Además, el Solicitante considera respetuosamente que D1 no proporciona ninguna pista para que el experto en la materia adopte exactamente la combinación uno). De hecho, las cinco combinaciones se describen en el texto de D1 como equivalentes (véase en la página 18, el último párrafo "*El recipiente según la invención podría ser cualquier recipiente fabricado como se describe en los ejemplos anteriores, siendo las diferencias entre el comportamiento de los diferentes recipientes del orden de magnitud de los errores experimentales*"). Los resultados experimentales de D1 no distinguen entre las cinco combinaciones de materiales, lo que indica que su comportamiento es idéntico. Debe evidenciarse, en efecto, que la **composición cinco) de D1 ni siquiera contempla la presencia de poliamida** (enseñanza que va también en contra de la lógica de D2).

Por estas razones, se concluye que el comportamiento de permeabilidad se atribuye exclusivamente a la presencia de montmorillonita y es independiente de la presencia de poliamida, tanto como de los materiales empleados (ej. HDPE vs PP; PP-g-MAH vs HDPE-g-MAH).

Aunque las composiciones uno) a cinco) contienen una cantidad mayor de poliolefina que las composiciones descritas en D2, esto siempre está a condición de tener la montmorillonita compuesta con los materiales restantes, de lo contrario no se podría lograr ninguna propiedad mecánica o de barrera (véase los comentarios de la sección 1 más arriba).

El experto en la materia que quiera modificar la combinación de D2 para resolver el problema técnico objetivo no se animaría a seleccionar específicamente la combinación uno) ni a cambiarla hasta el punto de eliminar la montmorillonita, que es la esencia del contenedor de D1.

El experto se vería obligado a emplear cualquiera de las combinaciones mostradas en D1, a condición de utilizar materiales poliméricos compuestos con montmorillonita; esto no llevaría en ningún caso al experto a la solución descrita en la presente invención, ya que se conseguiría un recipiente no permeable (a prueba de líquidos/gases) que no es lo que quiere.

Además, en vista de las enseñanzas de D2 con respecto al componente B, a saber, que la poliamida es responsable de un cambio en las propiedades de permeabilidad del recipiente, incluso si el experto en la materia considerara y escogiera, inexplicablemente, la combinación uno) entre las cinco combinaciones equivalentes, pensaría eventualmente en sustituir la poliamida utilizada en D2 por el tipo de poliamida empleada en D1, es decir, una poliamida polimerizada con Montmorillonita. En otras palabras, el experto no tendría ningún indicio de modificar D2 con D1 cambiando los porcentajes del material de la poliolefina y el MAqPE. Por

lo tanto, el experto en la materia aplicaría a la PA 6 compuesta de D1 la composición de resina termoplástica de D2, sin cambiar los porcentajes de peso de dicho componente (5% de PA6 que contiene 5-10% de nano polvo), ni los porcentajes de los componentes restantes (A, C1).

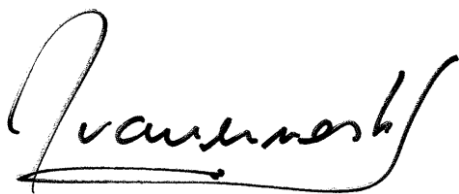
Por último, el Solicitante desea comunicar al Examinador otro detalle que dificultaría al experto en la materia la transmisión de las enseñanzas de D1 sobre la divulgación de D2: si el experto en la materia fueses a emplear PA 6 de D1 en la composición de D2 como componente B, aprendería de D2 que un buen recipiente para sustancias peligrosas se obtiene con una relación de viscosidades de fusión del componente B sobre el A, y que está comprendida entre 0,7 y 2,5 (cfr. par. [0009], [0026]). Como el componente A se mantiene fijo en las diversas combinaciones descritas en D2, es el componente B el que cambia la viscosidad de la mezcla, siendo el componente B diferente en cada una de las composiciones caracterizadas.

Sin embargo, el PA 6 de D1 no es puro, sino que es un nanocompuesto que tiene plaquetas de montmorillonita. Por lo tanto, el experto se vería impulsado a sustituir el componente B de D2 por el PA 6 de Montmorillonita, según D1.

