



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 011**

51 Int. Cl.:
B31F 1/12 (2006.01)
D21H 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **03252468 .8**
86 Fecha de presentación : **17.04.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1356923**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2003**

54 Título: **Productos tisúes y para toallas crespados que incluyen fibras tubulares muy gruesas ricas en lignina y métodos para obtenerlos.**

30 Prioridad: **23.04.2002 US 374705 P**
02.04.2003 US 405874

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

73 Titular/es: **Fort James Corporation**
133 Peachtree Street, N.E.
Atlanta, Georgia 30303, US

72 Inventor/es: **Awofeso, Anthony O.;**
Yeh, Kang C.;
Reeb, Ronald R.;
Chou, Henry y
Janda, Bruce W.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 276 011 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

Productos tisúes y para toallas crespados que incluyen fibras tubulares muy gruesas ricas en lignina y métodos para obtenerlos.

Campo técnico

La presente invención se refiere generalmente a productos tisúes y para toallas, crespados, preparados con una cuchilla ondulada de crespado y que incluyen fibras tubulares de peso unitario alto, como fibras de alto rendimiento ricas en lignina. En una realización preferida, los productos se fabrican a partir de pasta que incorpora por lo menos 15% de pasta quimicotermodomecánica blanqueada (BCTMP).

Antecedentes

El uso de fibras celulósicas recicladas para fabricar productos tisúes y para toallas es cada vez más deseable debido a los crecientes costes de las fibras vírgenes, especialmente en instalaciones que usan volúmenes grandes de productos absorbentes. Los productos fabricados a partir de fibras recicladas tienden a ser relativamente rígidos, tienen resistencias a la tracción relativamente altas y volúmenes específicos relativamente bajos, lo cual origina malas propiedades de absorción de agua. Además, estos productos tienden a tener relaciones relativamente bajas de resistencia en húmedo/resistencia en seco. Se han empleado diversos métodos para incrementar el volumen específico y la suavidad de productos fabricados a partir de fibras recicladas, incluidos el uso de suavizantes, desligantes, etc., así como de fibras anfractuosas y/o nuevas técnicas de fabricación, algunas de las cuales requieren inversiones significativas de capital y no pueden ser adaptadas fácilmente a las instalaciones existentes de producción, como máquinas convencionales con prensas húmedas y secadores Yankee.

En la patente US-A-5.607.551, concedida a Farrington Jr. *et al.*, se describen tisúes secados con circulación de aire caliente fabricados sin usar un secador Yankee. Las funciones típicas del secador Yankee de producir el alargamiento en la dirección longitudinal y en la dirección transversal son reemplazadas por una transferencia rápida en la parte húmeda y por el diseño del fieltro del secador con circulación de aire caliente, respectivamente. De acuerdo con esta patente, es particularmente ventajoso formar el tisú, por lo menos en una capa, con fibras tratadas químico-mecánicamente. Se dice que los tisúes resultantes tienen volumen específico alto y rigidez baja. Las fibras citadas en el proceso de Farrington Jr. *et al.* incluyen fibras vírgenes de coníferas y frondosas así como fibras secundarias o recicladas (columna 4, líneas 28-31). En esta patente se describe también incorporar fibras con alto contenido de lignina, como fibras de pasta mecánica, pasta termomecánica, pasta quimicomecánica y pasta quimicotermodomecánica blanqueada. Generalmente, estas pastas tienen contenidos de lignina de aproximadamente 15 por ciento o más mientras que las pastas químicas (kraft y al bisulfito) son pastas de bajo rendimiento que tienen un contenido de lignina de aproximadamente 5 por ciento o menos. Las fibras con alto contenido de lignina se someten a un tratamiento dispersante en un dispersador para introducir ondulación en las fibras. La temperatura de la suspensión de fibras durante la dispersión puede ser aproximadamente 60°C o más, preferiblemente aproximadamente 65,5°C o más y más preferiblemente 99°C o más. El límite superior de la temperatura viene dictado por el hecho de si el aparato está o no presurizado puesto que las suspensiones acuosas de fibras en un aparato que funciona a la presión atmosférica no pueden ser calentadas por encima del punto de ebullición del agua. Lo que es más interesante, se cree que el grado de permanencia de la ondulación depende mucho de la cantidad de lignina en las fibras que se someten al proceso de dispersión, obteniéndose los mayores efectos con fibras que tienen mayor contenido de lignina (columna 5, líneas 43 y siguientes). En las patentes US-A-6.254.715 concedida a Lau *et al.* y US-A-6.074.527 concedida a Hsu *et al.* se describen fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario (peso por unidad de longitud) alto. Véanse también las patentes US-A-6.287.422, 6.162.961, 5.932.068, 5.772.845 y 5.656.132. El proceso de secado con circulación de aire y sin crespado descrito en la patente 5.607.551 requiere una inversión de capital relativamente alta y es costosa de funcionamiento puesto que el desgotado térmico de la hoja continua requiere mucha energía y es sensible a la composición de fibras.

Se ha conseguido considerable éxito comercial en relación con la patente US-A-5.690.788, concedida a Marinack *et al.* De acuerdo con esta patente se proporcionan tisúes ondulados biaxialmente de una sola capa y de varias capas, toallas de una sola capa y de varias capas, servilletas de una sola capa y de varias capas y otros productos para la higiene y cuidado personal así como nuevas cuchillas de crespado y nuevos procesos para la fabricación de dichos productos. Hablando en general, de acuerdo con esta patente se proporciona una cuchilla de crespado provista de una superficie ondulada inclinada que tiene dientes sinusoidales en la superficie inclinada de la cuchilla. La cuchilla ondulada de crespado tiene una multiplicidad de secciones dentadas alternas de altura uniforme o una multiplicidad de conjuntos de dientes que tienen altura no uniforme. La cuchilla imparte a la banda continua crespada una estructura ondulada biaxialmente de modo que el producto exhibe mayor capacidad de absorción de agua y mayor suavidad con una diversidad de pastas. Se describen específicamente fibras convencionales, como fibras de pastas de frondosas y coníferas, recicladas, de pastas mecánicas (incluidas pastas termomecánicas y quimicotermodomecánicas), anfractuosas y combinaciones de las mismas (columna 20, líneas 41 y siguientes). En el ejemplo 20 de esta patente se indica las mejores propiedades obtenidas cuando se usa una cuchilla ondulada en la fabricación de papeles para toallas que incluyen hasta 30 por ciento de fibras anfractuosas. El aditivo para conseguir un volumen específico alto (HBA) es una pasta kraft de coníferas, disponible comercialmente de Weyerhaeuser Corporation, que se hace anfractuosa tratando física y químicamente la pasta de modo que las fibras tienen rizos y ondulaciones permanentes. La inclusión de fibras HBA en la hoja base sirve para mejorar el volumen específico y la capacidad de absorción de agua de la hoja. Una ventaja significativa de la invención de esta patente con respecto a otras técnicas avanzadas de fabricación es que

ES 2 276 011 T3

puede ser puesta en práctica con una inversión de capital relativamente baja y es compatible con procesos que emplean desgoteado mecánico.

La patente EP-A-0707945 describe una hoja celulósica absorbente crespada, preparada por medio de un proceso que comprende aplicar una banda continua desgoteada a un cilindro giratorio calentado y crespas la citada banda continua con una cuchilla ondulada de crespado en el citado cilindro giratorio calentado.

A pesar de los muchos avances en la técnica, todavía subsiste la necesidad de mejoras adicionales en productos que incorporan fibras celulósicas, como fibras recicladas, especialmente mejoras que sean económicas en cuanto a capital requerido y costes de fabricación. De acuerdo con la presente invención se ha encontrado que hay una sinergia sorprendente entre el uso de una cuchilla ondulada de crespado y la incorporación de ciertas fibras de alto rendimiento en la hoja continua, como se describirá en la presente memoria.

Resumen de la invención

En un aspecto de la presente invención, se proporciona una hoja celulósica absorbente crespada que incorpora fibras de peso unitario alto, generalmente tubulares y ricas en lignina, preparada por medio de un proceso que incluye aplicar una banda continua desgoteada a un cilindro rotativo calentado y crespas la banda continua con una cuchilla ondulada de crespado en el citado cilindro giratorio calentado, en la que el contenido de fibras ricas en lignina, de peso unitario alto y generalmente tubulares en la citada hoja celulósica crespada es por lo menos 15% en peso basado en el peso de fibras celulósicas de la citada hoja y en la que las citadas fibras ricas en lignina, de peso unitario alto y generalmente tubulares tienen una longitud media de por lo menos 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m. Típicamente, las fibras de peso unitario alto, generalmente tubulares y ricas en lignina tienen una longitud media de 2,2 a 3 mm.

Las fibras adecuadas de peso unitario alto, generalmente tubulares y ricas en lignina incluyen fibras de pastas termomecánicas (TMP), pastas quimicotermomecánicas (CTMP) y pastas quimicotermomecánicas blanqueadas (BCTMP). También se pueden utilizar, de acuerdo con la presente invención, pastas mecánicas fabricadas con peróxidos alcalinos, denominadas a veces "APMP" o simplemente "AMP". Las pastas ricas en lignina tienen generalmente un contenido de lignina mayor que 5%, típicamente mayor que 10% en peso y convenientemente de 20% o más en peso, basado en el peso de la pasta. En la presente memoria y reivindicaciones, el término "longitud media de fibras" se refiere a la longitud media ponderada en peso de las fibras.

Un producto especialmente preferido de la invención es una hoja celulósica absorbente que consiste predominantemente en fibras celulósicas recicladas que incorporan por lo menos 15% en peso de fibras ricas en lignina, de peso unitario alto y generalmente tubulares, preparada mediante un proceso que comprende aplicar una hoja continua desgoteada a un cilindro giratorio calentado y crespas la citada hoja continua con una cuchilla ondulada de crespado en el citado cilindro giratorio calentado.

Los productos de la invención pueden ser productos de una sola capa o de varias capas, por ejemplo, papel para toallas de dos capas fabricado de acuerdo con la invención. El producto se puede fabricar por medio de un proceso de crespado en seco en el que la consistencia después del crespado es 95 por ciento o por medio de un proceso de crespado en húmedo como se discutirá más adelante en la presente memoria.

Un proceso de crespado en húmedo para fabricar una hoja absorbente de la invención incluye las etapas de: (a) preparar una suspensión acuosa de fibras celulósicas en las que por lo menos el 15% en peso de las fibras, basado en el peso de fibras celulósicas de la suspensión, son fibras ricas en lignina y de peso unitario alto que tienen una configuración generalmente tubular así como una longitud media de por lo menos 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m; (b) depositar la suspensión acuosa de fibras sobre un soporte foraminoso; (c) desgotar la suspensión para formar una banda continua; (d) aplicar la banda continua desgoteada a un cilindro giratorio calentado y secar la banda continua hasta una consistencia mayor que 30% y menor que 90%; (e) crespas la banda continua en el cilindro calentado, a una consistencia mayor que 30% y menor que 90%, con una cuchilla de crespado provista de una superficie de crespado ondulada destinada a contactar con el cilindro; y (f) secar la banda continua después del crespado en el cilindro calentado, para formar la hoja absorbente. En realizaciones preferidas, la capacidad de absorción de agua (WAC) de la hoja de la presente invención es por lo menos 5% mayor que la de una hoja similar o equivalente preparada sin usar una cuchilla ondulada de crespado o por lo menos 5% mayor que la de una hoja fabricada sin fibras tubulares de peso unitario alto y crespada con una cuchilla de crespado equivalente. Igualmente, lo más preferiblemente el espesor de la hoja de la invención es por lo menos 7,5% mayor que el de una hoja similar o equivalente preparada sin usar una cuchilla ondulada de crespado o por lo menos 5% mayor que el de una hoja fabricada sin fibras tubulares de peso unitario alto y crespada con una cuchilla ondulada de crespado equivalente. Se pueden observar diferencias aún más notables en la velocidad de absorción de agua (WAR), definida más adelante en la presente memoria, que disminuye notablemente en realizaciones preferidas. La WAR (segundos) de la hoja de la presente invención puede ser por lo menos 10% menor que la de una hoja similar o equivalente preparada sin usar una cuchilla ondulada de crespado o por lo menos 10% menor que la una hoja similar o equivalente fabricada sin fibras tubulares de peso unitario alto. Estas diferencias son particularmente evidentes por las figuras 8, 9 y 10 discutidas más adelante.

ES 2 276 011 T3

Un proceso de crespado en seco para fabricar la hoja absorbente de la presente invención incluye: (a) preparar una suspensión acuosa de fibras celulósicas en las que por lo menos el 15% en peso de las fibras, basado en el peso de fibras celulósicas de la suspensión, son fibras ricas en lignina y de peso unitario alto que tienen una configuración generalmente tubular así como una longitud media de 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m; (b) depositar la suspensión de fibras acuosas sobre un soporte foraminoso; (c) desgotar la suspensión para formar una banda continua; (d) aplicar la banda continua desgotada a un cilindro giratorio calentado y secar la banda continua hasta una consistencia de 90% o más; y (e) crespado la banda continua en el cilindro calentado, a una consistencia de 90% o más, con una cuchilla de crespado provista de una superficie de crespado ondulada destinada a contactar con el cilindro. Por medio de este proceso, la hoja tiene también valores mayores de la WAC y del espesor y valores reducidos de la WAR, como se ha indicado anteriormente.

Realizaciones preferidas son evidentes por las reivindicaciones dependientes.

A continuación se describe en detalle lo anterior así como otros aspectos y ventajas de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describe en detalle la presente invención con referencia a las diversas figuras en las que números iguales designan partes similares y en las que:

la figura 1 es un diagrama esquemático de una máquina de fabricación de papel, útil para la práctica de la presente invención,

la figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra diversos ángulos característicos de un proceso de crespado,

las figuras 3A-3D son diagramas esquemáticos que ilustran la geometría de una cuchilla ondulada de crespado utilizada de acuerdo con la presente invención,

la figura 4 es un diagrama esquemático de una sección de secado por aire de choque, de una máquina de papel usada para secar una banda continua crespada en húmedo,

la figura 5 es un diagrama esquemático de una sección de secado con una batería de secadores, de una máquina de papel usada para secar una banda continua crespada en húmedo,

la figura 6 es una vista esquemática de un producto ondulado biaxialmente preparado de acuerdo con la presente invención,

la figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un modelo de gofrado que se puede utilizar en relación con productos de la presente invención,

la figura 8 es una gráfica de la capacidad de absorción de agua en función del contenido de BCTMP para diversos productos fabricados usando un proceso de crespado en húmedo,

la figura 9 es una gráfica del espesor en función del contenido de BCTM para diversos productos crespados en húmedo,

la figura 10 es una gráfica de la velocidad de absorción de agua en función del contenido de BCTM para diversos productos crespados en húmedo,

la figura 11A es una fotomicrografía en sección transversal obtenida con un microscopio óptico de 50 aumentos que muestra la desestratificación de un producto crespado que no contiene fibras tubulares de peso unitario alto,

la figura 11B es una fotomicrografía en sección transversal obtenida con un microscopio óptico de 50 aumentos que muestra la desestratificación de un producto crespado que contiene 40% de fibras ricas en lignina, generalmente tubulares y de peso unitario alto,

la figura 11C es una micrografía obtenida con un microscopio electrónico de exploración (SEM) (de 400 aumentos) que ilustra la estructura generalmente tubular de fibras de peso unitario alto de la presente invención cuando se han transformado en una hoja hecha a mano,

la figura 11D es una micrografía obtenida con un microscopio electrónico de exploración (SEM) (de 400 aumentos) que ilustra la estructura generalmente acintada de fibras convencionales cuando se han transformado en una hoja hecha a mano,

la figura 12 es un gráfico de barras que ilustra la velocidad de absorción de agua para diversos productos crespados en húmedo,

la figura 13 es un gráfico de barras que ilustra la densidad aparente de diversos productos crespados en húmedo,

ES 2 276 011 T3

la figura 14 es un gráfico de barras que ilustra la valoración global de diversos productos hecha por consumidores, y

la figura 15 es una gráfica de la capacidad de absorción de agua en función de la resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal de productos de la invención y de diversos productos existentes.

