



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 267 304**

51 Int. Cl.:
D21H 27/00 (2006.01)
A61L 15/16 (2006.01)
D21H 25/00 (2006.01)
D21F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99957582 .2**
86 Fecha de presentación : **22.11.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1147259**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2001**

54 Título: **Estructuras fibrosas absorbentes comprimidas.**

30 Prioridad: **17.12.1998 US 213569**
03.09.1999 US 390099

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

73 Titular/es: **KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, Inc.**
401 North Lake Street
Neenah, Wisconsin 54956, US

72 Inventor/es: **Hollenberg, David, H.;**
Hsu, Jay, C.;
Mitchell, Joseph;
Hu, Sheng, H.;
Wolkowicz, Richard, I.;
McConnell, Wesley, J. y
Kuchibhotla, Anand

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 267 304 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

Estructuras fibrosas absorbentes comprimidas.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere de forma general a un procedimiento para la formación de estructuras a base de papel fibrosas y absorbentes, tales como toallitas de manos, pañuelos de papel, bayetas y similares, y más particularmente se refiere a estructuras fibrosas comprimidas y absorbentes.

10 Antecedentes de la invención

Son bien conocidas en la técnica las estructuras fibrosas absorbentes, tales como toallitas de manos, bayetas, pañuelos de papel y similares, así como diversos componentes para otros materiales absorbentes y de manipulación de fluidos. Estas estructuras pueden estar formadas por materiales que les permiten ser absorbentes, de tal modo que dichas estructuras absorben típicamente, en grado diverso, los líquidos procedentes del propio cuerpo o de cualquier otro lugar. Estos líquidos pueden incluir agua, café, leche, productos de limpieza, aceite, etc., y diversos fluidos corporales, tales como sangre, orina, descargas nasales y otras secreciones corporales. Para realizar estas estructuras fibrosas, pueden resultar útiles diversas fibras naturales de pulpa de madera, así como fibras sintéticas.

Frecuentemente, las estructuras fibrosas absorbentes, tales como las toallitas de manos (habitualmente designadas "toallitas de papel"), están arrolladas alrededor de algún tipo de tubo interno de cartón. Estos tubos internos de cartón, junto con las toallitas arrolladas alrededor de los mismos, pueden colocarse en diversos tipos de mecanismos dispensadores a efectos de permitir que los usuarios cojan una toallita de este rollo, o varias a la vez. Los rollos de toallitas pueden estar perforados en diversos puntos a efectos de dividir los rollos en su conjunto en toallitas individuales. Durante la dispensación, un usuario puede arrancar una o más toallitas a lo largo de las líneas de perforación para hacer uso de ellas. Si las toallitas no están perforadas, pueden disponerse unos dientes en el dispensador para ayudar a romper el rollo en toallitas individuales.

Debido a la voluminosidad de los rollos de papel, para cada uno de ellos se dispone únicamente de un número o una longitud definidos de toallitas, y con ello de un número definido de utilizaciones de secado. Habitualmente, este número de utilizaciones de secado se designa como el número de secados de manos disponible.

El tamaño de los rollos de papel y, con ello, el número resultante de secados de manos, puede estar limitado por el tamaño de los dispensadores en los que se deben alojar los rollos. La mayoría de dispensadores de toallitas en rollo de tamaño estándar pueden alojar un rollo de toallitas de papel con un diámetro comprendido aproximadamente entre 8 y 9 pulgadas (20,32-22,88 cm). Con frecuencia, el consumo de toallitas de papel a partir del rollo debe ser controlado y el dispensador debe recargarse frecuentemente para impedir que se termine el producto.

Algunas toallitas de papel, sin embargo, se pueden disponer en estado plegado, apilándose múltiples toallitas una encima de la otra. En este tipo de disposiciones, sólo puede dispensarse una única toallita cada vez. Frecuentemente, como en el caso de los dispensadores de toallitas en rollo, los dispensadores en los que se apilan y se dispensan toallitas plegadas pueden tener una capacidad limitada y, de forma similar, deben controlarse y recargarse con frecuencia.

La terminación de las toallitas se produce cuando se han gastado las toallitas presentes en un dispensador y el encargado correspondiente todavía no ha rellenado el dispensador con un suministro nuevo o adicional de toallitas. La terminación de las toallitas puede ser una de las quejas más frecuentes de los usuarios finales de toallitas de papel. La prevención de la terminación de las toallitas puede requerir visitas más frecuentes por parte del encargado o la adición de más toallitas en el dispensador. La primera solución no es deseable con gran probabilidad por los usuarios finales de toallitas o por las entidades que adquieren las toallitas para su uso final, ya que un aumento de las visitas del encargado, evidentemente, hace aumentar los costes laborales. Parece ser que la segunda solución todavía no se ha podido aplicar debido al tamaño fijo de los dispensadores y a los grosores de las toallitas habituales.

Incluso en el caso de que se añadan rollos de toallitas frecuentemente, los rollos de toallitas utilizados actualmente pueden comportar pérdidas significativas. Para evitar que se terminen las toallitas, a menudo resulta necesario sustituir un rollo de toallitas antes de utilizar completamente todo el rollo. Es posible que la cantidad de toallitas que quedan en el rollo no justifique que se sigan utilizando las toallitas restantes del rollo y, de este modo, habitualmente se desechan las toallitas restantes, aún sin utilizar, junto con el tubo interno del rollo.

En general, se ha experimentado que cuanto más voluminosa, o gruesa, es una toallita, un pañuelo o una bayeta de papel, más absorbente y "suave" es. Aunque estas características son deseables y pueden obtenerse mediante la formación de estructuras fibrosas con grosores mayores, el grosor adicional genera numerosas desventajas. Por ejemplo, a medida que aumenta el grosor de una toallita, se reduce el número o longitud de las toallitas que pueden alojarse dentro de un dispensador estándar y, con ello, el número de utilizaciones de secado.

Otra consideración desventajosa al utilizar toallitas de tamaño convencional consiste en que existe un número determinado de secados de mano por cada caja de rollos de toallita o por cada caja de paquetes de toallitas plegadas. Desde el punto de vista de los costes de transporte (fletar y transportar materiales es costoso), y desde el punto de vista

del almacenaje, sería deseable incluir más secados de manos en cada caja de toallitas. Particularmente, el usuario final necesitará almacenar menos cajas en sus instalaciones si cada caja incluye más secados de manos.

Además, cuando se utilizan toallitas en rollo, el tubo interno alrededor del cual se enrollan las toallitas debe desecharse. Cuantas más toallitas puedan disponerse en un rollo, menos frecuentemente se desecharán dichos tubos internos. Si se puede enrollar un número adicional de toallitas para formar un rollo, pueden aumentarse los esfuerzos de conservación y reciclaje, permitiendo que cada tubo interno sea utilizado durante un periodo de tiempo más prolongado.

La presente invención afronta algunas de las necesidades descritas anteriormente, y da a conocer una mejora en la terminación de las toallitas y en el exceso de desechos, y puede proporcionar más toallitas dentro de un dispensador de toallitas de tamaño estándar.

La patente USA N° 5.779.860, de *Hollenberg y otros*, cuyo propietario es comúnmente el beneficiario de la presente invención, se refiere a un producto y a un procedimiento que utiliza técnicas de compresión para aumentar la densidad y reducir el espesor de diversos elementos laminares, de tal modo que pueden obtenerse toallitas que ahorran espacio del tipo descrito en el presente documento. Sin embargo, las estructuras absorbentes descritas en dicha patente se comprimen hasta obtenerse estructuras con un grosor menor de aproximadamente el 50% del grosor de la estructura original sin comprimir. Dicho de otro modo, los elementos laminares no comprimidos de *Hollenberg y otros* se comprimen hasta aumentar sus densidades en, como mínimo, aproximadamente el 50%. Por ejemplo, un elemento laminar no comprimido con una densidad de aproximadamente 0,2 gramos por centímetro cúbico puede comprimirse de tal modo que su densidad aumenta hasta aproximadamente 0,3 gramos por centímetro cúbico o más. Particularmente, los elementos laminares que contienen pastas de alto rendimiento, tal como pasta quimiotermomecánica blanqueada, pueden comprimirse hasta estos niveles manteniendo su estructura y resistencia en húmedo. De hecho, al saturarse con agua, la densidad de estos elementos laminares comprimidos decrece en aproximadamente el 20% o más. Tal como se describe en el presente documento, los elementos laminares según la presente invención proporcionan algunas de las ventajas de los elementos laminares descritos en *Hollenberg y otros*, pero están formadas por materiales diferentes y mediante procedimientos diferentes.

30 Características de la invención

La presente invención da a conocer un procedimiento para la formación de un elemento laminar a base de papel absorbente y comprimido según la reivindicación 1.

Según la presente invención, se consiguen algunas ventajas comprimiendo un elemento laminar de papel que presenta una resistencia temporal o permanente en húmedo. El elemento laminar de papel resultante puede permitir la adición de una mayor longitud de toallitas en un rollo de toallitas (o la adición de un mayor número de toallitas en una pila de toallitas plegadas), sin aumentar sustancialmente el diámetro del rollo (o el grosor de la pila de toallitas). Un mayor número de láminas en un rollo (o más toallitas en una pila de toallitas plegadas) puede comportar menos reposiciones y rellenos del rollo (o de las toallitas plegadas) para el usuario final. Un número menor de rollos por caja y un tamaño reducido de caja pueden comportar el desecho de un número menor de tubos internos y de cajas de transporte. La invención también puede permitir el transporte de más toallitas en el mismo camión o la colocación de más toallitas en un compartimiento estándar de transporte.

Se aplica una fuerza de compresión al elemento laminar de papel para obtener un elemento laminar de papel comprimido con un determinado espesor reducido. La cantidad de compresión aplicada al elemento laminar de papel puede expresarse como una "relación de compresión del espesor", tal como se define en el presente documento. La relación de compresión del espesor está comprendida entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,5 a efectos de satisfacer los requisitos de la presente invención.