Debe notarse en este punto que la presencia de Montmorillonita en la composición de D2 cambiaría, con seguridad, la proporción de viscosidades de fusión. Específicamente, se espera un alto incremento en dicha proporción debido a la presencia de Montmorillonita. De ello se desprende que el uso de una PA 6 según D1 en D2 podría incluso llevar al experto a un resultado no contemplado por D2.

Dados los argumentos anteriores, el Solicitante respetuosamente considera que la reivindicación 1 tiene actividad inventiva, porque el experto en la materia no podría modificar el estado de la técnica más cercano para obtener de manera obvia un recipiente de varias capas que tenga las características técnicas de la reivindicación 1. Igualmente, las reivindicaciones dependientes 2- 10 son inventivas en virtud de su dependencia de la reivindicación 1.

Cordialmente,



Juan Carlos Cuesta Quintero.

C.C. 79.339.809 de Bogotá

T.P. 43.273 del C.S. de la J.

ANEXO 1

Resumen de los resultados de las pruebas realizadas en el CIB "SHEILD" - "contenedor BM de PE/PA laminar" y dos contenedores BM experimentales de 120L "modificados con flúor".

Introducción

Las pruebas de laboratorio que se llevaron a cabo en tres contenedores de tipo soplado se detallan en la tabla 1. Los resultados de estas pruebas se compararon con la prueba de rendimiento de un contenedor IBC puro (contenedor IBC de HDPE "puro" - ref.).

Tabla 1

No. de contenedor.	Descripción
IBC "SHEILD"	1000L PE/PA laminar + capa antiestática
Y1.4	120L "modificado con flúor" (5,0/0,954)
Y1.9	120L "modificado con flúor" (5,5/0,946)
10001 PE (ref.)	1000L HDPE "puro".

Las pruebas se hicieron en especímenes troquelados desde la pared lateral de cada contenedor y desde su parte inferior, respectivamente. Se realizaron las siguientes pruebas:

1. Prueba de permeación con varios líquidos orgánicos (a 52°C durante 28 días)
2. Ensayo de impacto de tracción mecánica para la pared lateral (MD a 1000 mm/min)
3. Ensayo de impacto de tracción mecánica para la línea de soldadura de la parte inferior (a 1000 mm/min)

Las pruebas de difusión/permeabilización se realizaron utilizando líquidos agresivos durante 28 días a 52°C en una cámara bien ventilada. Esta prueba se llevó a cabo en muestras de discos perforados (80 mm de diámetro), tomadas de las paredes laterales de cada recipiente, que se sellaron herméticamente en la parte superior abierta de los recipientes de vidrio de 500 ml. Todos los recipientes con los especímenes de prueba (sellados en la parte superior), se llenaron por delante al 95% de la capacidad de volumen, y uno al 20% de la capacidad de volumen, sólo con el líquido de xileno. Los recipientes de prueba se pesaron consecutivamente cada 7 días.

Las pruebas de impacto de tracción realizadas para la línea de soldadura de la pared y la parte inferior, de acuerdo con la norma ASTM 1882, con una velocidad de prueba de 1.000 mm/min.

Resultados

Los resultados de las pruebas de difusión/permeabilización con varios líquidos agresivos se muestran en la Tabla 2 (Anexo 2) y se explican a continuación.

Pruebas de difusión/permeabilización con varios líquidos agresivos

- Las pruebas realizadas con **Xileno** (en dos versiones de cuota) han demostrado que los contenedores de 120L modificados con flúor (Y1.4 y Y1.9) tienen un rendimiento ligeramente mejor que los contenedores de HDPE "puro" (ref.).
- El contenedor IBC-SHEILD (1000L), basado en la tecnología de mezclas laminares de PE/PA, ha mostrado un rendimiento mucho mejor contra la permeación de Xileno, en comparación con los contenedores Y1.4, Y1.9 y los de HDPE "puro" (ref.).
- La resistencia a la permeación del **Propanol** se encontró que funciona bastante similar en los cuatro contenedores, pero parece funcionar mejor en el IBC-SHEILD 'neat' PE-ref.
- Se encontró que la permeabilidad del **Hexano** era "mucho más alta" en los cuatro tipos de contenedores probados, debido a su significativamente alta presión de vapor. Sin embargo, se encontró en menor medida en el contenedor de 1000 litros basado en la tecnología de mezclas laminares de PE/PA (IBC-SHEILD).
- Se encontró que la permeabilidad de la **Ciclohexanona** era relativamente baja en los cuatro tipos de contenedores probados, sin embargo, los contenedores de PE "puro" son los más preferibles para contener este líquido químico, y el IBC-SHEILD es bastante bueno también.
- La permeabilidad del **Tricloroetileno** resultó ser "alta" en los cuatro tipos de contenedores probados, también debido a su relativa alta presión de vapor. Sin embargo, se encontró una mayor resistencia a esta permeabilidad de líquidos agresivos en el contenedor IBC-SHEILD (1000L), basado en la tecnología de mezclas laminares de PE/PA.