Descripción detallada

En general, la presente invención se refiere a una hoja celulósica absorbente crespada que incorpora 15 a 40% en peso, basado en el peso de fibras celulósicas de la hoja, de fibras celulósicas generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto, preparada por medio de un proceso que comprende aplicar una banda continua desgutada a un cilindro giratorio calentado y crespas la banda continua con una cuchilla ondulada de crespado en el citado cilindro giratorio calentado. Cuando se usan fibras celulósicas generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto, estas fibras comprenden típicamente por lo menos 10% y preferiblemente por lo menos 15% de lignina, basado en el peso de las fibras celulósicas ricas en lignina. En realizaciones preferidas, las fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto comprenden 15 a 25% en peso de lignina, basado en el peso de las fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto de la hoja. Las fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto tienen típicamente una longitud media de por lo menos 2,25 mm y usualmente de 2,25 a 2,75 mm así como un peso unitario de 20-30 mg/100 m.

Las fibras adecuadas generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto incluyen fibras seleccionadas del grupo formado por fibras de APMP, TMP, CTMP, BCTMP y mezclas de las mismas. La hoja puede ser una hoja absorbente gofrada y, en algunas realizaciones, una hoja gofrada perforada. Estas fibras están presentes típicamente en una cantidad de 20 a 40% en peso. Las fibras de BCTMP son particularmente adecuadas para muchos productos y pueden tener un contenido de lignina de por lo menos 15%, de por lo menos 20% o de por lo menos 25% en peso. Se puede emplear una BTCMP con un contenido de lignina de 25-35%.

En muchas realizaciones preferidas las fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto se derivan de maderas coníferas y pueden ser de APMP, TMP, CTMP o BCTMP.

La hoja puede estar gofrada con una pluralidad de figuras ovales que tienen su eje mayor en la dirección transversal de la hoja y puede ser un papel para toallas de una sola capa, crespado en húmedo y que tiene un gramaje de 29 ó 32 a 57 gramos por metro cuadrado. Si se desea, el gofrado puede ser un gofrado perforado. En estos productos es típica una resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal mayor que 66 g/cm, preferiblemente mayor que 92 g/cm, y una capacidad de absorción de agua mayor que 170 g/m². La hoja tiene preferiblemente una relación de resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal de por lo menos 20% y más preferiblemente de por lo menos 25 ó 30%. La velocidad de absorción de agua (WAR) es preferiblemente menor que 25 segundos y más preferiblemente menor que 15 segundos.

Los productos gofrados preferidos incluyen productos gofrados perforados con un índice de transluminancia (definida más adelante) de por lo menos 1,005. Se prefiere una relación de resistencia a la tracción en seco en la dirección longitudinal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal menor que 2 y más preferiblemente menor que 1,5.

La hoja se caracteriza por una estructura reticulada ondulada biaxialmente con 1,5 a 20 ondulaciones por centímetro en la dirección longitudinal y 3 a 60 barras crespadas en la dirección transversal. Es típica una cantidad de 3 a 8 ondulaciones por centímetro en la dirección longitudinal.

La hoja se puede preparar por medio de un proceso de crespado en húmedo de fabricar una hoja absorbente, proceso que comprende las etapas de: (a) preparar una suspensión acuosa de fibras celulósicas que comprende fibras de peso unitario alto, generalmente tubulares y preferiblemente ricas en lignina, (b) depositar la suspensión acuosa de fibras sobre un soporte foraminoso, (c) desgutar la suspensión para formar una banda continua, (d) aplicar la banda continua desgutada a un cilindro giratorio calentado y secar la banda continua hasta una consistencia mayor que 30% y menor que 90%, (e) crespas la banda continua en el cilindro calentado, a una consistencia mayor que 30% y menor que 90%, con una cuchilla de crespado provista de una superficie de crespado ondulada destinada a contactar con el cilindro y (f) secar la banda continua después del crespado en el cilindro calentado, para formar la hoja absorbente. La banda continua se seca, antes del crespado en el cilindro giratorio calentado, típicamente hasta una consistencia de 40 a 80% y preferiblemente hasta una consistencia mayor que 50% y menor que 75%. La cuchilla de crespado va provista ventajosamente de 1,5 a 20 dientes por centímetro y, en la mayoría de los casos, va provista típicamente de 3 a 8 dientes por centímetro. Los dientes de la cuchilla tienen generalmente una altura de 127 a 1.270 μm y típicamente de 381 a 1.016 μm . En algunas realizaciones se prefiere una altura de dientes de 635 a 889 μm .

Otro proceso que se puede emplear es un proceso de crespado en seco que no requiere un secador después del crespado. En este proceso, antes del crespado la banda continua se seca hasta una consistencia mayor que 90%, preferiblemente mayor que 95%, en un secador Yankee.

Un producto particularmente preferido es de fibras predominantemente recicladas (más del 50% en peso, basado en el peso de fibras celulósicas de la hoja) mezcladas con por lo menos 15% en peso de fibras celulósicas de alto

ES 2 276 011 T3

rendimiento ricas en lignina. Si se desea, en la hoja se puede incorporar por lo menos 60, 75 u 80% de fibras recicladas. A continuación se describen características y realizaciones específicas de la presente invención.

Métodos de ensayo, fibras y definiciones

5

Salvo que se indique lo contrario, en la presente memoria se usan los siguientes métodos de ensayo, descripciones de material y definiciones.

Capacidad de absorción de agua (WAC)

10

La capacidad de absorción de agua de los productos de la presente invención se mide con un simple medidor de absorción de agua. El medidor de absorción de agua es un aparato particularmente útil para medir las propiedades de hidrofiliía y absorción de agua de una muestra de tisú, servilleta o toalla. En este ensayo, se monta una muestra de tisú, servilleta o toalla de 5 cm de diámetro entre una tapa plana superior de plástico y una placa inferior ranurada. El disco de tisú, servilleta o toalla se mantiene en su posición por una brida circular de 3 mm de ancho. La muestra no es comprimida por el sujetamuestras. Se introduce agua desionizada a 23°C en la muestra por el centro de la placa inferior por medio de un conducto de 1 mm de diámetro. Este agua está a una presión hidrostática de -5 mm. Se inicia la circulación por un impulso introducido al inicio de la medición por el mecanismo del instrumento.

15

20

El agua es embebida radialmente por la muestra de tisú, servilleta o toalla por acción capilar desde el punto central de entrada hacia la periferia.

25

Cuando la velocidad de absorción de agua disminuye por debajo de 0,005 gramos de agua por 5 segundos, se termina el ensayo. Se pesa la cantidad de agua salida del depósito y absorbida por la muestra y el resultado se expresa en gramos de agua por metro cuadrado de muestra.

30

En la práctica se usa un sistema gravimétrico de ensayo de absorción de agua de M/K Systems Inc. Este es un sistema comercial obtenible de M/K Systems Inc., 12 Garden Street, Danvers, Mass., 01923. La capacidad de absorción de agua (WAC) se determina realmente por el propio instrumento. La WAC se define como el punto en el que la gráfica de peso en función del tiempo tiene una pendiente "cero", esto es, el punto en el que la muestra ha dejado de absorber agua. El criterio de terminación de un ensayo se expresa como cambio máximo del peso de agua absorbida en un período fijo de tiempo. Esto es básicamente una estimación de pendiente cero en la gráfica de peso en función del tiempo. El programa usa un cambio de 0,005 g en un intervalo de tiempo de 5 segundos como criterio de terminación.

35

Velocidad de absorción de agua (WAR)

40

La velocidad de absorción de agua (WAR) se mide en segundos y es el tiempo que necesita una muestra para absorber una gotita de 0,1 gramos de agua dispuesta sobre su superficie por medio de una jeringa automatizada. Preferiblemente las muestras de ensayo se acondicionan a 23±1°C y 50% de humedad relativa. De cada papel a ensayar se preparan cuatro muestras de 7,62 x 7,62 cm. Cada muestra se coloca en un sujetamuestras de modo que una lámpara de alta intensidad está dirigida hacia la muestra. Sobre la superficie de la muestra se depositan 0,1 ml de agua y se pone en marcha un cronómetro. Cuando el agua es absorbida, lo cual viene indicado por la falta de reflexión de luz desde la gota, se para el cronómetro y se anota el tiempo con una precisión de 0,1 segundos. Se repite el procedimiento con cada muestra y se hace la media de los resultados.

45

Resistencia a la tracción en seco

50

La resistencia a la tracción en seco (en las direcciones longitudinal y transversal) (MD y CD) se miden con un dispositivo de ensayo Instron estándar que puede estar configurado de diversas maneras, usando tiras de 7,62 cm de papel tisú o para toallas, acondicionadas a 23°C y 50% de humedad relativa, funcionando el medidor de tracción a una velocidad de la cruceta de 5,08 cm/min. A veces, en la presente memoria la resistencia a la tracción se expresa como longitud de rotura (km).

55

Resistencia a la tracción en húmedo

60

Siguiendo en general el procedimiento de la resistencia a la tracción en seco, se mide la resistencia a la tracción en húmedo secando primero las muestras a 100°C y aplicando después una banda de agua de 3,81 cm a lo ancho de la muestra con un dispositivo de esponja Payne antes de medir la tracción. Alternativamente, también se pueden emplear métodos que usan una copa Finch.

La relación de resistencia a la tracción en húmedo a resistencia a la tracción en seco es simplemente la relación entre los valores determinados por medio de los métodos antes citados.

65

ES 2 276 011 T3

Índice de volumen de huecos

El “índice de volumen de huecos” se determina saturando una hoja con un líquido no polar y midiendo la cantidad de líquido absorbido. El volumen de líquido absorbido es equivalente al volumen de huecos presentes en la estructura de la hoja. El porcentaje de incremento de peso (ΔP) se expresa como gramos de líquido absorbido por gramo de fibras de la estructura de la hoja, multiplicado por 100. Más específicamente, de cada producto de una sola capa a ensayar se seleccionan 8 hojas y se cortan en cuadrados de 2,54 cm de lado en la dirección longitudinal y 2,54 cm de lado en la dirección transversal. En muestras de productos de varias capas, se mide cada capa como entidad independiente. Las muestras de varias capas se deben separar en capas individuales y, en el ensayo, se deben usar 8 hojas de cada capa. Se pesa y anota el peso seco de cada muestra de ensayo con una precisión de 0,0001 gramos. Se coloca la muestra en un disco que contiene líquido POROFIL[®] que tiene una densidad de 1,875 gramos por centímetro cúbico, disponible de Coulter Electronics Ltd., Northwell Drive, Luton, Bedfordshire, Inglaterra (pieza número 9902458). Después de 10 segundos, se agarra la muestra muy en el borde (1-2 mm) de una esquina con unas pinzas y se retira del líquido. Se mantiene la muestra con la esquina arriba y se deja gotear el exceso de líquido durante 30 segundos. Se golpea ligeramente (menos de medio segundo de contacto) la esquina inferior de la muestra sobre papel de filtro número 4 (Whatman Ltd., Maidstone, Inglaterra) para eliminar cualquier exceso de la última gota parcial. Se pesa inmediatamente la muestra, en 10 segundos, con una precisión de 0,0001 gramos. El ΔP de cada muestra, expresado como gramos de POROFIL por gramo de fibra, se calcula por la siguiente fórmula

$$\Delta P (\%) = [(W_2 - W_1)/W_1] \times 100$$

en la que:

W_1 es el peso seco de la muestra en gramos, y

W_2 es el peso húmedo de la muestra en gramos.

Se determina como se ha descrito anteriormente el ΔP de las ocho muestras individuales y la media de las ocho muestras es el valor del ΔP de la muestra.

El índice del volumen de huecos se calcula dividiendo el ΔP por 1,9 (densidad del fluido) y expresando su valor como porcentaje.

Contenido de lignina

El contenido de lignina se mide por el método TAPPI T222-98 (lignina insoluble en ácidos). En este método, los hidratos de carbono de la madera y pasta son hidrolizados y solubilizados por ácido sulfúrico. La lignina insoluble en el ácido se filtra, seca y pesa.

Longitud y peso unitario de las fibras

La longitud y el peso unitario de las fibras se pueden medir usando un instrumento medidor de fibras, como el analizador Kajaani FS-200, disponible de Valmet Automation, Norcross, Georgia, o un OPTTEST FQA. Para las mediciones de la longitud de las fibras, se puede preparar en un vaso una suspensión diluida (aproximadamente de 0,5 a 0,6%) de las fibras cuya longitud se ha de medir y hacer funcionar el instrumento de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante. El intervalo de longitudes de las fibras se fija entre un valor mínimo del instrumento, por ejemplo 0,07 mm, y un valor máximo, por ejemplo 7,2 mm. Las fibras que tienen longitudes fuera del intervalo seleccionado se excluyen.

Se pueden calcular y expresar tres longitudes medias de fibras. La longitud media aritmética es la suma del producto del número de fibras medidas y la longitud de cada fibra, dividido por la suma del número de fibras medidas. La longitud media ponderada en longitud se define como la suma del producto del número de fibras medidas y la longitud de cada fibra elevada al cuadrado, dividido por la suma del producto del número de fibras medidas y la longitud de cada fibra. La longitud media ponderada en peso se define como la suma del producto del número de fibras medidas y la longitud de cada fibra elevada al cubo, dividido por la suma del producto del número de fibras y la longitud de cada fibra elevada al cuadrado. En la presente memoria y en las reivindicaciones, la longitud media ponderada en peso se denomina “longitud media de las fibras”, longitud de las fibras, etc.

El peso unitario de las fibras es el peso de las fibras de una muestra por una longitud dada y usualmente se expresa como miligramos por 100 metros (mg/100 m). El peso unitario de las fibras de una muestra se mide en una muestra de pasta o papel que ha sido secada y después acondicionada, por ejemplo, a 23°C y 50% de humedad relativa durante por lo menos cuatro horas. Las fibras usadas en la medición del peso unitario se separan de la muestra usando pinzas para evitar contaminación. El peso de fibras que se elige para la determinación del peso unitario depende de la fracción estimada de pasta de frondosas y de pasta de coníferas de la muestra y varía de 3 mg en el caso de una muestra exclusivamente de pasta de frondosas a 14 mg en el caso de una muestra compuesta totalmente de pasta de coníferas. La porción de la muestra a usar en la medición del peso unitario se pesa con una precisión de 0,00001 gramos y

ES 2 276 011 T3

después se suspende en agua. Para asegurar que se obtiene una suspensión uniforme de fibras y que se han dispersado todos los haces de fibras, para dispensar las fibras se puede usar un instrumento como el Soniprep 150, disponible de Sanyo Gallenkamp, Uxbridge, Middlesex, Reino Unido. Después de la dispersión, se transfiere la muestra de fibras a un vaso teniendo cuidado de asegurarse de que se transfiere toda la muestra. Se introduce después el vaso en el
5 analizador. Se introduce en el analizador el peso seco de pasta usada en la medición, que se calcula multiplicando el peso obtenido anteriormente por 0,93 para compensar la humedad de las fibras, y se determina el peso unitario usando el procedimiento recomendado por el fabricante.

Espesor

10 Salvo que se indique lo contrario, los espesores usados en la presente memoria son espesores de 8 hojas. Los hojas se apilan una encima de otra y se mide el espesor aproximadamente en la porción central de la pila de hojas. Preferiblemente las muestras de ensayo se acondicionan en una atmósfera a $23\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ y 50% de humedad relativa durante por lo menos 2 horas y después se mide el espesor con un medidor de espesor Twing-Albert modelo 89-II-
15 JR o Progage Electronic, con un yunque de 50,8 mm de diámetro, peso muerto de 539 ± 10 gramos y velocidad de descenso de 5,87 mm/s. En el ensayo de productos acabados, cada hoja de producto a ensayar debe tener el mismo número de capas que el producto que se comercializa. Se seleccionan y apilan ocho hojas una encima de otra. En el ensayo de servilletas, se deben desplegar totalmente las servilletas antes del ensayo. En el ensayo de hojas
20 tomadas de la bobinadora, cada hoja a ensayar debe tener el mismo número de capas que la producida de la bobinadora. Se seleccionan y apilan ocho hojas una encima de otra. En el ensayo de hojas tomadas de una bobina de la máquina de papel, se deben usar hojas de una sola capa. Se seleccionan y apilan ocho hojas una encima de otra.