Además, los elementos laminares comprimidos según la presente invención tienen, preferentemente, una capacidad de absorción de agua, como mínimo, de aproximadamente un 70% de la capacidad de absorción de agua del mismo elemento laminar antes de su compresión, deseablemente, como mínimo, de aproximadamente un 80%, y más deseablemente, como mínimo, de aproximadamente un 90%.

También se ha observado que los elementos laminares comprimidos según la presente invención "retornan elásticamente", o se expanden, hasta cierto punto al mojarse. Esta expansión puede permitir que al mojarse después de comprimidos, los elementos laminares recuperen desde aproximadamente el 60% hasta aproximadamente el 150% de su espesor original sin comprimir. Según la invención, los elementos laminares a base de papel comprimidos son capaces de recuperar, por lo menos, el 70% de su espesor original al saturarse con agua.

La acción tipo esponja de estos elementos laminares comprimidos les permite mantener unas características de absorción similares a las del elemento laminar original no comprimido. Sin embargo, dado que los elementos laminares están comprimidos, puede alojarse un mayor número de toallitas en un único dispensador, tanto si dicho dispensador está diseñado para alojar toallitas plegadas como toallitas dispuestas alrededor de un tubo interno de rollo. En cualquier caso, utilizando los elementos laminares comprimidos según la presente invención puede reducirse la frecuencia de control del suministro de toallitas. Además, utilizando la presente invención también puede reducirse la frecuencia de desechos excesivos.

La compresión requerida por la presente invención puede realizarse mediante varios procedimientos diferentes. Por ejemplo, puede utilizarse una etapa adicional de calandrado o, en una alternativa, puede aplicarse una presión mayor a los rodillos de calandrado originales utilizados en un procedimiento de fabricación de la estructura fibrosa absorbente.

5 Pueden utilizarse diversas fibras para formar los elementos laminares según la presente invención. Por ejemplo, pueden utilizarse fibras de pasta de madera en cantidades del 100%. Alternativamente, pueden utilizarse mezclas de fibras de pasta de madera y otros tipos de fibras, incluyendo diversas fibras sintéticas, tales como fibras de soplado en fusión y extrusionadas (Meltblown y Spunbonded). Además, pueden utilizarse otros tipos de fibras y filamentos para proporcionar la elasticidad deseada a los elementos laminares. Por ejemplo, pueden utilizarse fibras producidas mediante procesos químicos, térmicos y mecánicos de reducción a pasta y mediante procesos térmicos y mecánicos de reducción a pasta, o mediante otros procesos de reducción a pasta de alto rendimiento, así como fibras rizadas producidas mediante diversos procedimientos, tales como refinación en alta consistencia, y fibras entrecruzadas internamente.

15 Los elementos laminares utilizados para formar las estructuras fibrosas absorbentes y comprimidas según la presente invención pueden producirse según los procedimientos de secado por aire pasante sin crepado, crepado fuerte en húmedo o crepado ligero en seco, descritos en el presente documento, pudiéndose obtener productos favorables de toallitas comprimidas que presentan características aceptables y deseadas por el consumidor, tal como su capacidad de absorción y su suavidad.

20 Éstas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor haciendo referencia a la descripción siguiente y a las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

25 A continuación, se hará referencia detallada a las realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se exponen a continuación. Todos los ejemplos se proporcionan a título de explicación de la invención, no a título limitativo. De hecho, los técnicos en la materia comprenderán que pueden llevarse a cabo diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la misma. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse en otra realización, dando lugar a otra realización adicional. De este modo, se pretende que la presente invención cubra todas las modificaciones y variaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Otros objetos, características y aspectos de la presente invención se describen en la descripción detallada siguiente, o resultan obvios a partir de la misma. Los expertos en la materia deben comprender que la presente es una descripción de realizaciones únicamente a título de ejemplo, y que no pretende limitar los aspectos más amplios de la presente invención.

35 En general, la presente invención se refiere a un procedimiento para la formación de elementos laminares comprimidos, útiles para la formación de estructuras fibrosas absorbentes, tales como toallitas de papel y similares. Además, los elementos laminares comprimidos según la presente invención pueden utilizarse en otras aplicaciones absorbentes, tal como en componentes de pañales, almohadillas, productos de higiene femenina, productos para la incontinencia y similares. Utilizando los elementos laminares comprimidos según la presente invención en los productos mencionados anteriormente y en otros productos absorbentes, se ponen productos más finos y menos voluminosos al abasto del consumidor. Estos productos más finos y menos voluminosos proporcionan algunas ventajas en términos de espacio de almacenamiento, espacio de dispensación y, en caso de que el consumidor lleve puesto el producto absorbente, en términos de mayor comodidad.

45 A pesar de estar comprimidas, y al contrario de lo que indican los conocimientos convencionales, las toallitas y otras estructuras absorbentes formadas según la presente invención no pierden sustancialmente su necesaria capacidad de absorción a efectos de actuar como estructuras absorbentes. Además, las estructuras absorbentes mantienen características deseables, tal como la suavidad y otros aspectos cualitativos.

50 Los elementos laminares pueden realizarse en diversas fibras, incluyendo diversas fibras celulósicas, tal como pastas naturales de madera, junto con diversas fibras adicionales, incluyendo fibras realizadas a partir de resinas sintéticas. Las fibras útiles para realizar las láminas según la presente invención pueden ser fibras elásticas en húmedo, que incluyen diversas fibras de pasta de alto rendimiento, lino, algodoncillo, abacá, cáñamo, algodón o cualquier otra similar, que son elásticas en húmedo de forma natural, o cualquier fibra de pasta de madera modificadas química o físicamente. Éstas fibras de pasta pueden incluir fibras entrecruzadas o rizadas, de tal modo que tengan la capacidad de recuperarse tras la deformación en su estado húmedo, en oposición a las fibras no elásticas, que pueden permanecer deformadas y no se recuperan tras su deformación en estado húmedo.

60 Deseablemente, la estructura absorbente debe ser lo suficientemente estable dimensionalmente como para que el elemento laminar no se aplaste cuando el elemento laminar contacta con el agua. Sin esta elasticidad, el elemento laminar comprimido sería relativamente inútil para los distintas aplicaciones absorbentes consideradas por la presente invención.

65 Tal como se conoce en la técnica, pueden utilizarse diversos materiales a efectos de añadir una resistencia en húmedo adicional a las estructuras absorbentes comprimidas resultantes. Estos agentes de resistencia en húmedo están comercialmente disponibles a partir de una amplia variedad de fuentes, y algunos de ellos se describen de forma

ES 2 267 304 T3

general en la patente USA N° 5.779.860 de *Hollenberg y otros*. Cualquier material que, al añadirse a papel o a tejidos proporcione una relación de resistencia en húmedo con respecto a resistencia en seco mayor de 0,1 se considera un agente de resistencia en húmedo adecuado. Generalmente, estos agentes se clasifican como agentes de resistencia en húmedo “permanentes” o “temporales”. Los agentes permanentes proporcionan un producto que conserva más del 50% de su resistencia en húmedo original tras la exposición al agua durante un periodo de, por lo menos, cinco minutos; los agentes temporales proporcionan un producto que conserva menos del 50% de su resistencia en húmedo original tras la exposición al agua durante un periodo de cinco minutos. Estos agentes, tanto los permanentes como los temporales, se añaden típicamente a las fibras de pasta en una cantidad de, por lo menos, 0,1% en peso seco, y habitualmente en una cantidad comprendida entre aproximadamente 0,1% y 3% en peso seco, referidos al peso en seco de las fibras de pasta.

Los elementos laminares absorbentes según la presente invención son realizados mediante procedimientos de secado por circulación transversal de aire sin crepado, crepado fuerte en húmedo o crepado ligero en seco. Tras su formación, los elementos laminares según la presente invención se comprimen ejerciendo sobre las mismas una cierta fuerza por pulgada lineal (por 2,54 cm) mientras se hacen pasar a través de uno o más conjuntos de rodillos de calandrado o de supercalandrado. También pueden utilizarse otros mecanismos distintos de los procedimientos de calandrado a efectos de proporcionar las fuerzas de compresión necesarias.

Tal como se utiliza en el presente documento, el término “calandrado” se refiere a un procedimiento para tejidos o elementos laminares no tejidos que reduce su espesor y confiere efectos superficiales, tal como un brillo o una suavidad mayores. Generalmente, el procedimiento incluye hacer pasar el tejido a través de dos o más rodillos pesados, a veces calientes, a altas presiones de pinzado.

En las patentes USA N° 5.779.860, de *Hollenberg y otros*, y 5.048.589, de *Cook y otros* se describen procedimientos para formar elementos laminares secados por circulación transversal de aire sin crepado.

En estos procedimientos, el secado por circulación transversal de aire se utiliza tal como se muestra en las figuras de *Cook y otros*. Tal como se describe y se muestra en dicha patente, un elemento laminar se prepara del modo siguiente: (1) se forma una carga de pasta de papel con fibras celulósicas, agua y un disgregante químico; (2) se deposita la carga de pasta en una cinta transportadora, formándose un elemento laminar fibroso sobre la cinta transportadora dotada de orificios; (3) se somete el elemento laminar fibroso a secado sin compresión para eliminar el agua del elemento laminar fibroso; y (4) se extrae el elemento laminar fibroso seco de la cinta transportadora dotada de orificios. El procedimiento descrito en dicho documento no incluye crepado y, por ello, se designa procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado.

Típicamente, las toallitas preparadas a partir de este procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado presentan niveles relativamente elevados de capacidad de absorción, velocidad de absorción y resistencia. Además, dado que el procedimiento no presenta costosas etapas de crepado, las toallitas producidas por un procedimiento de este tipo tienen una producción más económica que las toallitas crepadas de composición y peso base similares.