Tabla 3: Resultados del impacto de tracción obtenidos en las muestras de ensayo tomadas de la **pared lateral** de los contenedores.

Muestra	Resistencia a la tracción (MPa)	Resistencia (MPa)
IBC - SHEILD	23,9	11,7
Y1.4	24,7	11,6
Y1.9	24,0	12,0
10001 PE (ref.)	25,3	11,2

Tabla 4: Resultados del impacto de tracción obtenidos en las muestras de ensayo tomadas de la **línea de soldadura** en la parte inferior de los contenedores

Muestra	Carga a la máxima Tensión (N)	Energía para romper (J)
IBC - SHEILD	1,328	31,2
Y1.4	1,210	31,5
Y1.9	1,085	33,4
10001 PE (ref.)	1,675	32,3

Conclusiones

Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, realizadas en diferentes contenedores, indican las siguientes conclusiones importantes:

1. El contenedor IBC SHEILD muestra la mejor resistencia contra la difusión/permeabilización de la mayoría de los líquidos agresivos probados (en las condiciones de prueba estándar).
2. Los contenedores "modificados con flúor" no muestran una ventaja significativa sobre el contenedor "puro" (ref. PE) en la resistencia a la difusión/permeabilización de los líquidos agresivos probados.
3. Las propiedades mecánicas (fuerza y resistencia en la pared lateral, y resistencia de la línea de soldadura en la parte inferior del contenedor) son bastante similares a las del contenedor "puro", sin embargo, la carga con la máxima tensión en la línea de soldadura es menor.
4. Parece que la aditivación de "flúor" no muestra ningún efecto importante en las propiedades mecánicas de los contenedores.

ANEXO 2

Tabla 2- Resumen de los resultados de las pruebas

Difusión/Permeabilización Prueba con varios líquidos agresivos		Disolvente					
		Tricloro-etileno	Ciclohexanona	Hexano	Propanol	Xileno	
Porcentaje de llenado del volumen del buque >>>		95%	95%	95%	95%	95%	20%
Muestra	Prueba						
IBC - SHEILD	Cambio de peso (%)	-1,61	-0,50	-0,98	-0,41	-0,45	-0,92
	Espesor inicial (mm)	2,54	2,45	2,31	2,34	2,55	2,68
	Espesor final (mm)	2,64	2,50	2,40	2,42	2,66	2,76
	Pérdida de peso normalizada (%.mm)	-4,08	-1,23	-2,27	-0,96	-1,15	-2,47
Y1.4	Cambio de peso (%)	-5,09	-0,70	-1,52	-0,66	-1,74	-2,23
	Espesor inicial (mm)	2,51	2,82	2,84	2,53	2,65	2,76
	Espesor final (mm)	2,64	2,91	2,13	2,62	2,77	2,09
	Pérdida de peso normalizada (%.mm)	-12,78	-1,97	-4,32	-1,67	-4,61	-6,46
Y1.9	Cambio de peso (%)	-5,23	-0,89	-2,42	-0,80	-2,25	-2,70
	Espesor inicial (mm)	2,63	2,75	2,62	2,64	2,74	2,68
	Espesor final (mm)	2,80	2,78	2,80	2,74	2,87	2,72
	Pérdida de peso normalizada (%.mm)	-13,75	-2,44	-6,35	-2,11	-6,17	-7,24
10001 PE (ref.)	Cambio de peso (%)	-6,40	-0,32	-3,06	-0,52	-3,33	-3,31
	Espesor inicial (mm)	1,95	2,63	2,57	2,38	2,37	2,33
	Espesor final (mm)	1,97	2,69	2,63	2,54	2,70	2,36
	Pérdida de peso normalizada (%.mm)	-12,48	-0,84	-7,86	-1,24	-7,89	-7,71