En el caso de producto gofrado o impreso, se debe evitar en lo posible hacer mediciones en las zonas gofradas o
25 impresas.

Transluminancia

Una banda continua gofrada perforada que se coloca sobre un foco de luz exhibirá puntos de luz transmitida cuando
30 aquélla se observa a un ángulo bajo y desde ciertas direcciones. La dirección en la que la muestra debe ser observada para ver la luz, por ejemplo, dirección longitudinal o dirección transversal, depende de la orientación de los elementos de gofrado. Los elementos de gofrado orientados en la dirección longitudinal tienden a generar roturas que son mayores en la dirección longitudinal de la banda continua y que pueden ser vistas principalmente cuando se observa la banda
35 continua en la dirección transversal. Por otro lado, los elementos de gofrado orientados en la dirección transversal tienden a generar roturas en la dirección transversal de la banda continua que pueden ser vistas principalmente cuando la banda continua se observa en la dirección longitudinal. El aparato de ensayo de la transluminancia consiste en una pieza de un tubo cilíndrico de aproximadamente 21,6 cm de longitud cortada a un ángulo de 28° . La superficie interior del tubo es plana pintada de negro para minimizar el ruido de reflexión en las lecturas. La luz transmitida a través de la propia banda continua, y no a través de una rotura, es un ejemplo de un foco de luz no deseado que puede
40 contribuir a ruido de transluminancia que puede originar que bandas continuas gofradas no perforadas tengan índices de transluminancia superiores a 1,0 pero típicamente inferiores a 0,05 puntos. Un detector, acoplado al extremo no angulado del tubo, mide la transluminancia de la muestra. Una mesa luminosa que tiene una superficie de vidrio traslúcido es el foco de luz.

45 El ensayo se realiza colocando la muestra en la orientación deseada sobre la mesa luminosa. El detector se coloca encima de la muestra con el eje largo del tubo alineado con el eje de la muestra que se ha de medir, en la dirección longitudinal o en la dirección transversal, y se realiza la lectura en un iluminómetro digital. Se gira la muestra 90° y se repite el procedimiento. Esto se hace dos veces más hasta medir las cuatro vistas, dos en la dirección longitudinal y dos en la dirección transversal. Para reducir la variabilidad, las cuatro mediciones se realizan sobre la misma zona de
50 la muestra y ésta se coloca siempre en la misma posición sobre la mesa luminosa. Para evaluar el índice de transluminancia, se suman las dos lecturas en la dirección longitudinal y se divide la suma por las dos lecturas en la dirección transversal.

Un índice transluminancia mayor que 1,000 indica que la mayoría de las perforaciones están en la dirección
55 transversal. Con rodillos de gofrado que tienen elementos en la dirección transversal, la mayoría de las perforaciones están en la dirección transversal. Y en bandas continuas perforadas en la dirección longitudinal la mayoría de las perforaciones están en la dirección longitudinal. Así, el índice de transluminancia puede proporcionar un método fácil para indicar la orientación predominante de las perforaciones de una banda continua.

Fibras

Los términos “fibroso”, “suspensión de fibras”, “suspensión acuosa de fibras” y términos similares incluyen todas las suspensiones y fibras que forman hojas absorbentes de papel. El término “celulósico” incluye cualquier fibra
65 papeleras que tenga celulosa como constituyente principal. El término “fibras papeleras” incluye fibras celulósicas de pastas vírgenes o recicladas o mezclas de fibras que comprenden fibras celulósicas. Fibras adecuadas para fabricar las bandas continuas de esta invención incluyen: fibras procedentes de materias distintas de la madera, como fibras de algodón o de derivados de algodón, abacá, *Hibiscus cannabinus*, *Ischaemum angustifolium*, lino, esparto, paja, yute, cáñamo, bagazo, seda vegetal y hojas de ananás; y fibras obtenidas de árboles de especies coníferas y frondosas,

ES 2 276 011 T3

incluidas fibras de coníferas (como fibras kraft de coníferas del norte y del sur), fibras de frondosas (como fibras de eucalipto, arce, abedul, álamo), etc. Las fibras papeleras pueden ser liberadas de su materia prima por uno cualquiera de una serie de procesos químicos familiares a los expertos en la técnica, incluidos los procesos al sulfato, bisulfito, polisulfuro, sosa, etc. Si se desea, la pasta puede ser blanqueada por medios químicos que incluyen el uso de cloro, dióxido de cloro, oxígeno, etc.

Como se ha descrito anteriormente, los productos de la presente invención comprenden una mezcla de fibras convencionales (derivadas de pastas vírgenes o de pastas recicladas) y fibras tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto.

También se consiguen fibras convencionales para uso de acuerdo con la presente invención reciclando productos papeleros antes y después de su consumo. Se pueden obtener fibras, por ejemplo, de recortes de imprentas (incluidos de papel estucado y de libros) y papel ya usado (incluido papel de oficina y papel de periódicos). Los diversos papeles recogidos pueden ser reciclados usando medios comunes en la industria de papeles reciclados. En la presente memoria, el término “fibras recicladas o secundarias” incluye fibras y pastas que se han transformado en una banda continua y aislado de nuevo de su banda continua matriz por medios físicos, químicos o mecánicos. Los papeles pueden ser separados y clasificados antes de ser transformados en pasta en desintegradores convencionales de consistencia alta, media y baja. En los desintegradores los papeles se mezclan con agua y se agitan para liberar de la hoja las fibras. En este proceso se pueden añadir productos químicos para mejorar la dispersión de las fibras en la suspensión y mejorar la reducción de contaminantes que pudieran estar presentes. Después de la desintegración, usualmente se pasa la suspensión a través de tamices y depuradores de diversos tipos y tamaños para eliminar los contaminantes sólidos mayores reteniendo las fibras. Es en este proceso cuando se eliminan contaminantes residuales tales como grapas metálicas y residuos de plástico. La pasta se lava después generalmente para eliminar contaminantes de tamaño menor que consisten principalmente en tintas, colorantes, finos y cenizas. Este proceso se denomina generalmente destintado. El destintado se puede realizar por varios procesos diferentes, incluidos destintado por lavado, destintado por flotación, destintado enzimático, etc. Un ejemplo de un proceso de destintado preferido a veces por el que se pueden obtener fibras recicladas para uso en la presente invención es el denominado destintado por flotación. En este proceso se introducen pequeñas burbujas de aire en una columna de la suspensión de fibras. Cuando las burbujas ascienden, tienden a atraer partículas pequeñas de colorantes y cenizas. Una vez alcanzada la superficie de la columna de pasta, se separan.

Las fibras convencionales preferidas de acuerdo con la presente invención pueden consistir predominantemente en fibras recicladas o secundarias que tienen cantidades significativas de finos y cenizas. En la industria es común oír el término “cenizas” asociado a fibras vírgenes. Este término se define como la cantidad de ceniza que se produce si se queman las fibras. Típicamente en fibras vírgenes se encuentra no más de 0,1 a 0,2% de cenizas. En la presente memoria, el término “cenizas” incluye las cenizas asociadas a fibras vírgenes así como los contaminantes procedentes del uso anterior de las fibras. Las pastas utilizadas en relación con la presente invención pueden incluir cantidades de cenizas mayores que 1% o más. Las cenizas se originan principalmente cuando se añaden al papel cargas o estucos durante la fabricación de papeles cargados o estucados. Las cenizas serán típicamente una mezcla que contiene dióxido de titanio, caolín, carbonato cálcico y/o sílice. Este exceso de cenizas o materia en partículas es la que tradicionalmente interfiere en procesos que usan fibras recicladas, haciendo así que el uso de fibras recicladas no sea atractivo. En general, el papel reciclado que contiene cantidades altas de cenizas es sustancialmente de menor precio que papeles reciclados con contenidos bajos o insignificantes de cenizas. Así, hay una ventaja significativa en un proceso para fabricar un producto de calidad extra a partir de papel reciclado que contenga cantidades excesivas de cenizas.

Típicamente las pastas que contienen cantidades excesivas de cenizas también contienen cantidades significativas de finos. Las cenizas y los finos se asocian frecuentemente a fibras recicladas o secundarias, papeles ya usados, recortes procedentes de imprentas, etc. En el mercado hay disponibles fibras recicladas o secundarias con cantidades excesivas de cenizas y finos, fibras que son bastante económicas porque está generalmente aceptado que sólo se pueden fabricar papeles tisúes y para toallas económicos, muy finos y de baja calidad, salvo que se trate la pasta para eliminar las cenizas y los finos. La presente invención posibilita conseguir un papel con volumen alto de huecos y de calidad extra o casi extra a partir de fibras secundarias que tienen cantidades significativas de cenizas y finos sin necesidad de pretratar las fibras para eliminar las cenizas y los finos. Aunque la presente invención contempla el uso de mezclas de fibras, incluido el uso de fibras vírgenes, las fibras de los productos de acuerdo con la presente invención pueden tener más de 0,75% de cenizas y, a veces, más de 1% de cenizas.

Los “finos” constituyen el material presente en la pasta que pasta a través de un tamiz de malla 100. El contenido de cenizas puede ser determinado usando el método TAPPI T211-OM93.

Las pastas o fibras celulósicas ricas en lignina que tienen un peso unitario alto y generalmente estructura tubular, usadas en los productos y procesos de la presente invención, son típicamente las conocidas en la industria como pastas “de alto rendimiento” debido su rendimiento alto, basado en el material celulósico alimentado a los respectivos procesos de tratamiento. Preferiblemente son adecuadas pastas termomecánicas (TMP), quimicoterme-mecánicas (CTMP), quimicoterme-mecánicas blanqueadas (BCTMP) y mecánicas a peróxidos alcalinos (APMP). Estas pastas tienen generalmente un contenido de lignina de por lo menos 5%, usualmente mayor que 10% y típicamente mayor que 15% y hasta 30% o más. En algunas realizaciones son especialmente preferidas pastas TMP, CTMP, BCTMP y APMP que tienen contenidos de lignina de 15 a 25%. La pasta termomecánica (TMP) es una pasta me-

ES 2 276 011 T3

cánica producida a partir de astillas de madera, en la que las partículas de madera se reblandecen precalentándolas en un recipiente a presión a temperaturas no superiores a la temperatura de transición vítrea de la lignina, antes de una etapa de refino primario a presión. La pasta quimicotermomecánica (CTMP) se produce a partir de astillas de madera impregnadas químicamente, por medio de refino a presión a consistencias altas. La pasta quimicotermomecánica blanqueada (BCTMP) es pasta CTMP blanqueada a un grado de blancura alto, típicamente 80°+ GE. La pasta mecánica a peróxidos alcalinos se produce por medio de un proceso quimicomecánico en el que se realiza una impregnación química de las astillas de madera con un peróxido alcalino antes de refinar en condiciones atmosféricas. Las diferencias entre la pasta BTCMP y la pasta de fibras recicladas se pueden apreciar en la siguiente tabla 1.

También se puede apreciar por las figuras 11C y 11D que las fibras generalmente tubulares y de peso unitario alto usadas en relación con la invención conservan su forma centrada abierta de “tubos” aplanados sólo parcialmente, vista en la figura 11C, en comparación con la configuración vista en la figura 11D con forma de cinta o aplanada casi completamente o centrada cerrada de fibras papeleras convencionales. Aparece que unas pocas fibras aplanadas menos de completamente están presentes en la fotomicrografía de la figura 11D, pero la mayoría de las fibras tienen realmente forma de cinta. De acuerdo con la presente invención, se proporcionan fibras generalmente tubulares y de peso unitario alto como las que se ven en la figura 11C. La figura 11C es una fotomicrografía SEM (de 400 aumentos) de una hoja hecha a mano a partir de pasta BCTMP de coníferas mientras que la figura 11D es una fotomicrografía SEM (de 400 aumentos) de una hoja hecha a mano a partir de una pasta convencional.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 1
Comparación entre fibras recicladas y fibras de BCTM

	Volumen específico (cm ³ /g)	Longitud de rotura (km)	Longitud de las fibras (media ponderada en peso) (mm)	Peso unitario (mg/100 m)	Ondulación media (mm)	Cenizas (%)
Fibras recicladas 1 (blanqueadas)	1,55	3,41	1,94	11,70	0,09	4,99
Fibras recicladas 2 (semiblanqueadas)	1,71	2,97	2,17	13,50	0,07	3,59
BCTMP de coníferas del oeste	2,70	2,78	2,50	26,50	0,03	1,42
BCTMP de frondosas del oeste	2,41	2,04	1,23	16,50	0,03	0,84

Las diversas pastas ricas en lignina empleadas en relación con la presente invención se pueden preparar por cualquier medio adecuado, por ejemplo, la pasta mecánica se puede blanquear como se describe en la patente US-A-6.136.041, concedida a Jaschinski *et al.*, titulada "Método para blanquear fibras lignocelulósicas". Las pastas blanqueadas adecuadas incluyen pasta BCTMP con un contenido de lignina de 21% y blanqueada con peróxido de hidrógeno, sulfito y sosa cáustica.

La suspensión acuosa de fibras puede contener aditivos químicos para alterar las propiedades físicas del papel producido. Estos productos químicos son bien conocidos por los expertos y se pueden usar en cualquier combinación conocida. Estos aditivos pueden ser modificadores de la superficie, suavizantes, desligantes, mejoradores de la resistencia, látices, opacificantes, blanqueantes ópticos, colorantes, pigmentos, agentes encolantes, productos químicos de barrera, mejoradores de la retención, insolubilizantes, reticulantes orgánicos o inorgánicos y combinaciones de los mismos, comprendiendo los citados productos químicos polioles, ésteres de PPG, ésteres de PEG, fosfolípidos, tensioactivos, poliaminas, etc.

En la presente memoria, la terminología usada tiene su significado ordinario salvo que se defina de otra manera o que la definición del término sea evidente por el contexto. Por ejemplo, el término "porcentaje" o "(%)" se refiere al porcentaje en peso y el término "consistencia" se refiere al porcentaje en peso de fibras basado en producto seco, salvo que se indique lo contrario. Igualmente, "ppm" se refiere a partes por millón en peso y el término "hoja absorbente" se refiere a papel tisú o para toallas hecho de fibras lignocelulósicas. Los símbolos "m", "cm", "mm", " μm " indican respectivamente metros, centímetros, milímetros, micrómetros.

El término "consistencia" se refiere al peso seco de sólidos, típicamente fibras, contenidos en una suspensión de pasta. El término "dpc" se refiere a dientes por centímetro. "Predominantemente" significa más de 50 por ciento en peso, referido a base seca. "MD" significa dirección longitudinal y "CD" dirección transversal.

En la presente memoria, generalmente el término "perforado" usado en relación con productos gofrados se refiere a la existencia de (1) una abertura grande evidente en la banda continua o (2) cuando no existe una abertura grande evidente, por lo menos un roto incipiente tal que incrementa la transmisión de luz a través de una región pequeña de la banda continua o disminuye la resistencia en la dirección longitudinal de una banda continua por lo menos un 15% en un intervalo dado de alturas de gofrado. El gofrado se usa comúnmente para modificar las propiedades de una banda continua y fabricar un producto final producido de la banda continua que sea más atractivo para los consumidores. Por ejemplo, el gofrado de una banda continua puede mejorar la suavidad, absorción de agua y volumen específico del producto final. No es necesario que el proceso de gofrado origine orificios evidentes. El gofrado también se puede usar para impartir una apariencia atrayente al producto final. Como es bien conocido, el gofrado se realiza pasando una banda continua entre dos o más rodillos de gofrado, de los que por lo menos uno lleva el modelo de gofrado deseado. Las configuraciones de gofrado conocidas incluyen gofrado rígido a resiliente y rígido a rígido. Los productos preferidos de la presente invención pueden incluir también una banda continua gofrada perforada que tiene una pluralidad de perforaciones orientadas en la dirección transversal, en la que la banda continua gofrada tiene una relación de resistencia a la tracción en seco en la dirección longitudinal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal menor que 1,2. La invención incluye también una banda continua gofrada perforada que tiene un índice de transluminancia (definido anteriormente) de por lo menos 1,005. También la invención incluye una banda continua gofrada perforada que tiene gofrados perforados que se extienden predominantemente en la dirección transversal.