En la patente USA N° 5.336.373, de *Scattolino y otros*, se describe un procedimiento que produce una lámina no comprimida utilizando secado de tambor y que puede ser utilizado en la presente invención.

El espesor de los elementos laminares antes de la compresión según la presente invención está típicamente comprendido entre aproximadamente 0,005 pulgadas (0,127 mm) y aproximadamente 0,030 pulgadas (0,762 mm). Tras la compresión, un elemento laminar comprimido según la presente invención tendrá un espesor comprendido entre aproximadamente el 50% y aproximadamente el 90% de su espesor original.

Tal como se utiliza en el presente documento, “espesor” se refiere al grosor de una lámina o elemento laminar. En los ejemplos siguientes, el espesor se ha medido utilizando un aparato EMVECO modelo 200-A con las especificaciones siguientes: velocidad de descenso del pie de presión de 0,8 milímetros/segundo; superficies de pie de presión y yunque paralelas dentro de 0,001 milímetros, capacidad de lecturas repetidas dentro de 0,001 milímetros en puesta a cero o en escala calibrada; cara fijada de base circular lisa (yunque) de un tamaño que está en contacto con toda la superficie del pie de presión en la posición cero; capacidad de 0-12,7 milímetros; sensibilidad de 0,025 milímetros, carga de 2,0 kiloPascals; superficie de yunque de 2.500 milímetros cuadrados; y diámetro de yunque de 56,4 milímetros.

Los elementos laminares comprimidos pueden caracterizarse mediante una determinada relación de compresión del espesor. Tal como se utiliza en el presente documento, la “relación de compresión del espesor” se define mediante la ecuación siguiente:

$$\frac{\text{(espesor del elemento laminar no comprimido - espesor del elemento laminar comprimido)}}{\text{espesor del elemento laminar no comprimido}}$$

En los elementos laminares según la presente invención, la relación de compresión del espesor está comprendida entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,5.

ES 2 267 304 T3

Además, el elemento laminar comprimido puede tener una capacidad de absorción suficiente como para permitirle absorber líquidos y actuar de forma similar al mismo elemento laminar en estado no comprimido. La capacidad de absorción se refiere a la cantidad de líquido que puede ser absorbido por el elemento laminar de papel. Las capacidades de absorción descritas en el presente documento se definen según los gramos de agua (o aceite) absorbidos por la estructura absorbente divididos por el peso en gramos de la estructura que absorbe el agua (o el aceite). La capacidad de absorción de aceite de una lámina indica el volumen interno de huecos de la lámina. A medida que se comprime la lámina, el volumen interno hueco disminuye.

La capacidad de absorción de los productos de papel (sus capacidades de absorción de agua o de aceite) pueden determinarse mediante el procedimiento siguiente. Se llena con agua destilada (o aceite) un recipiente lo suficientemente grande como para contener agua hasta una profundidad de, como mínimo, 2 pulgadas (5,08 cm). Además de un cronómetro, se utiliza una balanza, por ejemplo la balanza OHAUS GT480 descrita a continuación. También se utilizan un dispositivo de corte, tal como el que se comercializa bajo el nombre comercial TMI DGD de Testing Machines, Inc., de Amityville, Nueva York, y un molde de 4 pulgadas por 4 pulgadas ($\pm 0,01$ pulgadas) de tamaño (10,16 cm por 10,16 cm $\pm 0,25$ cm). Se cortan muestras del tamaño del molde y se pesan en seco hasta el 0,01 gramo más cercano. Se activa el cronómetro cuando se introduce la muestra en el recipiente de agua (o aceite), y se deja empapar durante 3 minutos ± 5 segundos. Al término del tiempo especificado, se extrae la muestra mediante pinzas y se sujeta a una pinza colgante a efectos de que cuelgue en una posición en forma de “diamante” a efectos de asegurar el flujo adecuado de fluido desde la muestra. Además, la muestra se cuelga durante 3 minutos ± 5 segundos en una cámara con una humedad relativa del 100%. A continuación, liberando la pinza, se deja caer la muestra en el plato de pesado. A continuación se registra el peso hasta el 0,01 gramo más cercano.

A continuación, se calcula la capacidad de absorción de cada muestra del modo siguiente:

$$\text{Capacidad de absorción (g)} = \text{Peso en húmedo (g)} - \text{Peso en seco (g)}$$

Evidentemente, la capacidad de absorción particular de un elemento laminar depende de una variedad de factores, incluyendo su peso base y su composición. De este modo, en la presente invención pueden utilizarse elementos laminares con una variedad de capacidades de absorción, y generalmente dependen en gran medida de la capacidad que se requiere para la aplicación final deseada para las estructuras absorbentes.

Típicamente, los elementos laminares comprimidos según la presente invención tendrán una capacidad de absorción de agua de, como mínimo, aproximadamente el 70% de la capacidad de absorción de agua de un elemento laminar de papel no comprimido compuesta por los mismos materiales y por el mismo procedimiento y con un peso base idéntico.

Tal como se utiliza en el presente documento, “peso base” se refiere a la masa por unidad de superficie y se expresa en gramos por metro cuadrado o “g/m²”. El peso base se mide cortando una parte de muestra de un elemento laminar y sometiendo dicha muestra al procedimiento siguiente. Se utiliza una balanza con una capacidad y una sensibilidad suficiente como para pesar hasta aproximadamente 0,001 gramos para muestras con un peso inferior a aproximadamente 10 gramos, y hasta aproximadamente 0,01 gramos para muestras con un peso aproximadamente igual o superior a 10 gramos. Por ejemplo, una balanza que puede utilizarse está comercializada bajo el nombre comercial OHAUS GT210, de VWR Scientific Product of South Plainfield, Nueva Jersey. Los pesos estándar para una balanza están comprendidos entre aproximadamente 10 miligramos y aproximadamente 100 gramos. En caso de que no se suministre un nivel con la balanza, puede utilizarse un vial de vidrio sellado. El recipiente de pesado debe tener un tamaño lo suficientemente grande como para alojar la muestra sin que sobresalga por los bordes de dicho recipiente. Deseablemente, el tamaño mínimo de molde para una única muestra es de 4,5 \pm 0,1 pulgadas (114 \pm 3 mm) por 4,5 \pm 0,1 pulgadas (114 \pm 3 mm). En caso de utilizarse diversas muestras menores, cualquier molde de tamaño conocido será apropiado. La regla se graduará en incrementos de 0,1 pulgadas, o 1 mm.

Las muestras de ensayo obtenidas a partir de los elementos laminares no deben presentar pliegues, arrugas o distorsiones de ningún tipo. Deseablemente, todas las muestras deben presentar una superficie mínima, por lo menos, de 20 pulgadas cuadradas (130 centímetros cuadrados), o deberán tomarse en distintos puntos un número de muestras más pequeñas cortadas en molde con una superficie total mínima, por lo menos, de 20 pulgadas cuadradas (130 centímetros cuadrados). A continuación, deben pesarse y registrarse todas las muestras.

A continuación, se calculan los pesos base determinando la superficie de la muestra o muestras en pulgadas cuadradas (6,45 cm²). Posteriormente, el peso de la muestra o muestras, medido en gramos, se divide por la superficie. Este valor se multiplica por un factor a efectos de obtener las unidades deseadas. Los factores de conversión para multiplicar por (peso/superficie) son los siguientes:

g/m ² =	1550
g/yardas ² =	1296
libras/2880 pies ² (libras/resma) =	914,31
onzas/yarda ² =	45,72

ES 2 267 304 T3

Antes de realizar pruebas con los elementos laminares según la presente invención, las láminas se acondicionaron hasta unas condiciones ASTM de humedad relativa del $50\% \pm 2\%$ y una temperatura de $72^{\circ}\text{F} \pm 2^{\circ}$ ($22,2^{\circ}\text{F} \pm 1,1^{\circ}$) durante por lo menos 24 horas.

5 Otra característica de los elementos laminares según la presente invención es su capacidad de recuperar en una proporción mayoritaria el grosor o la voluminosidad que tenían antes de la compresión. Dicho de otro modo, los elementos laminares son capaces de expandirse tras ser expuestos al agua, y retornarán, por lo menos, al 70% aproximadamente de su espesor en húmedo no comprimido original, y deseablemente, por lo menos, aproximadamente al 80% de su espesor húmedo no comprimido original. El espesor en húmedo se refiere al espesor de un elemento laminar particular tras ser sumergido en agua durante 30 segundos y, a continuación, dejarse colgar durante un minuto para permitir que se elimine del mismo el exceso de agua.

15 En un ejemplo particular, puede utilizarse un elemento laminar de papel con un peso base de 22 libras/resma de 2.880 pies cuadrados (37 g/m^2), realizada según el procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado descrito anteriormente y a partir de una carga de pasta compuesta por un 70% de fibra reciclada y un 30% de pasta de pino de Mobile obtenida mediante el molino de pasta de papel de Kimberly-Clark situado en Mobile, Alabama. Al ensayarse el elemento laminar comprimido (habiéndose reducido su espesor por compresión en un 22%) con esta formulación en estado húmedo con respecto al mismo elemento laminar en estado húmedo no comprimido, los evaluadores de las características de los elementos laminares no apreciaron una diferencia estadísticamente significativa entre las toallitas comprimidas y las toallitas no comprimidas por lo que se refiere a su calidad global, su eficacia de secado, su velocidad de absorción o su suavidad sustancial.

20 En un ensayo, se analizaron toallitas en diversos estados de compresión. Por ejemplo, un rollo que, normalmente, tendría 800 pies (24.384 cm) de longitud en un estado no comprimido, se comprimió de tal modo que un rollo del mismo diámetro tenía 1.000 pies (30.480 cm) de longitud (un incremento del 25%), y otro rollo del mismo diámetro tenía 1.200 pies (36.576 cm) de longitud (un incremento del 50%). La longitud promedio de las toallitas de papel no comprimidas utilizadas para el secado de manos era de 23,5" (59,7 cm), mientras que la longitud promedio en las toallitas de papel comprimidas (a una compresión del 25%) era de 24,7" (62,7 cm) y la longitud promedio en las toallitas de papel comprimidas (a una compresión del 50%) era de 24,3" (61,7 cm).