45 *Realizaciones preferidas*

La figura 1 ilustra una realización de la presente invención en la que se usa una tina de máquina 50, que puede ser compartimentada, para preparar una suspensión de fibras que se trata con productos químicos que tienen diferentes funciones, dependiendo del carácter de las diversas fibras usadas. Esta realización muestra dos cajas de entrada con las que es posible producir un producto estratificado. El producto de acuerdo con la presente invención se puede fabricar con una sola o con varias cajas de entrada y, con independencia del número de cajas de entrada, puede ser estratificado o no estratificado. La suspensión de fibras tratada es transportada por diferentes conductos 40 y 41 desde los que se aporta a la caja de entrada 20, 20' (que indica una caja de entrada compartimentada opcionalmente) de una máquina de formación creciente 10.

La figura 1 muestra la parte de formación de la banda continua o parte húmeda, con un miembro soporte foraminoso 11 permeable a líquidos y que puede ser de cualquier configuración convencional. El miembro soporte foraminoso 11 puede ser de cualquiera de varios materiales conocidos, incluida una malla o tela de material fotopolimérico o una malla base tejida de filamentos sintéticos con un capa muy fina de fibras sintéticas acoplada a la malla base. El miembro soporte foraminoso 11 está soportado de manera convencional en rodillos, incluidos el rodillo cabecero 15 y el rodillo manchón 16.

La tela de formación 12 está soportada en rodillos 18 y 19 que están situados con respecto al rodillo cabecero 15 para prensar la malla de formación 12 para que converja con el miembro soporte foraminoso 11. El miembro soporte foraminoso 11 y la malla de formación 12 se mueven en la misma dirección, que es la dirección de rotación del rodillo cabecero 15, y a la misma velocidad. La malla de formación 12 y el miembro soporte foraminoso 11 convergen en la superficie superior del rodillo cabecero 15 formando un espacio cuneiforme o zona de presión donde uno o más chorros de agua o de dispersión líquida espumada de fibras, proporcionados por las cajas de entrada 20, 20', son

ES 2 276 011 T3

prensados entre la malla de formación 12 y el miembro soporte foraminoso 11 forzando al líquido a pasar a través de la malla de formación 12 a un recuperador de fibras 12 donde estas se recogen para ser reutilizadas en el proceso.

5 La banda continua creciente W formada en el proceso es transportada por el miembro soporte foraminoso 11 al rodillo manchón 16 en el que la banda continua creciente W es transferida al tambor 26 de un secador Yankee. El líquido es prensado desde la banda continua W por el rodillo manchón 16 cuando la banda continua es transferida al tambor 26 del secador Yankee en el que es secada parcialmente y preferiblemente crespada en húmedo por medio de una cuchilla ondulada de crespado 27. La banda continua crespada en húmedo es transferida después a una sección de secado posterior 30 antes de ser recogida en una bobinadora 28. La sección de secado 30 puede incluir secadores con circulación de aire caliente, secadores por aire de choque, otro secador Yankee, etc., como es bien conocido en la técnica y se discutirá más adelante.

10 Existe un foso 44 para recoger agua exprimida de la suspensión de fibras por el rodillo manchón 16 y una caja Uhle 29. El agua recogida en el foso 44 puede ser enviada por la tubería 45 a una etapa separada de tratamiento para eliminar del agua tensioactivos y fibras y permitir el reciclado del agua a la máquina de fabricación de papel 10.

De acuerdo con la presente invención, se puede fabricar una banda continua de papel absorbente dispersando fibras para formar una suspensión acuosa y depositando la suspensión acuosa sobre la malla de formación de una máquina de fabricación de papel. Se puede usar cualquier esquema adecuado de formación. Por ejemplo, una lista amplia, pero no exhaustiva, incluye un formador creciente, un formador de doble malla con hilado C, un formador de doble malla con hilado S, un formador con rodillo cabecero de succión, un formador Fourdrinier o cualquier configuración de formación reconocida en la técnica. La tela de formación puede ser cualquier miembro foraminoso adecuado, incluidas telas de una sola capa, telas de dos capas, telas de tres capas, telas de material fotopolimérico, etc. Referencias no exhaustivas sobre telas de formación incluyen las patentes US-A-4.157.276, 4.605.585, 4.161.195, 3.545.705, 3.549.742, 3.858.623, 4.041.989, 4.071.050, 4.112.982, 4.149.571, 4.182.381, 4.184.519, 4.314.589, 4.359.069, 4.376.455, 4.379.735, 4.453.573, 4.564.052, 4.592.395, 4.611.639, 4.640.741, 4.709.732, 4.759.391, 4.759.976, 4.942.077, 4.967.085, 4.998.568, 5.016.678, 5.054.525, 5.066.532, 5.098.519, 5.103.874, 5.114.777, 5.167.261, 5.199.261, 5.199.467, 5.211.815, 5.219.004, 5.245.025, 5.277.761, 5.328.565, 5.328.565 y 5.379.808. Una tela de formación particularmente útil en la presente invención es la tela de formación 2164, fabricado por Voith Fabrics Corporation, Shreveport, LA.

Como medio para controlar la permeabilidad o volumen de huecos de la hoja después del crespado en húmedo se puede emplear formación con espuma de la suspensión acuosa sobre una malla o tela de formación. En la patente US-A-4.543.156 se describen técnicas adecuadas con formación de espuma.

Como medio para influir sobre las propiedades de la hoja se pueden emplear el ángulo de crespado y la geometría de la cuchilla de crespado. Con referencia a la figura 2, el ángulo de crespado o ángulo de la cavidad (α) es el ángulo que la superficie inclinada 50 de la cuchilla de crespado 27 forma con la tangente 52 al secador Yankee en la línea de contacto de la cuchilla de crespado 27 con el cilindro giratorio 26 como el de la figura 1. También se define un ángulo γ como el ángulo que el cuerpo de la cuchilla forma con la tangente 52 mientras que el ángulo del bisel de la cuchilla de crespado 27 es el ángulo que la superficie 50 define con una perpendicular 54 al cuerpo de la cuchilla, como se muestra en el diagrama. Con referencia a la figura 2, en una cuchilla convencional el ángulo de crespado se calcula fácilmente por la fórmula

$$45 \quad \alpha = 90 + \text{ángulo del bisel de la cuchilla} - \gamma$$

Estos parámetros varían en la superficie de crespado de una cuchilla ondulada, como se discute en la presente memoria.

De acuerdo con la presente invención, el crespado del papel en un secador Yankee se realiza usando una cuchilla ondulada de crespado, como la descrita en la patente US-A-5.690.788. Se ha demostrado que el uso de una cuchilla ondulada de crespado imparte varias ventajas cuando se usa en la producción de productos tisúes. En general, los productos tisúes crespados usando una cuchilla ondulada tienen mayor espesor (calibre), mayor alargamiento en la dirección transversal y mayor volumen de huecos que productos tisúes comparables producidos usando cuchillas convencionales de crespado. Todos estos cambios efectuados usando una cuchilla ondulada tienden a estar relacionados con la mejor suavidad percibida de los productos tisúes. Estas cuchillas, junto con pastas ricas en lignina, cooperan proporcionando un efecto sinérgico inesperado y, realmente, notable como se discutirá en relación con los ejemplos dados más adelante.

Las figuras 3A a 3D ilustran una porción de una cuchilla ondulada de crespado 80 preferida utilizable en la práctica de la presente invención, en la que una superficie en relieve 72 se extiende indefinidamente en longitud, típicamente en una longitud mayor que 2,54 m y alcanzando frecuentemente una longitud de 7,93 m, que corresponde al ancho del secador Yankee de máquinas modernas grandes de papel. Cuchillas flexibles del tipo de la cuchilla ondulada patentada que tienen una longitud indefinida pueden ser colocadas convenientemente en un carrete y usadas en máquinas que emplean un sistema de crespado continuo. En tales casos la longitud de la cuchilla será varias veces el ancho del secador Yankee. Por el contrario, la altura de la cuchilla 70 usualmente es del orden de varios centímetros mientras que el espesor del cuerpo es usualmente del orden de fracciones de centímetro.

ES 2 276 011 T3

Como se ilustra en las figuras 3A a 3D, el borde cortante ondulado 73 de la cuchilla ondulada patentada está definido por ondulaciones 76 dispuestas y formadas a lo largo del borde de la superficie 72 definiendo una superficie ondulada de ajuste. Preferiblemente el borde cortante 73 está configurado y dimensionado para tener un ajuste ondulado continuo con el secador Yankee 26 cuando está situado como se muestra en la figura 2, esto es, la cuchilla contacta continuamente con el cilindro Yankee según una línea sinusoidal paralela generalmente al eje del cilindro Yankee. En realizaciones particularmente preferidas, hay una superficie de ajuste ondulada continua 80 que tiene una pluralidad de regiones alargadas rectilíneas sustancialmente colineales 82 adyacentes a una pluralidad de regiones en forma de media luna 84 alrededor de un pie 86 situado en la porción superior de la cara 88 de la cuchilla que está dispuesta adyacente al cilindro Yankee. La superficie ondulada 80 está, por lo tanto, configurada para tener un contacto continuo superficie a superficie por todo el ancho del cilindro Yankee según un modelo ondulado o sinusoidal cuando se usa como se muestra en las figuras 1 y 2.

Se puede considerar el número de dientes por centímetro como el número de regiones alargadas 82 por centímetro y la altura de los dientes como la altura H de la hendidura indicada por 81 de la superficie adyacente 88.

Para describir la geometría del borde cortante de la cuchilla ondulada patentada se usan varios ángulos. A este fin se usan los siguientes términos:

Ángulo de crespado (α): ángulo entre una superficie inclinada 78 de la cuchilla 70 y el plano tangente al cilindro Yankee en el punto de intersección entre el borde cortante ondulado 73 y el cilindro Yankee.

Ángulo inclinado axial (β): ángulo entre el eje del cilindro Yankee y el borde cortante ondulado 73 que es la curva definida por la intersección de la superficie del cilindro Yankee con la superficie inclinada dentada de la cuchilla 70.

Ángulo de resalte (γ): ángulo entre la superficie de resalte 72 de la cuchilla 70 y el plano tangente al cilindro Yankee en la intersección entre el cilindro Yankee y el borde cortante ondulado 73. El ángulo de resalte medido a lo largo de las porciones planas de la presente cuchilla es igual a lo que comúnmente se denomina “ángulo de crespado” o “ángulo de apoyo”, que es γ en la figura 2.

Evidentemente, el valor de cada uno de estos ángulos variará dependiendo de la situación exacta a lo largo del borde cortante en el que se determina. Los resultados notables conseguidos con las cuchillas onduladas patentadas en la fabricación de papeles absorbentes se deben a variaciones de estos ángulos a lo largo del borde cortante. En consecuencia, en muchos casos será conveniente indicar la posición en la que se determina cada uno de estos ángulos por un subíndice dispuesto en el símbolo básico de ese ángulo. Como se indica en la patente US-A-5.690.788, los subíndices “f”, “c” y “m” se refieren a ángulos medidos en las regiones alargadas rectilíneas, en las regiones con forma de media luna y los mínimos del borde cortante, respectivamente. En consecuencia, “ γ_f ”, ángulo de resalte medido a lo largo de las porciones planas de la presente cuchilla, es igual al que comúnmente se denomina “ángulo de la cuchilla” o “ángulo de apoyo”. En general, se debe apreciar que el ángulo de la cavidad (α_f) en las regiones alargadas rectilíneas es típicamente mayor que el ángulo de la cavidad (α_c) en las regiones con forma de media luna.

Aunque los productos de la invención se pueden fabricar por medio de un proceso de crespado en seco, en algunas realizaciones se prefiere un proceso de crespado en húmedo, particularmente con respecto a papel para toallas de una sola capa en algunos casos. Cuando se emplea un proceso de crespado en húmedo, la sección de secado posterior 30 puede incluir un secador por aire de choque, un secador con circulación de aire caliente, un secador Yankee o una pluralidad de secadores de tambor. En las siguientes patentes y solicitudes se describen secadores por aire de choque:

US-A-5.865.955, de Ilvespaaet *et al.*,

US-A-5.968.590, de Ahonen *et al.*,

US-A-6.001.421, de Ahonen *et al.*,

US-A-6.119.362, de Sundqvist *et al.*, y

US-A-09/733.172, titulada “Proceso de crespado en húmedo y secado por aire de choque para fabricar papel absorbente”, actualmente patente US-A-6.432.267.

Cuando se usa un secador por aire de choque, la sección de secado posterior 30 de la figura 1 puede tener la configuración mostrada en la figura 4.

En la figura 4 se muestra un aparato de secado por aire de choque 30 útil en relación con la presente invención. La banda continua es crespada en un secador Yankee, como el secador Yankee 26 de la figura 1, utilizando una cuchilla de crespado 27. La banda continua W se estabiliza aerodinámicamente en un tiro abierto 10 que utiliza una aleta sustentadora de aire, como se describe generalmente en la patente US-A-5.891.309 concedida a Page *et al.* Después del rodillo de transferencia 102, la banda continua W se dispone sobre un fieltro de transferencia 104 y es sometida a conformación en húmedo por medio de una caja de soplado opcional 106 y una zapata de vacío 108. Las condiciones particulares y el fieltro de impresión seleccionado dependen del producto deseado y pueden incluir las condiciones y

ES 2 276 011 T3

filtros descritos anteriormente o los descritos o mostrados en una o más de las siguientes patentes: US-A-5.510.002 concedida a Hermans *et al.*, US-A-4.529.480 concedida a Trokhan, US-A-4.102.737 concedida a Morton y US-A-3.994.771 concedida a Morgan Jr. *et al.*

5 Después de la conformación en húmedo, la banda continua W es transferida por un rodillo de vacío 110 a un sistema de secado por aire de choque. El aparato de la figura 4 incluye generalmente un par de cilindros huecos perforados 112, 114, un rodillo de vacío 116 entre ambos y una caperuza 118 equipada con boquillas y retornos de aire. En relación con la figura 4, se debe indicar que la transferencia de la banda continua W sobre un tiro abierto necesita ser estabilizada a velocidades altas. En lugar de usar un secador por aire de choque, la sección de secado posterior 30 de la figura 4 puede incluir en lugar de los cilindros 112, 114 una unidad de secado con circulación de
10 aire como es bien conocido en la técnica y se describe en la patente US-A-3.432.936 concedida a Cole *et al.*

En la patente US-A-5.851.353 se describe otra sección de secado posterior que se puede emplear igualmente en un proceso de crespado en húmedo que usa el aparato de la figura 1.

15 En la figura 5 se ilustra esquemáticamente otra sección de secado posterior 30. Después de ser crespada en el cilindro Yankee, la banda continua W se deposita sobre un fieltro secador 120 que se mueve en la dirección 121 y forma un bucle sin fin alrededor de una pluralidad de rodillos del fieltro secador, como los rodillos 122, 124, y de una pluralidad de cilindros secadores, como los cilindros (denominados a veces tambores) 126, 128 y 130.

20 Un segundo fieltro 132 forma igualmente un bucle sin fin alrededor de una pluralidad de cilindros secadores y rodillos, como se muestra. Los diversos cilindros secadores están dispuestos en dos filas y la banda continua se seca cuando se desplaza sobre los cilindros de las dos filas y entre ellas, como se muestra en el diagrama. El fieltro 132 transporta la banda continua desde el cilindro 134 hasta el cilindro 136, desde donde la banda continua W puede ser procesada o bobinada en una bobinadora 138.