30 Pueden utilizarse diversos procedimientos para comprimir los elementos laminares según la presente invención, y la presente invención no se limita a la utilización de ningún procedimiento de compresión en particular. Tal como se conoce en la técnica, haciendo pasar las láminas a través de uno o más rodillos o mordazas se comprimen y suavizan las superficies de los materiales de la lámina. Generalmente, los equipos utilizados para aplicar la fuerza de compresión se designan calandras o supercalandras. Evidentemente, el efecto del calandrado en una estructura en particular depende de la temperatura, de la presión aplicada y de la duración del prensado, pudiéndose variar estos tres factores a efectos de obtener los resultados deseados del calandrado.

40 Al comprimir los elementos laminares según la presente invención, puede utilizarse una calandra adicional o, en una alternativa, puede aplicarse una presión mayor a los rodillos originales de la calandra utilizada para producir la estructura fibrosa absorbente. Alternativamente, pueden utilizarse diversas técnicas de calandrado, tal como calandrado en caliente o por vapor, para producir los elementos laminares comprimidos absorbentes.

45 Alternativamente, los elementos laminares pueden comprimirse utilizando prensas de placas planas o mordazas de tejido utilizadas para suavizar y compactar productos de bayetas de varias capas, tal como se da a conocer en la patente USA 5.399.412, de *Sudall y otros*. De este modo, las láminas resultantes según la presente invención pueden tener superficies altamente comprimidas y superficies menos comprimidas o no comprimidas.

50 Generalmente, estos procedimientos de compresión se describen como la aplicación de cierta fuerza por pulgada lineal (2,54 cm) sobre el elemento laminar de papel, y se expresan en libras por pulgada lineal ("PLI") (178 g/cm). La "presión de pinzado" es otro término utilizado en el presente documento, y se refiere a la presión aplicada en la mordaza de calandrado. La presión de pinzado se define como el cociente entre la fuerza por pulgada lineal y la anchura de la mordaza formada entre los rodillos de calandrado.

55 Los ejemplos siguientes pretenden ser únicamente ejemplos de procedimientos para ayudar a comprender la presente invención. La invención no pretende estar limitada por los mismos.

Ejemplos 1-6

60 1 pie = 30,48 cm

En los ejemplos 1-3, se compararon toallitas en rollo, producidas mediante un procedimiento de secado por circulación transversal de aire, en un estado no comprimido de 800' en un rollo (ejemplo 1); en un estado comprimido de 1.000' en un rollo (ejemplo 2); y en un estado comprimido de 1.200' en un rollo (ejemplo 3). El ejemplo 2 es el mismo rollo del ejemplo 1 que se ha comprimido para incluir un 25% de pies adicionales, y el ejemplo 3 es ese mismo rollo que se ha comprimido para incluir un 50% de pies adicionales.

ES 2 267 304 T3

Los elementos laminares de los ejemplos 1-3 se produjeron a partir de una carga de pasta que contenía un 55% de fibras recicladas de Owensboro, un 28% de pino de Mobile, un 7% de fibras recicladas de Fox River y un 10% de desechos. Los elementos laminares presentaban un peso base de aproximadamente 16 libras/resma.

5 En los ejemplos 4-6, se compararon toallitas en rollo de diámetros idénticos (7,9 pulgadas o aproximadamente 20 centímetros), producidas mediante un procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado, en un estado no comprimido de 425' en un rollo (ejemplo 4); en un estado comprimido de 530' en un rollo (ejemplo 5); y en un estado comprimido de 640' en un rollo (ejemplo 6). El ejemplo 5 es el mismo rollo del ejemplo 4 que se ha comprimido para incluir un 25% de pies adicionales, y el ejemplo 6 es ese mismo rollo que se ha comprimido para
10 incluir un 50% de pies adicionales.

Los ejemplos 4-6 se produjeron a partir de una carga de pasta que contenía un 20% de fibras recicladas de Owensboro, un 48% de pino de Mobile, un 12% de fibras recicladas de Fox River y un 11% de desechos. Los elementos laminares presentaban un peso base de aproximadamente 23 libras/resma de 2.880 pies cuadrados (39 g/m²).

15 En las tablas 1-5 se muestran diversas mediciones tomadas en los elementos laminares formados a partir de los ejemplos 1-6. Las determinaciones del peso base, del espesor por EMVECO y las capacidades de absorción de agua/aceite se han descrito anteriormente. Un ensayo "en húmedo" se refiere a muestras de elemento laminar que se han sumergido en agua durante 30 segundos y, a continuación, se han dejado colgando durante 60 segundos para su secado antes de ser analizadas.

La "dirección de la máquina" o "DM" se refiere a la dirección de desplazamiento de la superficie en formación sobre la que se depositan las fibras durante la formación de un material. La "dirección transversal de la máquina", o "DTM", se refiere a la dirección perpendicular a la dirección de la máquina y contenida en el mismo plano que ésta.

25 La "caída" es una medida de la rigidez o resistencia a la flexión de un tejido y se calcula determinando la longitud de flexión de un tejido aplicando el principio de flexión en voladizo del tejido por su propio peso. Excepto en el tamaño de la muestra, el ensayo para medir la caída está conforme con el test estándar ASTM D 1388. Para determinar la caída, puede utilizarse un FRL-Cantilever Bending Tester, modelo 79-10, de la firma Testing Machines, Inc., de Amityville, Nueva York. Tras el acondicionamiento tal como se describe en el presente documento, se corta una muestra de tejido de 1" x 8" (1" = 2,54 cm) y se desliza sobre una superficie horizontal a una velocidad de 4,75" (1" = 2,54 cm) por minuto, en una dirección paralela a la dimensión larga de la muestra, y hacia el borde de la superficie horizontal del medidor. La muestra se desplaza hasta que su borde anterior sobresale con respecto al borde de la superficie horizontal. Cuando el borde de la muestra alcanza el borde del cuchillo, el interruptor del medidor se apaga y se registra la longitud saliente a partir de la escala lineal del medidor. Esta medición se lleva a cabo cuando la punta de la muestra desciende por su propio peso hasta el punto en el que la línea que une la punta al borde de la superficie horizontal forma un ángulo de 41,5° con la superficie horizontal. Cuanto más longitud saliente, menor es la velocidad de flexión de la muestra. De este modo, los valores más altos indican un tejido más rígido. La rigidez de caída se expresa en centímetros y se calcula multiplicando la longitud de flexión en pulgadas por 2,54.

40 El "Rasgado Elmendorf" es una medida de la fuerza necesaria para rasgar una lámina en una determinada dirección. Se calcula dividiendo la carga de rasgado por el peso base de la muestra de elemento laminar. La carga de rasgado mide la dureza de un material midiendo el trabajo necesario para propagar un desgarro cuando parte de una muestra está sujeta por una pinza y una parte adyacente es desplazada por la fuerza de un péndulo que cae libremente en un arco. El Rasgado Elmendorf de los elementos laminares que determina la fuerza promedio necesaria para propagar el desgarro empezando por una ranura cortada en el material se mide del modo siguiente (los números más altos indican una mayor fuerza requerida para desgarrar la muestra): el instrumento de péndulo de caída tipo Elmendorf está equipado con un péndulo que presenta una muesca profunda (zona hueca) en el sector del péndulo y pinzas activadas neumáticamente. Estos medidores están comercializados bajo el nombre comercial LORENTZEN AND
50 WETTRE BRAND, modelo 09ED, de Lorentzen Wettre Canada Inc., de Fairfield, Nueva Jersey.

Además de los medidores, se utiliza un cortador de muestras capaz de proporcionar una muestra de 63,0 ± 0,15 mm (2,5 ± 0,006 pulgadas) por 73 ± 1 mm que se corta a no menos de 15 mm del borde del material, sin pliegues, arrugas, ni distorsiones de ningún tipo. La longitud de 63 mm de la muestra se dispone verticalmente en el medidor de rasgado. Se ajusta la marcación por disco del medidor al número de capas de muestra a rasgar y, a continuación, se acciona la palanca de corte. La muestra se coloca entre las pinzas, con el borde de la muestra alineado con el borde frontal de las pinzas. A continuación, se cierran las pinzas y se corta una ranura en la muestra accionando la palanca del cuchillo cortador. A continuación, se libera el péndulo y se coloca en la posición inicial tras desplazarse un recorrido de vaivén entero. Posteriormente, se registra el valor de rasgado, excepto si la línea de desgarre se desvía más de 10 mm, en cuyo caso se lleva a cabo un nuevo ensayo. Los resultados se registran en gramos. El Rasgado DTM es la fuerza de desgarro necesaria para rasgar en la dirección perpendicular a la dirección de la máquina; el Rasgado DM es la fuerza de desgarro necesaria para rasgar en la dirección perpendicular a la dirección transversal de la máquina.

65 Se llevaron a cabo diversos ensayos de resistencia, tal como se indica en las tablas siguientes. Particularmente, se determinaron la resistencia a la tracción (cargas de pico), la elongación (% de estiramiento), la AET (absorción de energía de tracción) en la rotura y las energías de pico para los distintos elementos laminares. La resistencia a la tracción es la tensión máxima de tracción desarrollada en una muestra de ensayo antes de la ruptura en un ensayo de tracción llevado a cabo hasta la ruptura bajo condiciones prescritas, y es la fuerza por unidad de anchura de la

ES 2 267 304 T3

muestra de ensayo. El estiramiento o elongación es la deformación máxima por tracción desarrollada en la muestra de ensayo antes de la ruptura en un test de tracción llevado a cabo para una rotura bajo condiciones predeterminadas, y se expresa en porcentaje (100 veces la relación entre el aumento de longitud de la muestra de ensayo y la longitud de ensayo original). La absorción de energía de tracción es el trabajo realizado cuando una muestra se extiende hasta la rotura por tracción bajo condiciones predeterminadas, y se mide mediante la integral del estiramiento por tracción a lo largo de la deformación por tracción, desde cero hasta la deformación máxima, y se expresa como energía por unidad de superficie de la muestra de ensayo. Los ensayos están identificados en las tablas, indicándose si se han llevado a cabo para las direcciones DM o DTM y para los estados húmedo o seco.

El procedimiento de ensayo siguiente se utilizó para llevar a cabo los diversos ensayos de resistencia sobre las láminas de papel. El equipo incluía una unidad de ensayo de tracción o de velocidad constante de extensión ("constant-rate-of-extension, CRE") junto con una célula de carga apropiada y un sistema computerizado de adquisición de datos. Un ejemplo de unidad CRE se comercializa bajo el nombre comercial SINTECH 2, fabricada por Sintech Corporation, cuya dirección es 1001 Sheldon Drive, Cary, Carolina del Norte 27513. El tipo de célula de carga se seleccionó según el medidor de tracción utilizado y el tipo de material ensayado. La célula de carga seleccionada tenía valores de interés dentro de los intervalos recomendados por el fabricante de entre los valores de toda la escala de la célula de carga. La célula de carga y el sistema de adquisición de datos, comercializados bajo el nombre comercial TestWorks™, también pueden obtenerse a través de la firma Sintech Corporation.

El equipo adicional incluía mordazas accionadas neumáticamente, escuadras en suspensión a peso y un cortador de muestras de precisión. Las mordazas estaban diseñadas para una carga máxima de 5.000 gramos, y pueden obtenerse a través de la firma Sintech Corporation. Las escuadras en suspensión a peso incluían una escuadra plana y una escuadra en forma de "L". Estas escuadras se insertaban en las mordazas durante la calibración o puesta a punto. Se utilizó un cortador de muestras de precisión para cortar muestras dentro de una anchura de $3 \pm 0,04$ pulgadas ($76,2 \pm 1$ mm). Un ejemplo de cortador de muestras está comercializado bajo el nombre comercial JDC, de la firma Thwing-Albert Instrument Co., de Filadelfia, PA.

Los ensayos se llevaron a cabo en una atmósfera estándar de laboratorio, a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73,4 \pm 3,6^\circ\text{F}$) y a una humedad relativa del $50 \pm 5\%$. Se establecieron las dos direcciones principales, la dirección de la máquina (DM) y la dirección transversal de la máquina (DTM), del material. Las muestras presentaban una anchura de aproximadamente 3 pulgadas (7,62 cm), y una longitud de aproximadamente 4 pulgadas (10,2 cm). La longitud de la muestra era en la dirección transversal o de la máquina del material ensayado, según si se medía la tracción en la dirección de la máquina o transversal, a efectos de seleccionar la dirección de la longitud de las muestras. Deseablemente, la longitud se cortó aproximadamente 1,5 pulgadas (3,81 cm) más larga que la separación de pinzados utilizada para el ensayo, y las muestras ensayadas no presentaban desgarros ni otros defectos, y presentaban bordes paralelos y de corte limpio.

El medidor de tracción se preparó del modo siguiente. Se instaló una célula de carga para el tipo de medidor de tracción utilizado y para el tipo de material ensayado. Se seleccionó una célula de carga de tal modo que los valores de interés estuvieran dentro de los intervalos recomendados por el fabricante de entre los valores de toda la escala de la célula de carga. Se ajustó la velocidad de separación de las mordazas a $10 \pm 0,4$ pulgadas/minuto ($25,4 \pm 1$ cm/minuto). La sensibilidad de rotura se ajustó a una caída del 65% desde el pico. Además, se ajustó la compensación del huelgo a 25 gramos, y los puntos predeterminados de pendiente se ajustaron a 70 y 157 gramos. El umbral se ajustó al 2% de la carga de plena escala. Adicionalmente, las mordazas se instalaron en el medidor, y el mismo fue calibrado por el fabricante para el medidor/software de tracción utilizado.

El procedimiento de medición se inició insertando la muestra, centrada y recta, en las mordazas. A continuación, se cerraron las mordazas que se extienden a través de la anchura de la muestra, mientras que, simultáneamente, se eliminó el huelgo excesivo de la muestra. Posteriormente, se accionó la máquina y se separaron las mordazas. El ensayo terminó cuando se rompió la muestra. Tras ello, se registraron los resultados.

El "estallamiento de Mullen" mide la dureza de un material hinchando el material con un diafragma hasta que el mismo se rompe. Estos ensayos pueden llevarse a cabo utilizando equipos y técnicas de ensayo convencionales. Estos ensayos se llevaron a cabo utilizando un medidor de la resistencia al estallamiento de Mullen, tal como los fabricados por B. F. Perkins & Son Inc., cuya dirección es GPO 366, Chicopee, MA 01021, o por Testing Machine Inc., cuya dirección es 400 Bayview Avenue, Amityville, NY 11701. El procedimiento de ensayo incluía sujetar con pinzas una muestra con una longitud y una anchura de aproximadamente 12,7 centímetros sobre un diafragma de goma, hinchar el diafragma mediante presión, generada haciendo entrar líquido a presión en una cámara a aproximadamente 95 mililitros por minuto, y registrar la presión a la que se rompía la muestra. La presión de ruptura se expresó en pascales.

El procedimiento de estallamiento de Mullen en húmedo incluye además la saturación de la muestra con agua purificada y el secado del exceso de agua antes de sujetar la muestra al equipo. El estallamiento de Mullen se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi). 1 libra por pulgada cuadrada = 6.895 Pa.

La "velocidad de absorción" de agua o de aceite es el tiempo requerido, en segundos, para que una muestra de tejido o papel absorba una cantidad determinada de fluido de ensayo. La absorbencia de agua o aceite para un elemento laminar de papel se determina del modo siguiente. La velocidad de absorción es el promedio de cuatro lecturas de absorbencia (dos en la cara del material expuesta al aire y dos en la cara del material expuesta al secador). Típicamente, se utiliza aceite mineral blanco (parafina) para los ensayos de absorbencia de aceite, y típicamente se

ES 2 267 304 T3

utiliza agua desionizada para los ensayos de absorbencia de agua. Los ensayos se llevan a cabo en una atmósfera estándar de laboratorio, a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ($73,4 \pm 1,8^\circ\text{F}$) y a una humedad relativa del $50 \pm 2\%$.

Para determinar la velocidad de absorción de agua o de aceite, se introduce el fluido de ensayo seleccionado en un vaso de precipitados pequeño y de acero inoxidable. Se utiliza una placa de apoyo de plexiglás o de acero inoxidable, con unas dimensiones aproximadas de 5 pulgadas por 5 pulgadas (12,7 cm por 12,7 cm) y con una abertura de dos pulgadas de diámetro, para sujetar la muestra en la parte superior del vaso de precipitados.

A continuación, las muestras de tejido sometidas a medición se acondicionan del modo descrito en el presente documento. Tras el acondicionamiento, las muestras se extienden sobre la parte superior del vaso de precipitados de acero inoxidable y se cubren con la placa de apoyo para sujetarlas en su sitio. Se llena una pipeta con fluido de ensayo (agua o aceite) presionando el botón a media altura para llenar la pipeta, con 1 clic. Se mantiene la punta de la pipeta a una pulgada (2,54 cm) por encima de la muestra y en ángulo recto con respecto a la misma. A continuación, se transfiere el fluido de ensayo de la pipeta a la muestra, y se conecta el cronómetro. Una vez que el fluido ha sido completamente absorbido por la muestra, se detiene el cronómetro.

Si no se detiene el cronómetro entre las diferentes muestras, debe dividirse el número total de segundos por cuatro y se registra el número en segundos.

El “efecto de capilaridad de agua” se refiere a la velocidad a la que el elemento laminar absorbe el agua. El ensayo realizado para medir el efecto de capilaridad determina los efectos de la acción capilar de un fluido sobre un tejido que se suspende verticalmente y se sumerge parcialmente en el fluido.

El efecto de capilaridad se determina sujetando con pinzas una parte del elemento laminar en un baño de agua, de tal modo que el baño de agua está en contacto con la muestra. Los ensayos se llevan a cabo en una atmósfera estándar de laboratorio, a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73,4 \pm 3,6^\circ\text{F}$) y a una humedad relativa del $50 \pm 5\%$. Las muestras de tejido se cortan en porciones de 1 por $8 \pm 0,1$ pulgadas ($25,4$ por $203,2 \pm 2,5$ mm) en las dos direcciones del material, la dirección de la máquina (DM) y la dirección transversal de la máquina (DTM). Las muestras de ensayo se obtienen de zonas de la muestra que no presentan pliegues, arrugas ni distorsiones de ningún tipo.

El efecto de capilaridad se basa en la cantidad de agua absorbida en la dirección vertical dada por parte de la muestra en un periodo de tiempo determinado. El recipiente se llena con fluido de ensayo (agua desionizada) y la muestra de ensayo se sujeta mediante pinzas en el soporte de muestra, que a continuación se coloca de tal modo que el borde inferior de la tira se extiende aproximadamente en 1 pulgada (25,4 mm) dentro del fluido. Cuando el extremo libre de la muestra se coloca en el fluido de ensayo, se acciona el cronómetro y se observa cómo el fluido migra la muestra hacia arriba. A 15, 30, 45 y 60 segundos se registra la altura en centímetros del punto más bajo del borde del fluido en migración.