La presente invención se refiere particularmente a una banda continua crespada o recrespada como la mostrada en la figura 6, que comprende una banda continua fibrosa 150 ondulada biaxialmente, crespada en un secador Yankee 26 mostrado en las figuras 1 y 2, caracterizada por un retículo de barras crespadas que se cortan 154 y ondulaciones que definen salientes 152 sobre la cara de contacto con el aire, extendiéndose las citadas barras crespadas 154 transversalmente en la dirección transversal y extendiéndose los citados salientes 152 longitudinalmente en la dirección longitudinal, teniendo la citada banda continua surcos 156 entre salientes 152 en la cara de contacto con el aire así como crestas 158 dispuestas en la cara de la banda continua de contacto con el secador Yankee opuestas a surcos 156 y valles 160 intercalados entre las crestas 158 y opuestos a los salientes 152, en la que la frecuencia espacial de las citadas barras crespadas 154 que se extienden transversalmente es 4 a 20 barras crespadas por centímetro y la frecuencia espacial de los citados salientes que se extienden longitudinalmente es 1,5 a 20 salientes por centímetro. Se debe entender que un calandrado intenso de la hoja fabricada de acuerdo con esta invención puede reducir significativamente la altura de los salientes 152, haciendo que sean más difíciles de ser percibidos a simple vista, sin pérdida de los efectos beneficiosos de esta invención.

40 El recuento de la frecuencia de crespado de una hoja o producto base crespado se puede medir con ayuda de un microscopio. El microscopio Leica Stereozoom RTM 4 es particularmente adecuado para este procedimiento. Se coloca la muestra de la hoja sobre la platina del microscopio con la cara de contacto con el secador Yankee mirando hacia arriba y la dirección transversal de la hoja vertical en el campo de visión. Colocando la muestra sobre un fondo negro se mejora la definición del crespado. Durante la toma y montaje de la muestra, se debe tener cuidado de no estirar la muestra. Después se enfoca el microscopio sobre la hoja usando un aumento total de 18-20. Se coloca un foco de iluminación en la cara derecha o izquierda de la platina del microscopio, ajustándose la posición del foco de modo que la luz choque con la muestra a un ángulo de aproximadamente 45°. Los iluminadores Leica o Nicholas son focos de luz adecuados. Después de que la muestra haya sido montada e iluminada, se cuentan las barras crespadas colocando una escala horizontalmente en el campo de visión y contando las barras crespadas que toquen la escala en una distancia de medio centímetro. Se repite este procedimiento por lo menos dos veces usando diferentes zonas de la muestra. Después se hace la media de los valores obtenidos de los recuentos y se multiplica el resultado por el factor de conversión apropiado para obtener la frecuencia de crespado en la unidad de longitud deseada.

55 Se debe entender que el espesor de la porción de banda continua 150 entre las crestas que se extienden longitudinalmente 158 y los surcos 156 será típicamente, como media, 5% mayor que el espesor de porciones de la banda continua 150 entre los salientes 152 y los surcos 160. Convenientemente, las porciones de banda continua 150 adyacentes a los salientes que se extienden longitudinalmente 152 (en la cara de contacto con el aire) que se extienden longitudinalmente son 1 a 7% más finas que la porción de banda continua 150 adyacente a los surcos 156 definidos en la cara de la banda continua 150 de contacto con el aire.

65 La altura de los salientes 152 está relacionada con la altura H de los dientes formados en la cuchilla ondulada de crespado 70. Con una altura de dientes de 0,254 mm, la altura de los salientes es usualmente 0,01778 a 0,0762 mm en hojas que tienen un gramaje de 23 a 31 gramos por metro cuadrado. Si la altura de dientes es el doble, los salientes tienen una altura de 0,127 a 0,2032 mm. Con una altura de dientes de 0,762 mm, la altura de los salientes es 0,254 a 0,33 mm. A alturas mayores de dientes, puede no incrementarse la altura de los salientes 152 y, de hecho, ésta disminuirá. La altura de los salientes 152 depende también del gramaje y resistencia de la hoja.

ES 2 276 011 T3

Ventajosamente, el espesor medio de las porciones de la banda continua 150 adyacentes a las crestas 158 es significativamente mayor que el espesor de las porciones de la banda continua 150 adyacentes a los surcos 160. Por lo tanto, la densidad de las porciones de la banda continua 150 adyacentes a las crestas 158 puede ser menor que la densidad de las porciones de la banda continua adyacentes a los surcos 160. El proceso de la presente invención produce una banda continua que tiene un espesor específico de 112 a 448 μm por 8 hojas y kilogramo de gramaje. El gramaje usual de la banda continua 150 es 11 a 57 gramos por metro cuadrado.

Convenientemente, cuando se calandra la banda continua 150, el espesor específico de la banda continua 150 es 112 a 336 μm por 8 hojas y kilogramo de gramaje y el gramaje de la citada banda continua es 11 a 57 gramos por metro cuadrado.

En algunas realizaciones de acuerdo con la presente invención, las bandas continuas se procesan con rodillos de gofrado que tienen estructuras sustancialmente idénticas de elementos de gofrado, con por lo menos una porción de los elementos de gofrado configurados de modo que pueden producir zonas de presión perforantes que pueden perforar la banda continua. Cuando la banda continua pasa a través de la zona de presión, los rodillos de gofrado imparten sobre la banda continua una estructura gofrada. Se prefiere que los rodillos de gofrado sean de acero o de caucho duro o de cualquier otro polímero adecuado. La dirección de la banda continua cuando pasa a través de la zona de presión se denomina dirección longitudinal. La dirección de la banda continua que se extiende a lo largo de los rodillos de gofrado se denomina dirección transversal. También se prefiere que un número predominante, esto es, por lo menos 50% o más, de las perforaciones estén configuradas de modo que el eje mayor de la perforación esté sustancialmente orientado en la dirección transversal. Un elemento de gofrado está sustancialmente orientado en la dirección transversal cuando el eje largo de la zona de presión perforante formada por el elemento de gofrado está a un ángulo de aproximadamente 60 a 120° con respecto a la dirección longitudinal de la banda continua. Como se ha indicado anteriormente, el gofrado perforado puede producir o no aberturas grandes en la hoja aunque, en su lugar, puede incrementar selectivamente la transmisión de luz a través de la hoja en algunas zonas.

En la presente invención se puede usar con éxito una diversidad de formas de elementos. La forma de un elemento es la "huella" de la superficie superior del elemento así como el perfil lateral del elemento. Se prefiere que el elemento tenga una relación de longitud (en la dirección longitudinal) a anchura (en la dirección transversal) ("L/W") por lo menos mayor que 1,0; sin embargo, aunque puede ser considerada como menor que la óptima, los elementos pueden tener una relación L/W menor que 1,0. Se prefiere también que esta relación sea aproximadamente 2,0. Una forma de elemento que se puede usar en esta invención es la hexagonal. En la figura 7 se representa otra forma de elemento, denominada oval CD. En la figura 7 se puede apreciar que el diseño del gofrado incluye una pluralidad de elementos de forma oval 180, 182, 184, etc., en rodillos de gofrado opuestos, cuya estructura es transferida a la banda continua. Los diversos elementos tienen sus ejes mayores 186, 188, etc. generalmente perpendiculares a la dirección longitudinal (MD) 190, que es la dirección de fabricación de la banda continua, indicada por la flecha S en las figuras 1 a 4, por ejemplo. En elementos ovales, se prefiere que los extremos tengan radios de por lo menos 0,0762 mm y menores que 0,762 mm, por lo menos en la cara del elemento que forma una zona de presión perforante. En una realización, los radios de los extremos son aproximadamente 3,43 mm. Los expertos en la técnica comprenderán que, para variar la configuración del gofrado, se puede emplear una diversidad de estructuras diferentes de elementos de gofrado. Se describen técnicas y geometrías de gofrado en la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 10/036.770, presentada el 21 de diciembre de 2001, actualmente patente US-A-6.733.626 titulada "Aparato y método para degradar una banda continua en la dirección longitudinal conservando la resistencia en la dirección transversal".

Ejemplos 1-2 y ejemplos comparativos A a E

Se preparó una serie de papeles para toallas de una sola capa, crespados en húmedo, como se indica en la siguiente tabla 2. Los papeles para toallas consistían esencialmente en fibras recicladas proporcionadas con la cantidad de pasta BCTMP indicada en la tabla 2.

Tabla 2
Sinergia de la capacidad de absorción de agua/espesor

	Ejemplo A	Ejemplo B	Ejemplo C	Ejemplo 1	Ejemplo D	Ejemplo 2	Ejemplo E
Cuchilla de crespado	Cuadrada	4,7 / 0,76*	Cuadrada	4,7 / 0,76*	Cuadrada	4,7 / 0,76*	
Pasta BCTMP (%)	0	0	20	20	30	30	40
Fibras recicladas (%)	100	100	80	80	70	70	60
Resina de resistencia en húmedo	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada
Carboximetilcelulosa	No	No	No	No	No	Sí	Sí
Gramaje (g/m ²)	46	46	46	46	46	46	46
WAC	137	142	152	162	162	205	215
Sinergia de la WAC (%)	-	-	-	100	-	340	-
Espesor	44,8	51	48,6	57	57	68,6	70
Sinergia del espesor (%)	-	-	-	35	-	21	-

(*) La primera cifra indica el número de dientes por centímetro (dpc) y la segunda la altura de los dientes en milímetros
La consistencia de la banda continua en la cuchilla de crespado es entre 60 y 85%

ES 2 276 011 T3

Como se puede apreciar por la tabla 2, el uso de pasta BCTMP junto con una cuchilla ondulada de crespado de 4,7 dientes (cada uno de 0,76 mm de altura) por centímetro produjo una sinergia notable. Los datos de los papeles para toallas aparecen también representados gráficamente en las figuras 8 a 10.

5 Las sinergias se calculan basándose en los ejemplos A y B así como en mediciones realizadas en una hoja hecha a mano a partir de la misma composición de fibras y del mismo gramaje aproximadamente. En la primera etapa del cálculo del porcentaje de sinergia, la Δ esperada de la cuchilla de crespado se calcula como la diferencia entre los ejemplos A y B. Por ejemplo, basándose en el uso de una cuchilla ondulada se espera un incremento de la capacidad de absorción de agua (WAC) de $142 - 137 = 5 \text{ g/m}^2$. A continuación, se calcula la sinergia como la diferencia entre el valor observado y el valor esperado, dividido por la Δ esperada y multiplicado por 100. Para la WAC del ejemplo 1, este cálculo es $\{[162 - (152 + 5)] / 5\} \times 100 = 100\%$ mayor que el incremento esperado basado en efectos de los aditivos. Como se puede ver en la tabla 2, de acuerdo con la invención se pueden conseguir sinergias grandes de la capacidad de absorción de agua así como incrementos significativos del espesor. Igualmente, los productos fabricados con pasta BCTMP y una cuchilla ondulada de crespado presentan incrementos notables de la velocidad de absorción de agua (WAR). Las diferencias observadas en la tabla 2 y en las figuras 8 a 10 son coherentes con el incremento observado en el volumen de huecos o con el incremento del volumen específico, como se puede ver en las figuras 11A y 11B. La figura 11A es una fotomicrografía, a lo largo de la dirección transversal, de un papel para toallas crespado que incluye sólo fibras convencionales mientras que la figura 11B es una fotomicrografía, a lo largo de la dirección transversal, de un papel para toallas crespado preparado de acuerdo con la invención y que incluye 40% de pasta BCTMP. Como se puede apreciar por estas figuras, el papel para toallas que contiene pasta BCTMP presenta mucha más desestratificación que el papel para toallas preparado con sólo fibras convencionales.

Ejemplos comparativos F-I y ejemplos 3-4

25 Siguiendo generalmente el procedimiento antes descrito, se preparó una serie de papeles para toallas de una sola capa, crespados en húmedo usando diferentes cuchillas de crespado y diferentes composiciones de fibras. Las fibras fueron predominantemente fibras recicladas suplementadas con diversas cantidades de pasta BCTMP, como se indica en la tabla 3. Después de su fabricación, los papeles para toallas fueron gofrados con un diseño oval CD descrito en la patente US-A-6.733.626, indicado en las figuras 12 y 13 y descrito anteriormente.

30 La figura 12 es un gráfico de barras que ilustra la velocidad de absorción de agua (WAR) para diversas composiciones y métodos de preparación. Igualmente, la figura 13 es un gráfico de barras que muestra el índice del volumen de huecos de los diversos productos.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 3
Ejemplos comparativos F-I y ejemplos 3-4

	Ejemplo F	Ejemplo G	Ejemplo H	Ejemplo 3	Ejemplo I	Ejemplo 4
Cuchilla de crespado	Cuadrada	4,7 / 0,76*	Cuadrada	4,7 / 0,76*	Cuadrada	4,7 / 0,76*
Pasta BCTMP (%)	0	0	20	20	30	30
Fibras recicladas (%)	100	100	80	80	70	70
Resina de resistencia en húmedo	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada	Optimizada
Carboximetilcelulosa	No	No	No	No	No	Si
Gramaje (g/m ²)	46	46	46	46	46	46

(*) La primera cifra indica el número de dientes por centímetro (dpc) y la segunda la altura de los dientes en milímetros. La consistencia de la banda continua en la cuchilla de crespado es entre 60 y 85%

Se puede ver por las figuras 12 y 13 que los papeles para toallas de la invención exhiben una mayor absorción inicial de agua (valores más bajos de la WAR en segundos) y mayor volumen específico. En realidad, con un nivel de pasta BCTMP del 30%, un producto preparado con una cuchilla ondulada de 4,7 dientes (cada uno de 0,76 mm de altura) por centímetro (ejemplo 4) exhibía una velocidad de absorción de agua doble que la de un producto correspondiente preparado con una cuchilla cuadrada (ejemplo I).

ES 2 276 011 T3

Ejemplos adicionales

Siguiendo generalmente los procedimientos antes descritos, se preparó una serie de papeles para toallas crespados y se gofraron como se indica en la tabla 4. Después se midieron las diversas propiedades de los papeles para toallas.

TABLA 4

Propiedades de los papeles para toallas

			Ejemplo 5		
Cuchilla	Estándar	3,15/0,76	3,15/0,76	3,15/0,76	
Composición de fibras	67% SWD 33% HWD	80% SWD 15% HWD	70% fibras recicladas	67% SWD 33% HWD	Papel para toallas TAD no crespado disponible comercialmente
BCTMP (%)	0	5	30	0	
Diseño del gofrado	Gota de lluvia en rombos	Gota de lluvia en rombos	Oval CD	Gota de lluvia en rombos	No gofrado
Gramaje (g/m ²)	45,1	44,1	45,6	44,4	37,1
Espesor (mm/8 hojas)	2,15	2,35	2,10	2,47	2,03
Resistencia a la tracción en seco (MD) (g/cm)	745	627	584	640	490
Resistencia a la tracción en seco (CD) (g/cm)	334	353	447	371	394
GMT	3.802	3.584	3.892	3.713	3.346
Alargamiento (MD) (%)	8,3	8,9	10,7	9,0	12,3
Alargamiento (CD) (%)	5,2	6,3	5,4	6,2	6,0
Resistencia a la tracción en húmedo (MD) (g/cm)	208	179	202	189	144
Resistencia a la tracción en húmedo (CD) (g/cm)	83	94	137	102	105
R _{HUM/SEC} (%)	24,9	26,6	30,8	27,4	26,6
WAR (TAPPI) (segundos)	17	10	5	13	4
Blancura Macberth 3100 (%)	78,8	80,0	77,4	81,3	79,2
Capacidad SAT (g/m ²)	151,2	173,0	210,8	164,6	216,0
Módulo Sintech	152,6	117,1	146,7	109,2	149,4
Volumen de huecos (%)	363,9	394,5	490,5	376,1	558,7

ES 2 276 011 T3

TABLA 4 (continuación)

	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8			
5	Cuchilla	4,7 / 0,76	3,15 / 0,89	4,7 / 0,76	Cuadrada	
10	Composición de fibras	70% fibras recicladas	70% fibras recicladas	70% fibras recicladas	100% fibras vírgenes	Papel para toallas CWP disponible comercialmente
	BCTMP (%)	30	30	30		
15	Diseño del gofrado	Edredón MD	Rombo hueco	Rombo hueco	10M	Edredón MD
	Gramaje (g/m ²)	46,4	45,9	45,4	40,0	46,0
20	Espesor (mm/8 hojas)	2,02	1,98	1,95	1,49	1,77
	Resistencia a la tracción en seco (MD) (g/cm)	658	629	604	921	716
25	Resistencia a la tracción en seco (CD) (g/cm)	374	405	398	402	309
	GMT	3.782	3.851	3.735	4.637	3587
30	Alargamiento (MD) (%)	10,9	9,9	9,2	10,1	9,4
	Alargamiento (CD) (%)	6,6	6,0	5,5	5,8	5,2
35	Resistencia a la tracción en húmedo (MD) (g/cm)	229	203	172	237	233
40	Resistencia a la tracción en húmedo (CD) (g/cm)	121	119	111	89	97
45	R _{HUM/SEC} (%)	32,3	29,5	28,0	22,2	31,2
50	WAR (TAPPI) (segundos)	6	7	5	14	22
	Blancura Macberth 3100 (%)	77,3	77,5	77,4	85,1	79,3
55	Capacidad SAT (g/m ²)	196,0	206,8	205,5	143,7	173,9
	Módulo Sintech	119,0	158,8	165,2	189,5	229,1
60	Volumen de huecos (%)	482,7	482,4	486,3	428,6	449,9

65

ES 2 276 011 T3

TABLA 4 (continuación)

5		Ejemplo J	Ejemplo K		
	Cuchilla	Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada	15% de bisel
	Composición de fibras	100% fibras recicladas	100% fibras recicladas	60% fibras recicladas	67% SWD 33% HWD
10	BCTMP (%)			40	
	Diseño del gofrado	10M	Rombo hueco	Rombo hueco	Gota de lluvia en rombos
	Gramaje (g/m ²)	52,2	50,8	46,4	40,7
15	Espesor (mm/8 hojas)	1,52	1,96	1,93	1,98
	Resistencia a la tracción en seco (MD) (g/cm)	829	692	614	865
20	Resistencia a la tracción en seco (CD) (g/cm)	455	425	369	446
25	GMT	4.681	4.132	3.629	4.735
30	Alargamiento (MD) (%)	6,0	5,4	11,1	9,8
	Alargamiento (CD) (%)	5,2	5,3	4,9	4,6
35	Resistencia a la tracción en húmedo (MD) (g/cm)	179	126	208	291
40	Resistencia a la tracción en húmedo (CD) (g/cm)	91	82	122	123
45	R _{HUM/SEC} (%)	19,9	19,3	33,1	27,6
50	WAR (TAPPI) (segundos)	29	18	3	35
	Blancura MacBeth 3100 (%)	76,3	76,1	76,1	83,1
55	Capacidad SAT (g/m ²)	221,8	239,6	131,2	191,3
60	Volumen de huecos (%)	315,3	369,8	528,0	337,3

R_{HUM/SEC} Relación de resistencia a la tracción en húmedo en la dirección longitudinal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal

ES 2 276 011 T3

Los papeles para toallas descritos anteriormente y en la tabla 4 se sometieron a ensayo por parte de consumidores, que les dieron una valoración global. El ensayo fue realizado por consumidores que valoraron los productos en cuanto a su capacidad de secar las manos, sensación, apariencia global, espesor, resistencia en húmedo, capacidad de absorción de agua, velocidad de absorción de agua, textura, facilidad de dispensación, similitud a tela, suavidad, duración, etc. Se les asignó una valoración global. Los resultados aparecen en la figura 14.

En la figura 15 se muestran valores de la capacidad de absorción de agua (WAC) y de la resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal (CD) de productos de la invención y de otros productos.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Una hoja celulósica absorbente crespada, preparada por medio de un proceso que comprende aplicar una banda continua desgogada a un cilindro giratorio calentado (26) y crespas la citada banda continua con una cuchilla de crespado (27, 70) en el citado cilindro giratorio calentado (26), **caracterizada** porque la citada hoja celulósica crespada tiene un contenido de por lo menos 15% en peso de fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto tienen una longitud media de por lo menos 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m.

10 2. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con la reivindicación 1, que contiene por lo menos 15% en peso de fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto comprenden por lo menos 10%, por lo menos 15% o de 15 a 25% en peso de lignina, basado en el peso de las fibras.

15 3. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto tienen una longitud media de por lo menos 2,25 mm, preferiblemente de 2,25 a 2,75 mm.

20 4. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto tienen un peso unitario de 20 a 30 mg/100 m.

25 5. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que incorpora 20 a 40% en peso de fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto, basado en el peso combinado de fibras celulósicas de la citada hoja.

6. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto son fibras seleccionadas del grupo formado por fibras de APMP, TMP, CTMP, BCTMP y mezclas de las mismas.

30 7. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que las citadas fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto son fibras de BCTMP que tienen un contenido de lignina de por lo menos 15% en peso, de por lo menos 20% en peso, de por lo menos 25% en peso o de 25 a 35% en peso.

35 8. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que las fibras generalmente tubulares, ricas en lignina y de peso unitario alto son fibras obtenidas de maderas coníferas.

40 9. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja es una hoja absorbente gofrada.

10. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la citada hoja se ha gofrado con perforaciones por elementos que tienen sus ejes mayores generalmente en la dirección transversal.

45 11. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en la que la citada hoja tiene una relación de resistencia a la tracción en seco en la dirección longitudinal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal menor que 2 o menor que 1,5.

50 12. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la citada hoja absorbente tiene un índice de transluminancia de por lo menos 1,005.

13. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en la que la citada hoja se ha gofrado con una pluralidad de estructuras ovales que tienen sus ejes mayores generalmente a lo largo de la dirección longitudinal de la citada hoja.

55 14. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja es un papel para toallas de una sola capa, crespado en húmedo, que tiene un gramaje de 29 a 57 gramos por metro cuadrado, preferiblemente de 32 a 57 gramos por metro cuadrado.

60 15. El papel absorbente para toallas de una sola capa, crespado en húmedo, de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el citado papel para toallas crespado en húmedo es un papel para toallas crespado en húmedo y gofrado con perforaciones.

65 16. El papel para toallas crespado en húmedo y gofrado de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, en el que el citado papel para toallas tiene una resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal mayor que 66 g/cm o mayor que 92 g/cm y una capacidad de absorción de agua mayor que 170 g/m².

ES 2 276 011 T3

17. El papel para toallas de una sola capa, crespado en húmedo y gofrado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en la que la citada hoja exhibe una velocidad de absorción de agua menor que 25 segundos o menor que 15 segundos.

5 18. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja tiene una relación de resistencia a la tracción en húmedo en la dirección transversal a resistencia a la tracción en seco en la dirección transversal de por lo menos 20%, de por lo menos 25% o de por lo menos 30%.

10 19. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja tiene una estructura reticulada ondulada biaxialmente con 1,5 a 20 ondulaciones en la dirección longitudinal, preferiblemente con 3 a 8 ondulaciones en la dirección longitudinal, y con 3 a 60 barras crespadas en la dirección transversal.

15 20. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja exhibe una capacidad de absorción de agua por lo menos 5, 7,5 ó 10% mayor que la de una hoja similar preparada sin usar una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) o en la que la citada hoja exhibe una capacidad de absorción de agua por lo menos 5, 7,5 ó 10% mayor que la de una hoja equivalente fabricada sin fibras tubulares de peso unitario alto y crespada con una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) equivalente.

20 21. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja tiene un espesor por lo menos 7,5% mayor que el de una hoja similar preparada sin usar una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) o en la que la citada hoja tiene un espesor por lo menos 5% mayor que el de una hoja similar fabricada sin fibras tubulares de peso unitario alto y crespada con una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) equivalente.

25 22. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la citada hoja exhibe una velocidad de absorción de agua por lo menos 10% menor que la de una hoja similar preparada sin una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) o en la que la citada hoja exhibe una velocidad de absorción de agua por lo menos 10% menor que la de una hoja similar fabricada sin fibras de peso unitario alto y crespada con una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) equivalente.

30 23. Una hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que consiste predominantemente en fibras celulósicas recicladas.

35 24. La hoja celulósica absorbente crespada de acuerdo con la reivindicación 23, en la que las citadas fibras celulósicas recicladas están presentes en la citada hoja en una cantidad de por lo menos 60, 75 u 80 por ciento en peso, basado en el peso combinado de fibras celulósicas recicladas y fibras generalmente tubulares de peso unitario alto de la hoja.

40 25. Un proceso de crespado en húmedo para fabricar una hoja celulósica absorbente de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, proceso que comprende las etapas de:

(a) preparar una suspensión acuosa de fibras celulósicas, en la que por lo menos el 15% en peso de las fibras, basado en el peso de fibras celulósicas de la suspensión, son fibras ricas en lignina y de peso unitario alto que tienen una configuración generalmente tubular, una longitud media de 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m,

(b) depositar la citada suspensión acuosa de fibras sobre un soporte foraminoso (11),

(c) desgotar la citada suspensión para formar una banda continua,

50 (d) aplicar la citada banda continua desgotada a un cilindro giratorio calentado (26) y secar la citada banda continua hasta una consistencia mayor que 30% y menor que 90%,

55 (e) cresar la citada banda continua en el citado cilindro calentado, a la citada consistencia mayor que 30% y menor que 90%, con una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) provista de una superficie de crespado ondulada destinada a contactar con el citado cilindro (26), y

(f) secar la citada banda continua después de cresar la citada banda continua en el citado cilindro (26), para formar la citada hoja absorbente.

60 26. El proceso de crespado en húmedo de acuerdo con la reivindicación 25, en el que la citada banda continua se seca hasta una consistencia de 40 a 80%, preferiblemente mayor que 50% y menor que 75%, antes de cresar la citada banda continua en el citado cilindro giratorio calentado (26).

65 27. El proceso de crespado en húmedo de acuerdo con la reivindicación 25 ó 26, en el que la citada cuchilla ondulada de crespado (27, 70) está provista de 1,5 a 20 dientes por centímetro, preferiblemente de 3 a 8 dientes por centímetro.

ES 2 276 011 T3

28. El proceso de crespado en húmedo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 25 a 27, en el que la citada cuchilla ondulada de crespado (27, 70) tiene una altura de dientes de 127 a 1.270 μm o de 381 a 1.016 μm o de 635 a 889 μm .

5 29. Un proceso de crespado en seco para fabricar una hoja celulósica absorbente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, proceso que comprende:

10 (a) preparar una suspensión acuosa de fibras celulósicas en la que por lo menos el 15% en peso de las fibras, basado en el peso de fibras celulósicas de la suspensión, son fibras ricas en lignina, de peso unitario alto, que tienen una configuración generalmente tubular, una longitud media de por lo menos 2 mm y un peso unitario de por lo menos 20 mg/100 m,

(b) depositar la citada suspensión acuosa de fibras sobre un soporte foraminoso (11),

15 (c) desgotar la citada suspensión para formar una banda continua,

(d) aplicar la citada banda continua desgutada a un cilindro giratorio calentado (26) y secar la citada banda continua hasta una consistencia mayor que 90%, y

20 (e) crespado la citada banda continua en el citado cilindro calentado (26), a la citada consistencia mayor que 90%, con una cuchilla ondulada de crespado (27, 70) provista de una superficie de crespado ondulada destinada a contactar con el citado cilindro (26).

25 30. El proceso de acuerdo con la reivindicación 29, en el que la citada banda continua se seca hasta una consistencia mayor que 95% en el citado cilindro giratorio calentado (26), antes del crespado.

31. El proceso de acuerdo con la reivindicación 29 ó 30, en el que la citada cuchilla ondulada de crespado (27, 70) está provista de 1,5 a 20 dientes por centímetro o de 3 a 8 dientes por centímetro.

30 32. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 27 a 29, en el que la citada cuchilla ondulada de crespado (27, 70) tiene una altura de dientes de 127 a 1.270 μm o de 381 a 1.016 μm o de 635 a 889 μm .

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

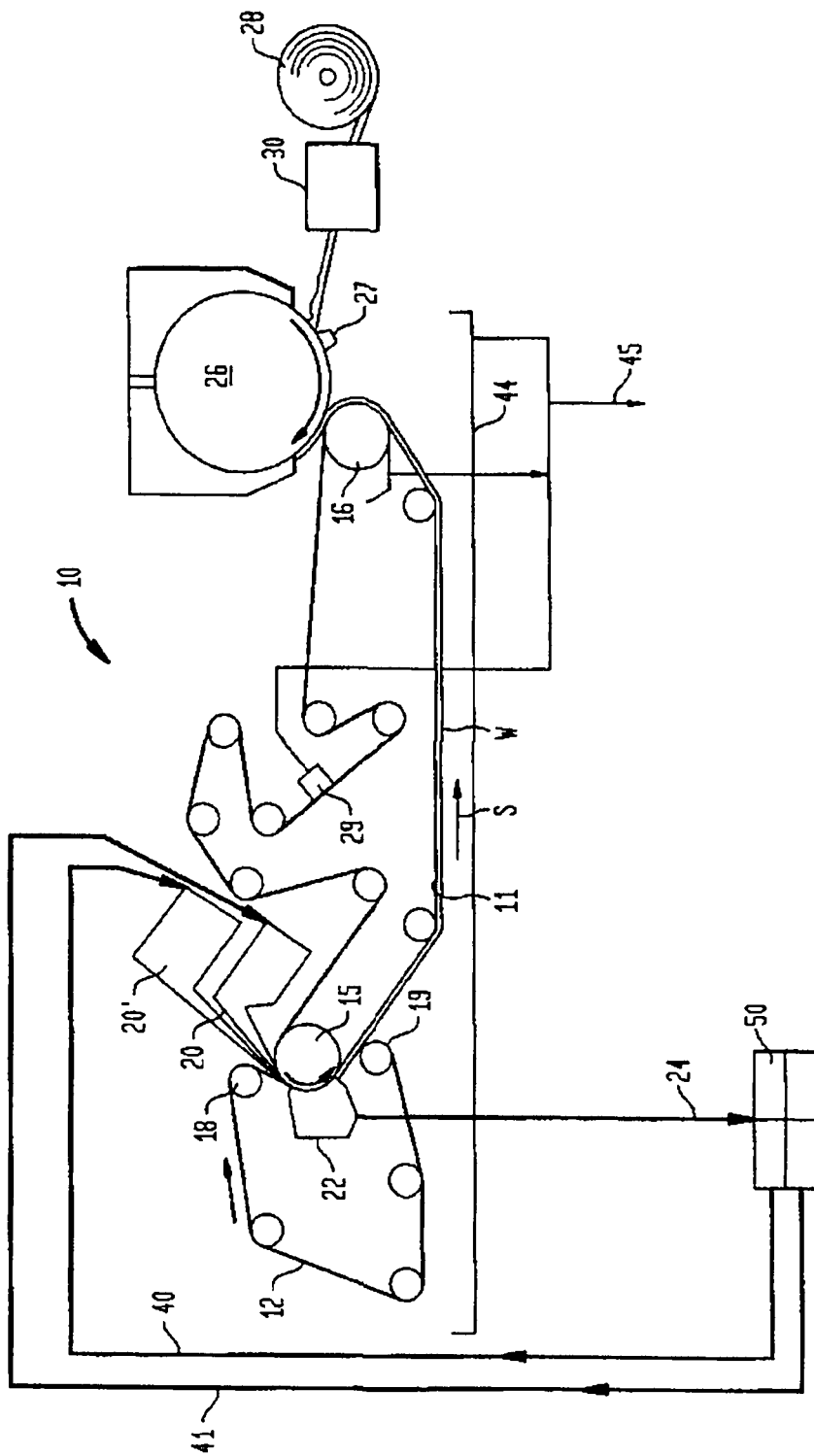
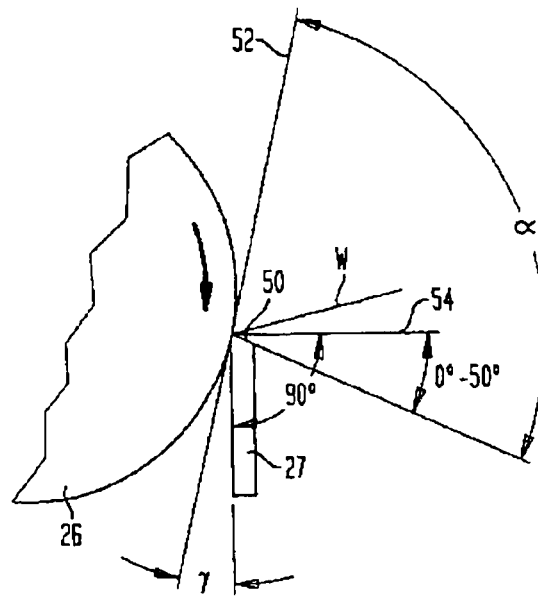