TABLA 1

Ejemplo No.	Peso base completamente seco	Espesor en seco	Espesor en húmedo	Espesor en seco/ Espesor en seco no comprimido	Espesor en húmedo/ Espesor en seco no comprimido	Caída DTM	Caída DM
(Unidades)	(libras/resma)	(pulgadas)	(pulgadas)	(%)	(%)	(cm)	(cm)
Ejemplo 1	16,68	0,0075	0,0114	100%	151%	3,44	4,71
Ejemplo 2	15,67	0,0058	0,0103	77%	138%	2,96	3,98
Ejemplo 3	15,80	0,0045	0,0097	60%	130%	3,01	4,16
Ejemplo 4	23,01	0,0122	0,0119	100%	98%	3,77	4,17
Ejemplo 5	23,56	0,0094	0,0120	77%	98%	3,63	3,84
Ejemplo 6	23,20	0,0077	0,0117	63%	96%	3,33	4,03
1 pulgada = 2,54 cm 1 libras/resma = 0,59 g/m²							

ES 2 267 304 T3

TABLA 2

Ejemplo No.	Rasgado Elmendorf CD	Rasgado Elmendorf MD	Estallamiento Mullen	Capacidad de absorción de aceite	Capacidad de absorción de agua	Velocidad de absorción de agua
(Unidades)	(g)	(g)	(libras/pulgada cuadrada)	(gramos)	(gramos)	(segundos)
Ejemplo 1	27,44	21,18	8,33	1,12	1,43	5,77
Ejemplo 2	24,11	26,26	7,29	1,02	1,41	6,90
Ejemplo 3	23,00	18,29	7,04	0,87	1,33	7,79
Ejemplo 4	35,69	26,24	9,50	1,51	2,06	2,79
Ejemplo 5	41,25	29,13	10,00	1,37	1,98	2,91
Ejemplo 6	38,24	31,44	10,00	1,32	2,00	2,86

TABLA 3

Ejemplo No.	Efecto de capilaridad de agua 15 seg DM	Pico de carga DM	Pico de deformación DM	Energía de pico DM	Pico de AET, DM
(Unidades)	(cm)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm/mm2)
Ejemplo 1	2,62	4840,86	6,67	19,38	2,50
Ejemplo 2	2,31	4517,16	4,74	12,97	1,68
Ejemplo 3	2,48	4437,35	4,62	12,50	1,61
Ejemplo 4	3,20	5758,70	6,59	21,30	2,75
Ejemplo 5	3,17	5877,75	7,44	21,95	2,84
Ejemplo 6	3,07	5364,20	4,83	13,93	1,80

TABLA 4

Ejemplo No.	Pico de carga DTM en seco	Pico de deformación DTM en seco	Pico de energía DTM en seco	Pico de AET, DTM en seco	Pico de carga DM en húmedo	Pico de deformación DM en húmedo	Pico de energía DM en húmedo	Pico de AET, DM en húmedo
(Unidades)	(gm)	(%)	(kg-mm)	(g-mm/mm2)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm/mm2)
Ejemplo 1	2912,28	7,20	12,16	1,57	1672,47	4,71	3,09	0,40
Ejemplo 2	2708,11	6,53	10,25	1,32	1508,52	4,68	2,78	0,36
Ejemplo 3	2614,24	6,46	10,27	1,33	1536,42	3,76	2,21	0,28
Ejemplo 4	3260,30	4,26	8,35	1,08	2073,96	6,34	4,74	0,612
Ejemplo 5	2873,46	6,21	9,36	1,21	2085,46	6,15	4,54	0,59
Ejemplo 6	2978,61	6,57	10,51	1,36	1962,78	4,75	3,49	0,45

ES 2 267 304 T3

TABLA 5

Ejemplo No.	Pico de carga DTM en húmedo	Pico de deformación DTM en húmedo	Pico de energía DTM en húmedo	Pico de AET DTM en húmedo
(Unidades)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm/mm ²)
Ejemplo 1	1037,19	5,34	2,46	0,32
Ejemplo 2	897,20	5,46	2,29	0,30
Ejemplo 3	931,81	4,68	1,96	0,25
Ejemplo 4	1152,70	5,64	2,82	0,36
Ejemplo 5	952,80	5,16	2,31	0,30
Ejemplo 6	978,62	5,56	2,57	0,33

Ejemplos 7-11

1 pulgada = 2,54 cm 1 libra/ton = 454 g/ton
1 PLI = 175 N/m

En estos ejemplos, un elemento laminar de papel producido según la tecnología de secado por circulación transversal de aire sin crepado, con un peso base de aproximadamente 16 libras/resma de 2.880 pies cuadrados (27 g/m²), se sometió a calandrado para reducir su espesor no comprimido. El elemento laminar se sometió a diversas presiones de pinzado por pulgada lineal. A continuación, se humedecieron los elementos laminares producidos para determinar el nivel de recuperación a su estado no comprimido.

Los elementos laminares se formaron a partir de una carga de pasta compuesta por un 61% de fibra reciclada de Owensboro y un 31% de pino de Mobile con aproximadamente 20 libras/ton de resina resistente en húmedo Kymene. El espesor del elemento laminar sin comprimir era aproximadamente de 0,008". Los espesores de compresión se determinaron como un promedio de mediciones de espesor tomados en tres lugares distintos del elemento laminar. A una presión de 63 PLI, el elemento laminar seco se comprimió hasta aproximadamente 0,0048", y a una presión de 96 PLI, el elemento laminar seco se comprimió hasta aproximadamente 0,0042". En todos los casos, tras saturar el elemento laminar con agua, el espesor se recuperó hasta aproximadamente 0,0084" en 7 segundos y luego se estabilizó a aproximadamente 0,0070" tras 2 minutos.

Ejemplos 12-16

1 pulgada = 2,54 cm 1 libra/ton = 454 g/ton
1 PLI = 175 N/m

En estos ejemplos, un elemento laminar de papel producido según la tecnología de secado por circulación transversal de aire sin crepado, con un peso base de aproximadamente 16 libras/resma de 2.880 pies cuadrados (27 g/m²), se sometió al calandrado descrito a continuación para reducir su espesor no comprimido. El elemento laminar se sometió a diversas presiones de pinzado por pulgada lineal. A continuación, se humedecieron los elementos laminares producidos para determinar el nivel de recuperación a su estado no comprimido.

Los elementos laminares se formaron a partir de una carga de pasta compuesta por un 61% de fibra reciclada de Owensboro y un 31% de pino de Mobile con aproximadamente 20 libras/ton de resina resistente en húmedo Kymene. El elemento laminar presentaba un estiramiento de aproximadamente el 10% con una transferencia inmediata de aproximadamente el 15%. El espesor del elemento laminar sin comprimir era aproximadamente de 0,0081". A una presión de 13 PLI, el elemento laminar seco se comprimió hasta aproximadamente 0,0065"; a una presión de 46 PLI, el elemento laminar seco se comprimió hasta aproximadamente 0,0055"; y a una presión de 63 PLI, el elemento laminar seco se comprimió hasta aproximadamente 0,0048". El elemento laminar de 13 PLI retornó hasta aproximadamente 0,0089", el elemento laminar de 46 PLI retornó hasta aproximadamente 0,0085", y el elemento laminar de 63 PLI retornó hasta aproximadamente 0,0083", después de humedecerse durante 7 segundos. Los elementos laminares de 13 PLI y 46 PLI se estabilizaron a aproximadamente 0,0070" y 0,0071", respectivamente, después de 2 minutos.

ES 2 267 304 T3

Ejemplo 17

1 pulgada = 2,54 cm 1 libra/ton = 454 g/ton
1 PLI = 175 N/m

5

Se sometió otro producto formado por un procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado (compuesto por un 33% de fibra reciclada de Owensboro, un 13% de fibra reciclada de Fox River y un 52% de pino de Mobile con 20 libras/ton de resina resistente en húmedo Kymene y una transferencia inmediata de aproximadamente el 25%) a las evaluaciones descritas anteriormente. El espesor original sin comprimir de este elemento laminar era de aproximadamente 0,022". El elemento laminar se comprimió hasta 0,011". Tras permanecer en húmedo durante 7 segundos, el elemento laminar se extendió nuevamente hasta aproximadamente 0,0144".

10

Ejemplos 18-21

15

1 pulgada = 2,54 cm 1 libra/ton = 454 g/ton
1 PLI = 175 N/m

En los ejemplos 18-21, se comparó un elemento laminar, formado según el procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado, en estado no comprimido (ejemplo 18); en un estado comprimido del 86% del espesor original (ejemplo 19); en un estado comprimido del 84% del espesor original (ejemplo 20); y en un estado comprimido del 71% del espesor original (ejemplo 21).

20

Los elementos laminares de los ejemplos 18-21 están formados a partir de una carga de pasta similar a la utilizada en los ejemplos 1-3, y contienen un 55% de fibras recicladas de Owensboro, un 28% de pino de Mobile, un 7% de fibras recicladas de Fox River y un 10% de desechos. Los elementos laminares tienen un peso base de aproximadamente 16 libras/resma (27 g/m²).

25

Ejemplos 22-25

30

1 pulgada = 2,54 cm 1 libra/ton = 454 g/ton
1 PLI = 175 N/m

En los ejemplos 22-25, se comparó un elemento laminar, formado según el procedimiento de crepado fuerte en húmedo, en estado no comprimido (ejemplo 22); en un estado comprimido del 79% del espesor original (ejemplo 23); en un estado comprimido del 74% del espesor original (ejemplo 24); y en un estado comprimido del 63% del espesor original (ejemplo 25).

35

Los elementos laminares de los ejemplos 22-25 están formados a partir de una carga de pasta que contiene un 45% de pino de Mobile, un 15% de maderas duras, un 30% de desechos y un 10% de pasta quimiotermomecánica. Los elementos laminares tienen un peso base comprendido entre 18 y 19 libras/resma (29-31 g/m²).