FIG. 2



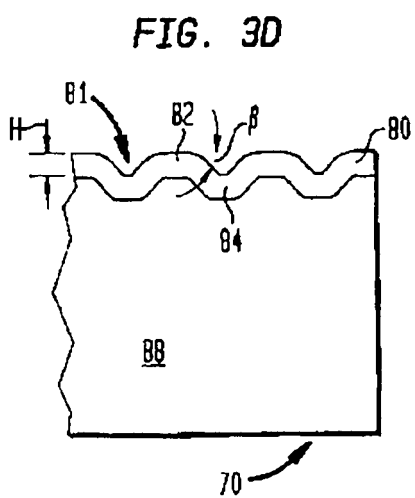
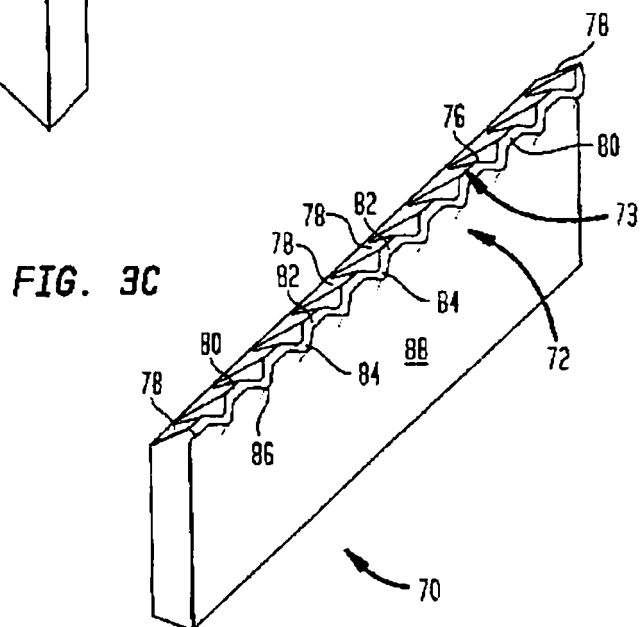
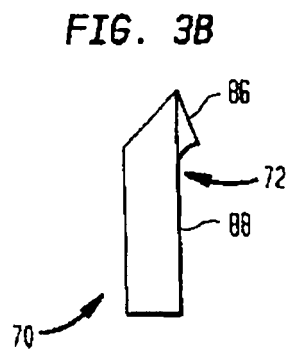
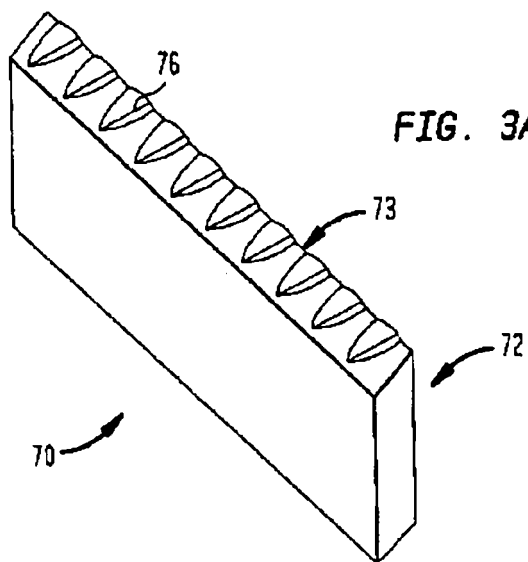