40

Ejemplos 26-29

45

En los ejemplos 26-29, se comparó un elemento laminar, formado según el procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado, en estado no comprimido (ejemplo 26); en un estado comprimido del 85% del espesor original (ejemplo 27); en un estado comprimido del 68% del espesor original (ejemplo 28); y en un estado comprimido del 55% del espesor original (ejemplo 29).

50

Los elementos laminares de los ejemplos 26-29 están formadas a partir de una carga de pasta que contiene un 80% de pasta de madera blanda al sulfito (pasta procesada químicamente con una mezcla de ácido sulfuroso e ion bisulfito), un 10% de pasta de madera blanda quimiotermomecánica y un 10% de desechos. Los elementos laminares tienen un peso base comprendido entre 17 y 19 libras/resma (27,7-31 g/m²).

55

Las tablas siguientes muestran diversas mediciones realizadas en los elementos laminares formados en los ejemplos 18-29.

60

65

ES 2 267 304 T3

TABLA 6

Ejemplo No	Peso base completamente seco	Espesor en seco	Espesor en húmedo	Relación de compresión	Espesor en húmedo/ Espesor en seco	Caída DTM	Caída DM	Rasgado Elmendorf DTM
(Unidades)	(libras/2880)	(pulgadas)	(pulgadas)		(%)	(cm)	(cm)	(g)
Ejemplo 18	6,1	0,0075	0,0111	0	147%	3,72	4,85	25,28
Ejemplo 19	16,3	0,0065	0,0108	0,14	143%	3,25	4,43	26,30
Ejemplo 20	15,4	0,0063	0,0104	0,16	138%	3,07	4,08	23,26
Ejemplo 21	15,7	0,0053	0,0096	0,29	128%	2,52	3,55	21,85
Ejemplo 22	19,1	0,0063	0,0077	0	121%	3,07	3,93	38,09
Ejemplo 23	19,3	0,0050	0,0069	21	109%	3,02	4,03	41,28
Ejemplo 24	19,6	0,0047	0,0068	0,26	108%	3,13	3,95	43,75
Ejemplo 25	18,9	0,004	0,0067	0,37	105%	2,80	3,22	36,62
Ejemplo 26	18,7	0,0059	0,0071	0	120%	3,07	3,82	34,45
Ejemplo 27	17,5	0,0050	0,0066	0,15	113%	2,78	3,07	25,37
Ejemplo 28	18,4	0,0040	0,0063	0,32	107%	2,78	3,65	27,62
Ejemplo 29	17,8	0,0032	0,0068	0,45	115%	2,45	3,40	25,40
1libras/2880pies cuadrados = 1,70 g/m ² 1 pulgada = 2,54 cm								

ES 2 267 304 T3

TABLA 7

Ejemplo No.	Rasgado Elmendorf DM	Estallamiento Mullen	Capacidad de absorción de aceite	Capacidad de absorción de agua	Velocidad de absorción de agua
(Unidades)	(g)	(psi)	(gramos)	(gramos)	(segundos)
Ejemplo 18	26,60	8,83	1,11	1,42	6,66
Ejemplo 19	25,37	8,17	1,11	1,42	8,08
Ejemplo 20	26,27	6,83	1,09	1,41	6,39
Ejemplo 21	24,67	8,50	1,01	1,40	8,96
Ejemplo 22	28,89	9,67	1,02	1,21	56,91
Ejemplo 23	32,92	8,83	0,91	1,12	67,66
Ejemplo 24	33,07	10,17	0,86	1,19	66,14
Ejemplo 25	28,86	8,83	0,76	1,20	39,37
Ejemplo 26	20,46	8,83	0,98	1,07	43,07
Ejemplo 27	21,18	9,17	0,95	1,00	43,48
Ejemplo 28	22,60	7,67	0,82	1,04	47,19
Ejemplo 29	16,52	8,00	0,73	0,91	61,27

ES 2 267 304 T3

TABLA 8

Resumen	Efecto de capilaridad de agua 15 seg DTM	Efecto de capilaridad de agua 30 seg DTM	Efecto de capilaridad de agua 45 seg DTM	Efecto de capilaridad de agua 60 seg DTM	Efecto de capilaridad de agua 15 seg DM	Efecto de capilaridad de agua 30 seg DM	Efecto de capilaridad de agua 45 seg DM	Efecto de capilaridad de agua 60 seg DM
(Unidades)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Ejemplo 18	1,7	2,4	3,0	3,4	2,4	3,2	3,9	4,5
Ejemplo 19	1,5	2,2	2,9	3,4	2,4	3,3	4,0	4,5
Ejemplo 20	1,6	2,5	3,2	3,6	2,4	3,4	4,2	4,6
Ejemplo 21	1,6	2,5	2,9	3,4	2,2	3,1	3,8	4,6
Ejemplo 22	0,6	0,9	1,3	1,6	1,0	1,4	1,9	2,3
Ejemplo 23	0,6	1,1	1,3	1,5	0,9	1,3	1,8	2,1
Ejemplo 24	0,6	1,0	1,3	1,7	0,7	1,2	1,5	2,2
Ejemplo 25	0,9	1,5	1,8	2,3	1,1	1,8	2,3	2,5
Ejemplo 26	1,0	1,5	2,1	2,4	1,0	1,5	1,8	2,2
Ejemplo 27	1,0	1,5	2,0	2,4	1,0	1,4	1,8	2,1
Ejemplo 28	1,0	1,4	1,8	2,2	1,0	1,4	1,6	2,0
Ejemplo 29	0,9	1,3	1,6	2,0	0,9	1,3	1,6	2

ES 2 267 304 T3

TABLA 9

Resumen	Pico de carga DM en seco	Pico de deformación DM en seco	Pico de energía DM en seco	Pico de AET, DM en seco	Pico de carga DTM en seco	Pico de deformación DTM en seco	Pico de energía DTM en seco	Pico de AET, DTM en seco
(Unidades)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm /mm ²)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm / mm ²)
Ejemplo 18	4657,70	6,49	19,22	2,48	2958,98	6,70	11,64	1,50
Ejemplo 19	5070,30	5,79	18,46	2,38	2955,31	6,63	11,59	1,50
Ejemplo 20	4407,28	4,73	13,13	1,70	2512,51	6,31	9,30	1,20
Ejemplo 21	4495,35	4,74	13,32	1,72	2676,42	6,49	10,42	1,35
Ejemplo 22	6762,79	7,89	36,10	4,66	2826,38	4,55	7,62	0,98
Ejemplo 23	7005,42	7,86	36,06	4,66	2969,14	4,59	8,37	1,08
Ejemplo 24	7450,11	9,08	44,03	5,69	3118,29	4,77	9,14	1,18
Ejemplo 25	5828,80	6,20	22,37	2,89	2525,12	4,05	6,24	0,81
Ejemplo 26	4470,33	7,26	22,33	2,89	2179,85	5,05	6,39	0,083
Ejemplo 27	3808,23	6,35	16,57	2,14	2565,81	5,36	8,10	1,05
Ejemplo 28	4139,16	5,68	15,77	2,04	2293,31	4,52	5,89	0,76
Ejemplo 29	4459,36	6,15	18,45	2,38	1730,49	4,23	4,49	0,58

ES 2 267 304 T3

TABLA 10

Resumen	Pico de carga DM en húmedo	Pico de deformación DM en húmedo	Pico de energía DM en húmedo	Pico de AET, DM en húmedo	Pico de carga DTM en húmedo	Pico de deformación DTM en húmedo	Pico de energía DTM en húmedo	Pico de AET, DTM en húmedo
(Unidades)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm /mm2)	(g)	(%)	(kg-mm)	(g-mm / mm2)
Ejemplo 18	1683,16	5,78	3,64	0,47	925,98	6,06	2,76	0,3565
Ejemplo 19	1708,85	5,73	3,63	0,47	978,21	4,58	2,21	0,286
Ejemplo 20	1352,56	4,85	2,73	0,35	757,07	5,86	2,22	0,2864
Ejemplo 21	1428,73	4,52	2,62	0,34	841,78	5,96	2,56	0,3305
Ejemplo 22	2050,55	4,30	3,11	0,40	832,29	3,85	1,47	0,1897
Ejemplo 23	1625,09	4,07	2,79	0,36	836,68	3,65	1,50	0,1931
Ejemplo 24	2279,30	4,27	4,05	0,52	948,03	3,43	1,50	0,1932
Ejemplo 25	1825,33	4,13	2,86	0,37	697,15	3,38	1,13	0,1463
Ejemplo 26	1567,75	7,12	4,99	0,65	623,56	4,80	1,38	0,1788
Ejemplo 27	1253,91	5,79	3,31	0,43	775,19	4,74	1,51	0,1945
Ejemplo 28	1292,02	6,37	3,69	0,48	745,45	4,43	1,55	0,2007
Ejemplo 29	1638,72	6,66	4,37	0,56	550,31	4,12	1,15	0,1486

Ejemplos 30-35

En los ejemplos 30-32, unos elementos laminares con pesos base de aproximadamente 16 libras/resma (26 g/m²), producidos a partir de la carga de pasta utilizada en los ejemplos 18-21, con un 55% de fibras recicladas de Owensboro, un 28% de pino de Mobile, un 7% de fibras recicladas de Fox River y un 10% de desechos, se sometieron a diversas etapas de calandrado o compresión tras el calandrado normal, a efectos de determinar la cantidad de retorno elástico en el estado seco. Se comprimieron cuatro muestras de cada elemento laminar con diversas cargas de calandrado, y se determinaron sus espesores inmediatamente después de ser comprimidas y tras un periodo de 10 minutos, 50 minutos y 100 minutos. La columna de espesores no comprimidos representa espesores de los elementos laminares antes de ser sometidos a estas etapas de compresión adicionales. Dicho de otro modo, la columna de espesor no comprimido muestra valores para elementos laminares que únicamente se han sometido al calandrado normal, típico en un procedimiento de producción de papel, pero que no se han sometido a fuerzas de calandrado y compresión adicionales. En la tabla también se muestra un promedio para cada elemento laminar particular.

Con propósito comparativo, también se sometieron a ensayos similares elementos laminares producidos según un procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado y compuestos por un 70% de fibra reciclada, un 15% de pino de Mobile y un 15% de BCTMP. Los resultados se muestran en la tabla 12. Las presiones aplicadas para comprimir los elementos laminares pueden calcularse aumentando al multiplicar por 3,35 las psig y añadiendo 12,5 al valor obtenido.

ES 2 267 304 T3

Los resultados demuestran que los elementos laminares producidos a partir de pastas sin fibras de BCTMP muestran cierto grado de recuperación o retorno elástico a lo largo del tiempo, tal como los elementos laminares producidos a partir de pastas con fibras de BCTMP.

5

TABLA 11

10

15

20

25

30

Ejemplo No. (Unidades)	Calandrado (psig)	Esesor no comprimido	Esesor tras compresión	Esesor tras 10 min.	Esesor tras 50 min.	Esesor tras 100 min.
Ejemplo 30	0	0,0072	0,0053	0,0056	0,0057	0,0059
	0	0,008	0,006	0,0061	0,0062	0,0063
	0	0,0079	0,0064	0,0068	0,0068	0,0069
	0	0,0078	0,0065	0,0066	0,0067	0,0068
	Promedio	0,007725	0,00605	0,006275	0,00635	0,006475
Ejemplo 31	4	0,0074	0,0057	0,0063	0,0063	0,0063
	4	0,0079	0,0059	0,0061	0,0062	0,0063
	4	0,0078	0,0052	0,0057	0,0058	0,0059
	4	0,0075	0,0054	0,0051	0,0057	0,0058
	Promedio	0,00766	0,00555	0,0058	0,006	0,006075
Ejemplo 32	10	0,0069	0,0045	0,0048	0,0048	0,0049
	10	0,007	0,0046	0,0048	0,0048	0,0048
	10	0,0071	0,0046	0,0048	0,0049	0,0049
	10	0,007	0,0048	0,0049	0,005	0,005
	Promedio	0,007	0,004625	0,004825	0,004875	0,0049
1 pulgada = 2,54 cm						
1 psig = 69 Pa						

35

TABLA 12

40

45

50

55

60

65

Ejemplo No. (Unidades)	Calandrado (psig)	Esesor no comprimido	Esesor tras compresión	Esesor tras 10 min.	Esesor tras 50 min.	Esesor tras 100 min.
Ejemplo 33	0	0,014	0,0108	0,0111	0,0117	0,0118
	0	0,014	0,0115	0,012	0,0121	0,0121
	0	0,0141	0,011	0,0112	0,0115	0,0117
	0	0,0139	0,0108	0,0109	0,011	0,0111
	promedio	0,014	0,011025	0,0113	0,011575	0,011675
Ejemplo 34	4	0,0141	0,0089	0,0092	0,0098	0,0099
	4	0,014	0,0092	0,0098	0,0101	0,0102
	4	0,0142	0,0092	0,0096	0,0099	0,01
	4	0,0141	0,0091	0,0097	0,0099	0,01
	promedio	0,0141	0,0091	0,009575	0,009925	0,010025
Ejemplo 35	8	0,0141	0,0079	0,0081	0,0082	0,0083
	8	0,0139	0,0079	0,0081	0,0083	0,0083
	8	0,014	0,0081	0,0083	0,0087	0,0088
	8	0,0139	0,0077	0,0079	0,008	0,008
	promedio	0,013975	0,0079	0,0081	0,0083	0,00835
1 pulgada = 2,54 cm						
1 psig = 69 Pa						

ES 2 267 304 T3

Ejemplos 36-39

En los ejemplos siguientes, se midieron en estado curado y no curado (es decir, después de secar completamente las láminas y después de que las láminas estuvieran semisecas) los espesores de un elemento laminar con un peso base de aproximadamente 20 libras/resma (33 g/m²) compuesta por un 100% de fibras recicladas de Ponderosa con agente de resistencia en húmedo Kymene en un 0,6% por peso de fibra. El agente de resistencia en húmedo Kymene permanece ligeramente sin curar tras únicamente 3 minutos a 250°F (121°C). Las láminas se sometieron a ciertos niveles de compresión, tal como se indica en las tablas 13 y 14. Los resultados mostrados para el ejemplo 36 en la tabla 13 corresponden a un elemento laminar calentado en un horno durante 3 minutos a 250°F (121°C). Los resultados mostrados para los ejemplos 37-39 en la tabla 14 corresponden a elementos laminares calentados durante 20 minutos a 250°F (121°C).

Tal como puede observarse en las tablas, las láminas que no están completamente curadas antes de la compresión exhiben un retorno elástico menor después de humedecerse que las láminas completamente curadas.

TABLA 13

Ejemplo No	Espesor en seco (no comprimido)	Espesor en seco (comprimido)	Espesor en húmedo (comprimido)
Ejemplo 36	0,0075	0,0044	0,0054
1 pulgada = 2,54 cm			

TABLA 14

Ejemplo No	Espesor en seco (no comprimido)	Espesor en seco (comprimido)	Espesor en húmedo (comprimido)
Ejemplo 37	0,0074	0,0041	0,0064
Ejemplo 38	0,0075	0,0047	0,0067
Ejemplo 39	0,0079	0,0041	0,0067
1 pulgada = 2,54 cm			

Ejemplos 40-47

En los ejemplos 40-47, se utilizaron la carga de pasta y las condiciones utilizadas en los ejemplos 36-39. Los ejemplos 40-43 de la tabla 15 muestran los resultados para un elemento laminar calentado en un horno durante 3 minutos a 250°F (121°C) y sometida posteriormente a diversas compresiones. El ejemplo 40 es un elemento laminar no comprimido. Los ejemplos 44-47 de la tabla 15 muestran los resultados para un elemento laminar calentado durante 20 minutos a 250°F (121°C) y sometido posteriormente a diversas compresiones. El ejemplo 44 es un elemento laminar no comprimido. Tal como indican los resultados, la capacidad de absorción de agua para las muestras curadas no se redujo sustancialmente a pesar de estar altamente comprimidas.

ES 2 267 304 T3

TABLA 15

Ejemplo No	Espesor (pulgadas)	Capacidad de absorción de agua (gramos)
Ejemplo 40	0,00717	1,56
Ejemplo 41	0,00663	1,41
Ejemplo 42	0,00660	1,14
Ejemplo 43	0,00513	1,09
Ejemplo 44	0,00790	1,40
Ejemplo 45	0,00590	1,51
Ejemplo 46	0,00513	1,51
Ejemplo 47	0,00407	1,34
1 pulgada = 2,54 cm		

A pesar de que las presentes láminas se han comprimido según la presente invención a efectos de reducir sus espesores en seco, las láminas exhiben un espesor en húmedo que retorna elásticamente al saturarse con agua. Además, y a pesar de estar comprimidas, las capacidades de absorción de agua de las láminas comprimidas no se han reducido sustancialmente, al contrario de lo que indican los conocimientos convencionales de la técnica.

Aunque se han descrito realizaciones preferentes de la invención utilizando términos, dispositivos y métodos específicos, dicha descripción es puramente ilustrativa. Los términos utilizados son descriptivos y no limitativos. Debe comprenderse que los técnicos en la materia pueden llevar a cabo cambios y variaciones sin apartarse del espíritu o el alcance de la presente invención, que se expone en las reivindicaciones adjuntas. Además, debe comprenderse que los aspectos de diversas realizaciones pueden intercambiarse total o parcialmente. En consecuencia, el alcance de las reivindicaciones adjuntas no debe limitarse a la descripción de las versiones preferentes contenidas en las mismas.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la formación de un elemento laminar a base de papel absorbente y comprimido que comprende:

10 (i) formación de un elemento laminar a base de papel no comprimido mediante un procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado, crepado fuerte en húmedo o crepado ligero en seco, en el que se incorpora al elemento laminar un agente de resistencia permanente o temporal en húmedo; y subsiguientemente

(ii) aplicación de una fuerza de compresión para reducir el grosor del elemento laminar a base de papel, siendo capaz dicho elemento laminar comprimido a base de papel de recuperar, como mínimo, el 70% de su espesor original al saturarse con agua;

15 **caracterizado** porque la fuerza de compresión reduce el grosor del elemento laminar a base de papel hasta entre un 50% y un 90% de su espesor original.

20 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (i), el elemento laminar a base de papel no comprimido se forma mediante un procedimiento de secado por circulación transversal de aire sin crepado.

3. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que, en la etapa (i), se incorpora al elemento laminar un agente de resistencia permanente en húmedo.

25 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se añade el agente de resistencia en húmedo a fibras de pasta, en una cantidad de, como mínimo, 0,1% en peso seco con respecto al peso en seco de las fibras de pasta.

30 5. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento laminar comprimido a base de papel es capaz de recuperar, como mínimo, el 80% de su espesor original al saturarse con agua.

6. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento laminar comprimido a base de papel tiene una capacidad de absorción de agua que es, como mínimo, el 70% de la capacidad de absorción de agua del elemento laminar a base de papel no comprimido.

35 7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento laminar a base de papel comprende fibras seleccionadas de entre fibras de pasta de madera, mezclas de fibras de pasta de madera con fibras sintéticas, o fibras de lino, algodóncillo, abacá, cáñamo o algodón.

40 8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuerza de compresión se aplica por calandrado en caliente o por vapor.

45 9. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el peso base del elemento laminar a base de papel está comprendido entre 25,8 y 30,8 g/m² (entre 15,5 y 18,5 libras/resma), y la fuerza de compresión reduce el grosor del elemento laminar a base de papel hasta un espesor comprendido entre 0,168 y 0,254 mm (entre 0,0066 y 0,01 pulgadas).

50

55

60

65