FIG. 4

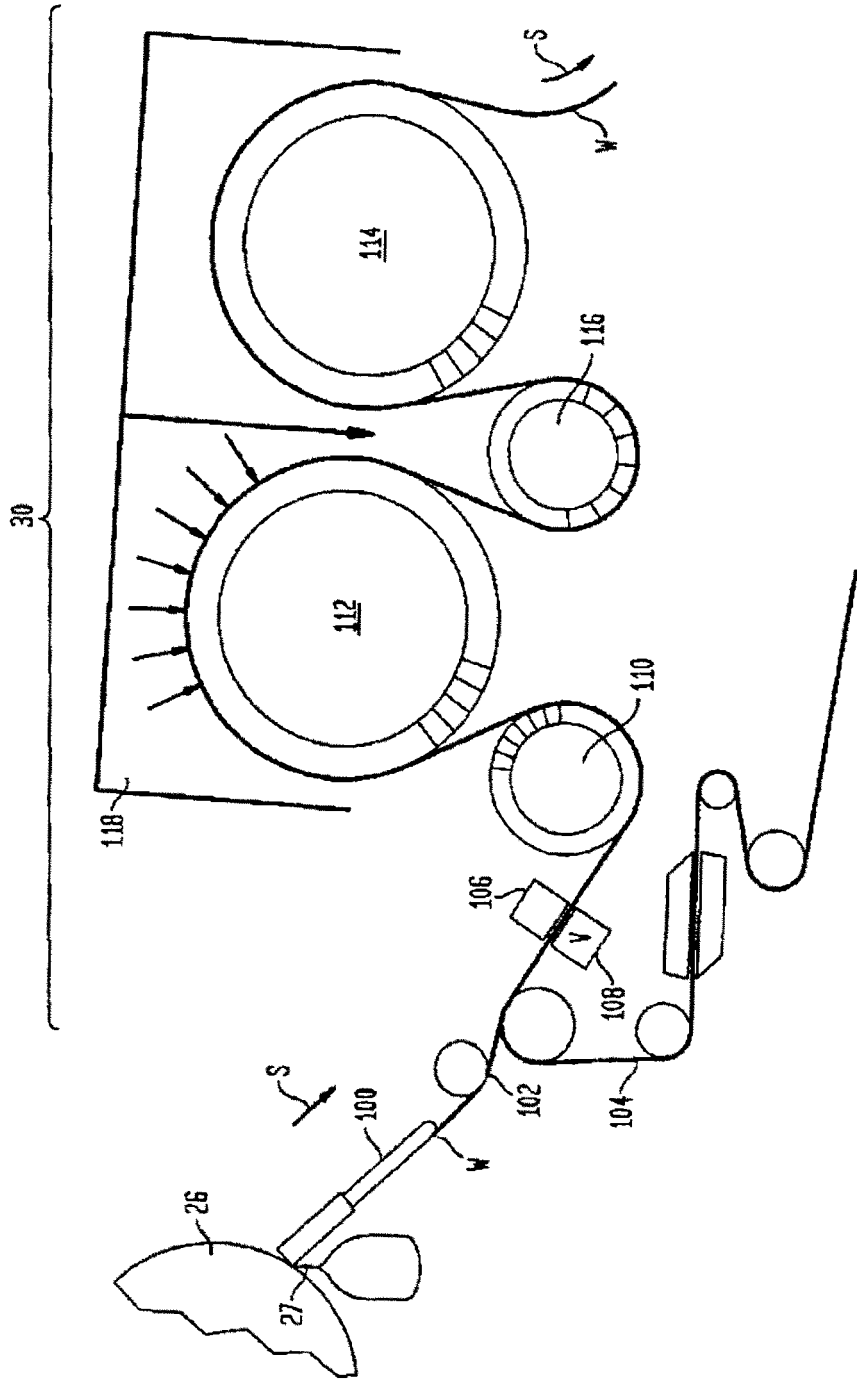


FIG. 5

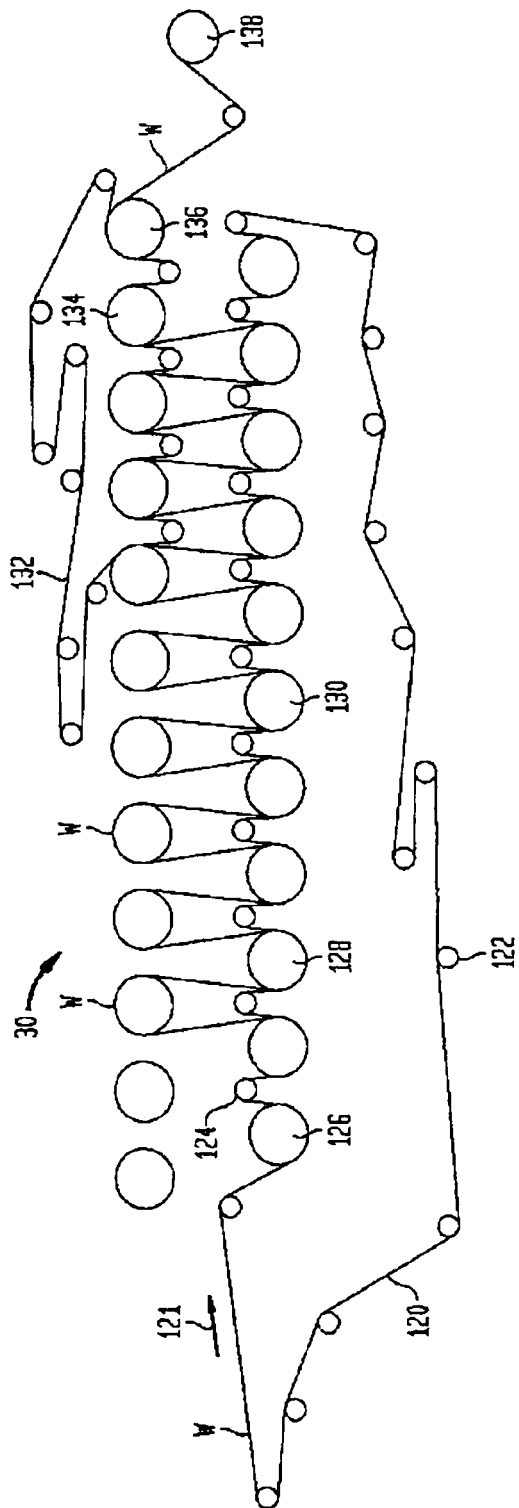


FIG. 6

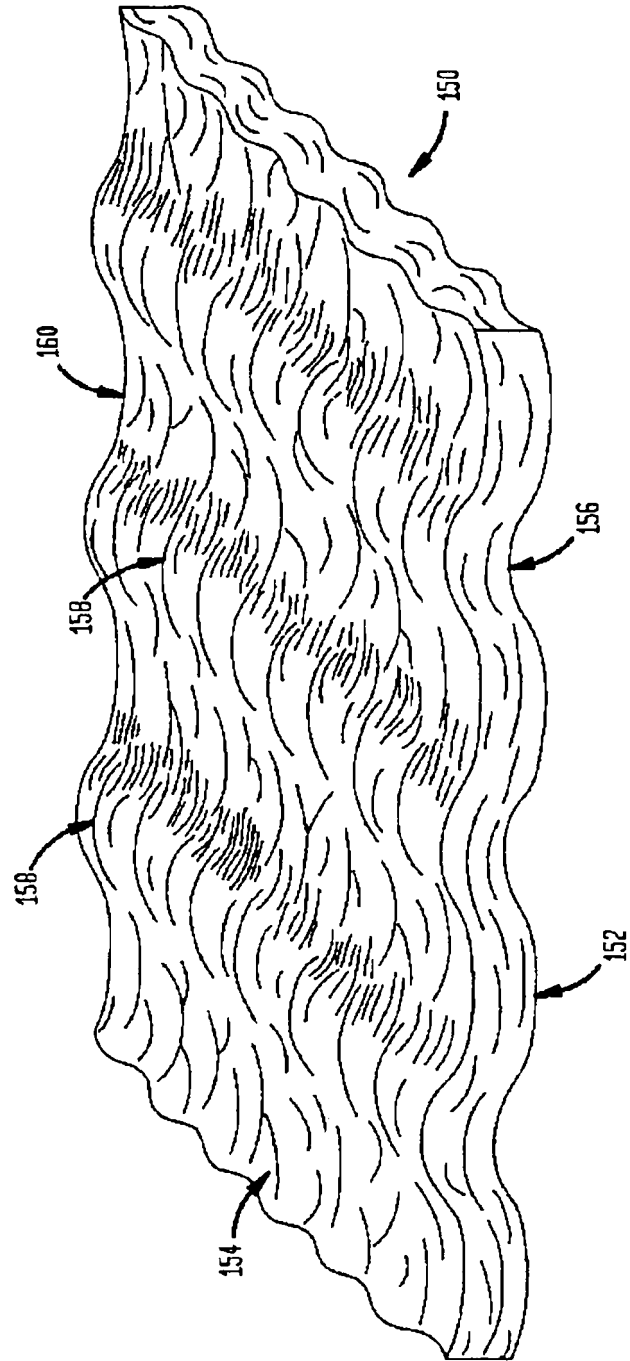


FIG. 7

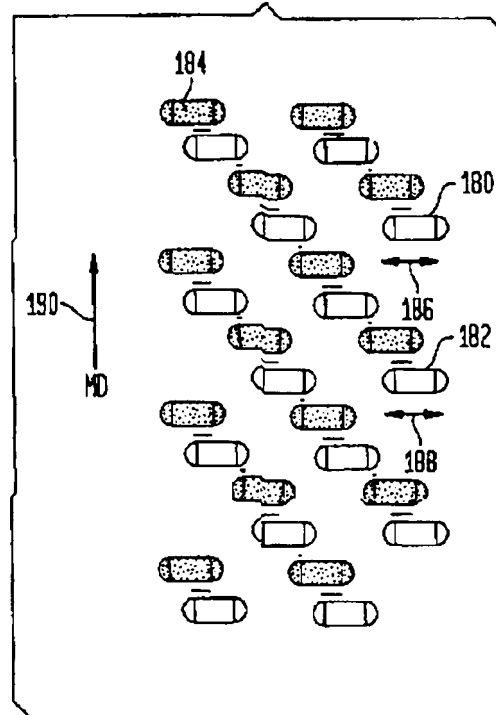


FIG. 8

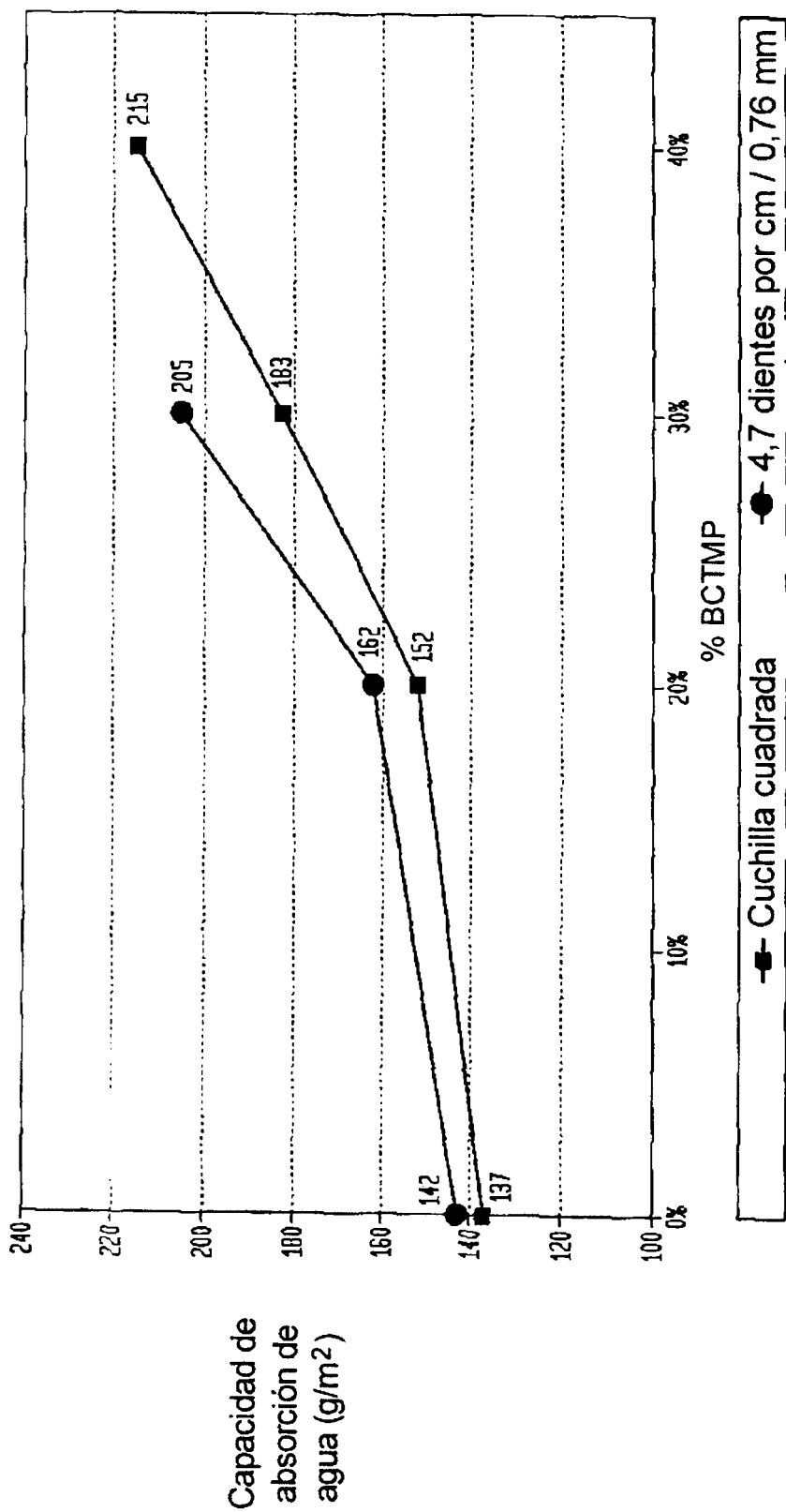


FIG. 9

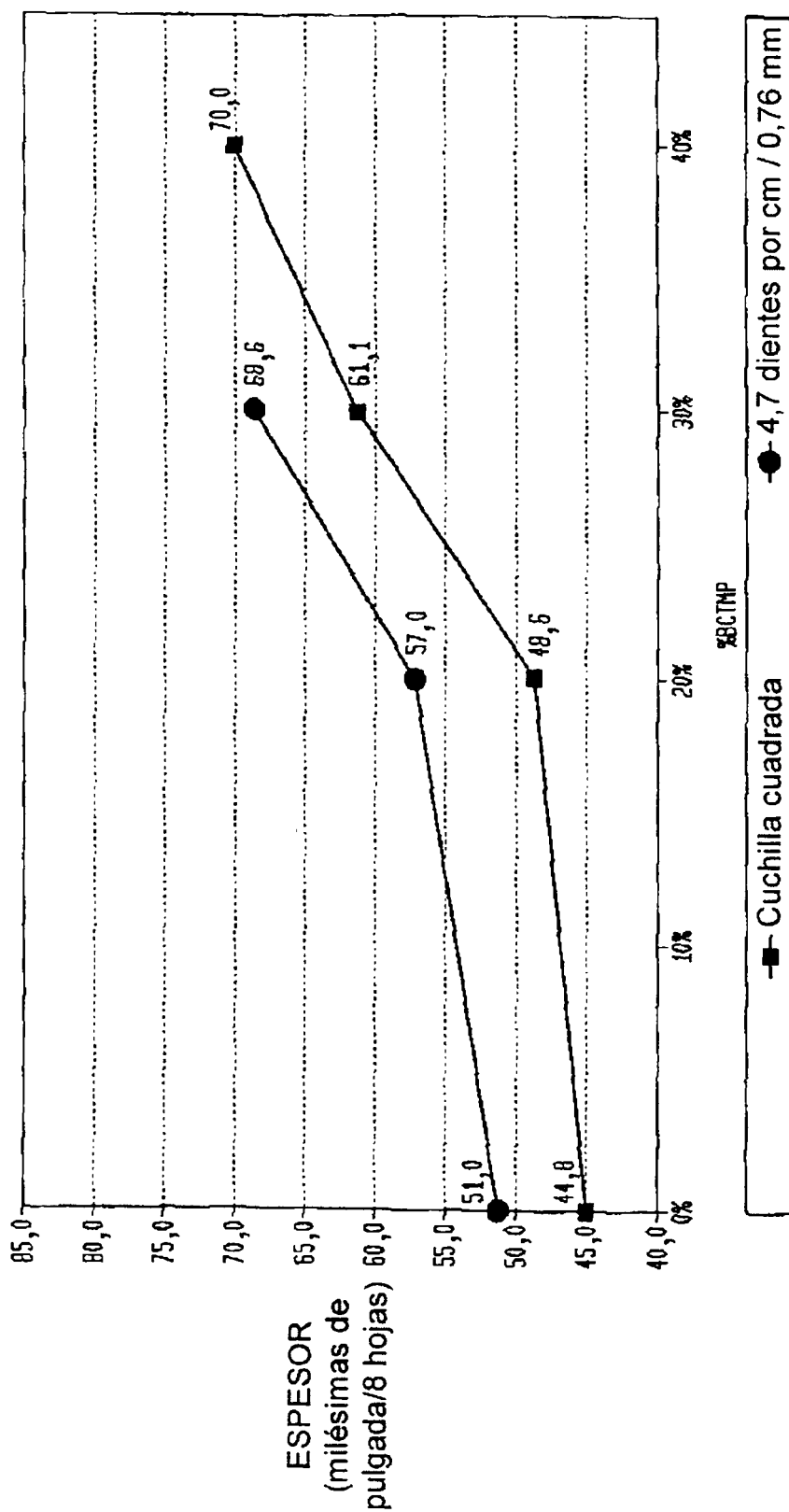


FIG. 10

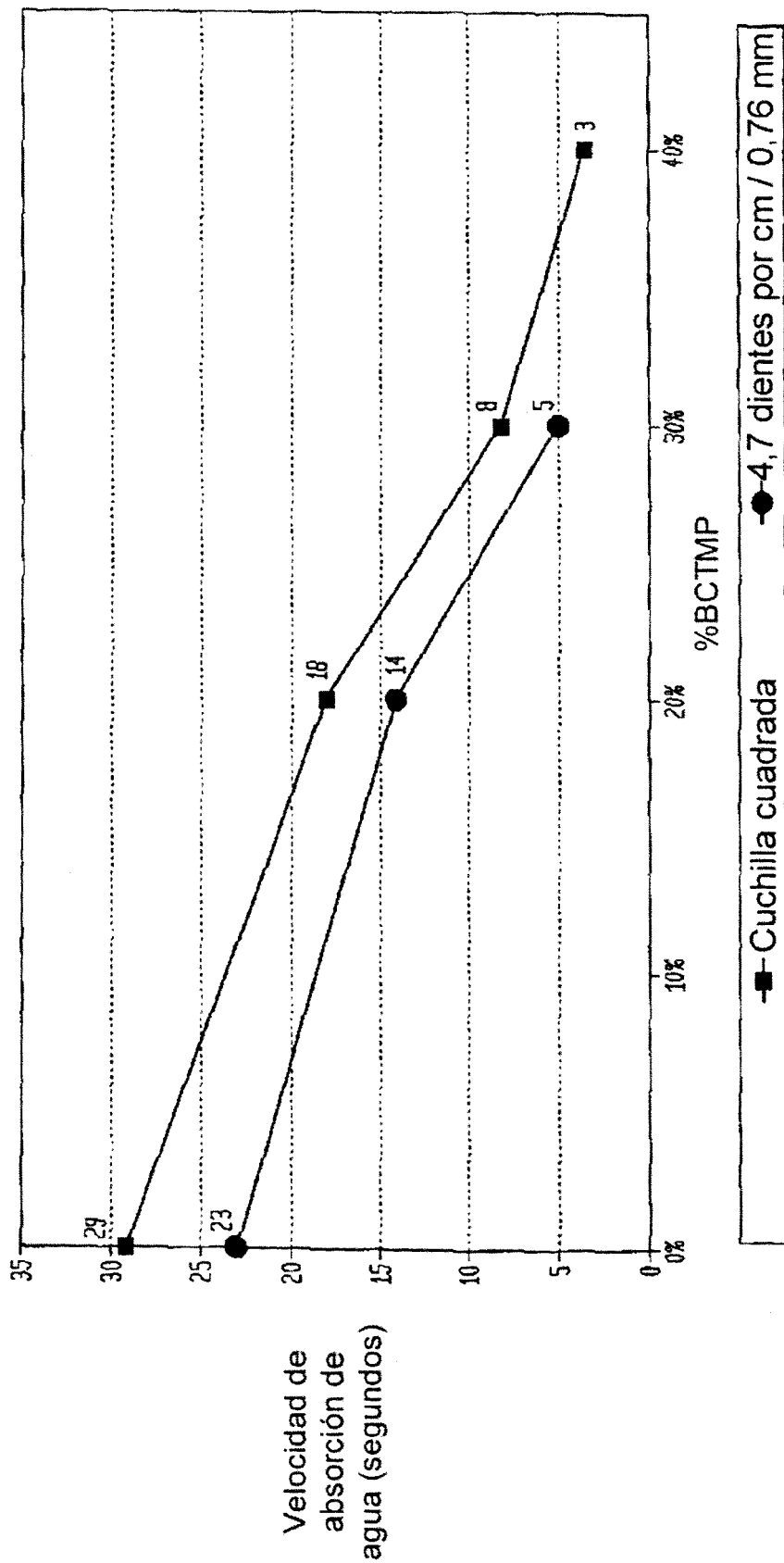


FIG. 11A

0% BCTMP

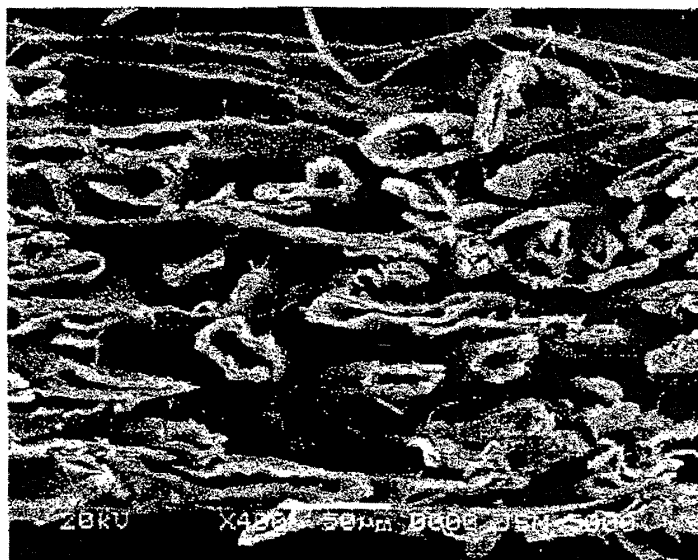


FIG. 11B

40% BCTMP

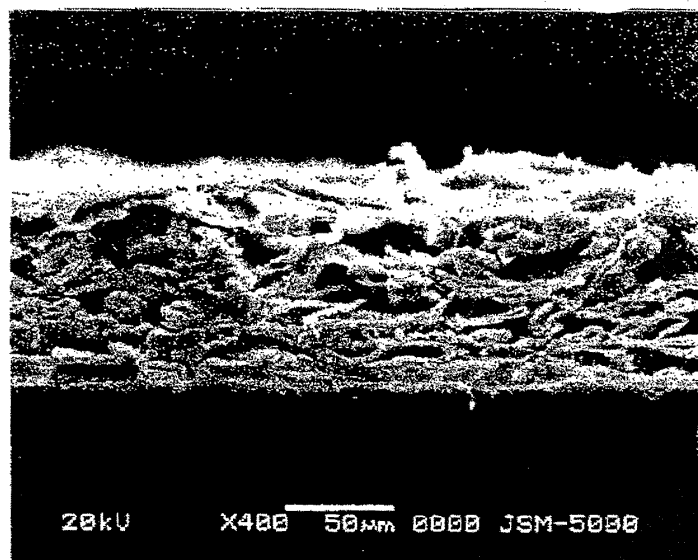


FIG. 11C



Aumentos :x400
Acc. :20 kV
Señal :SEI
WD :18 mm
Tamaño del
punto luminoso :30
Presión :50 µm

FIG. 11D



Aumentos :x400
Acc. :20 kV
Señal :SEI
WD :18 mm
Tamaño del
punto luminoso :30
Presión :50 µm

FIG. 12

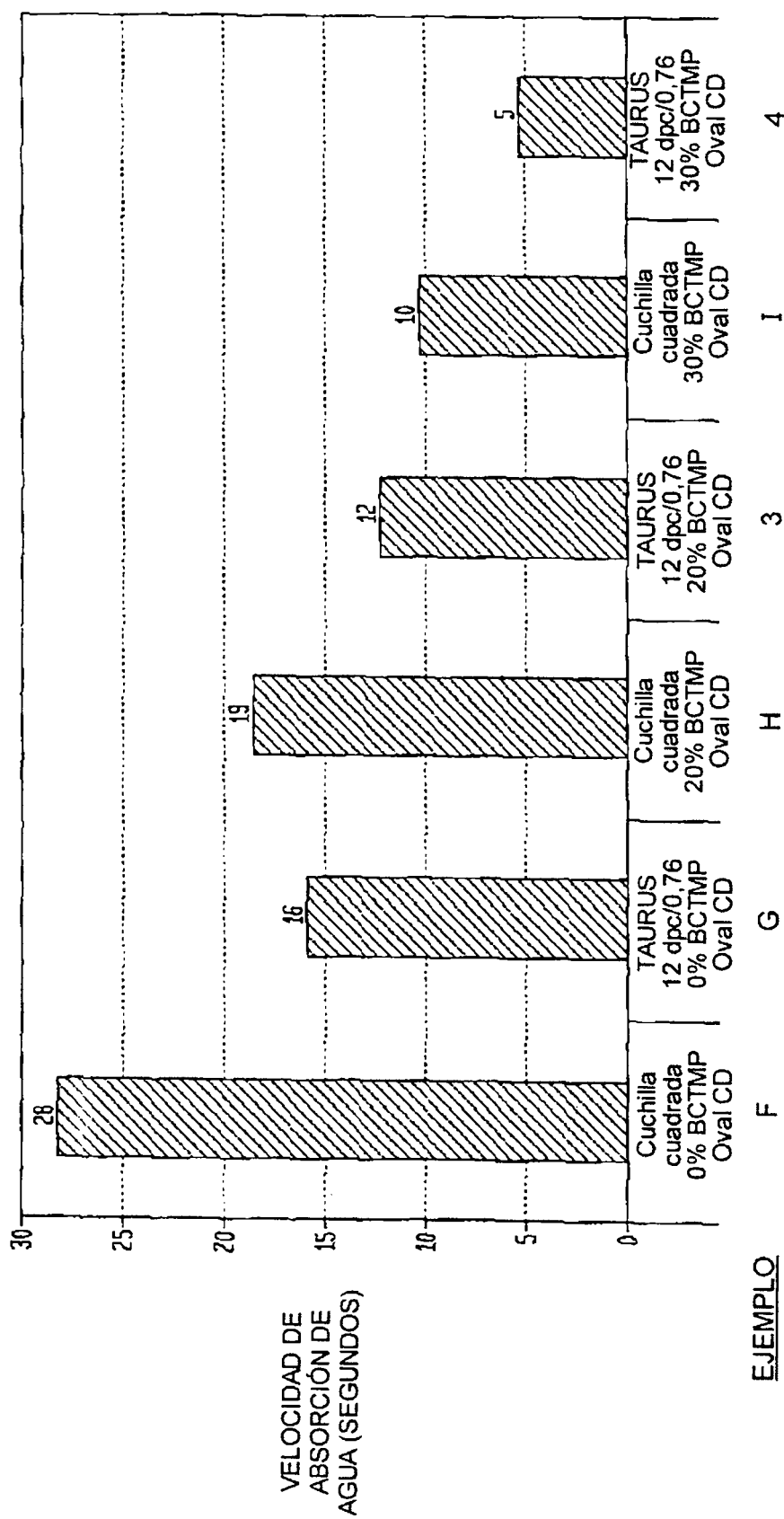


FIG. 13

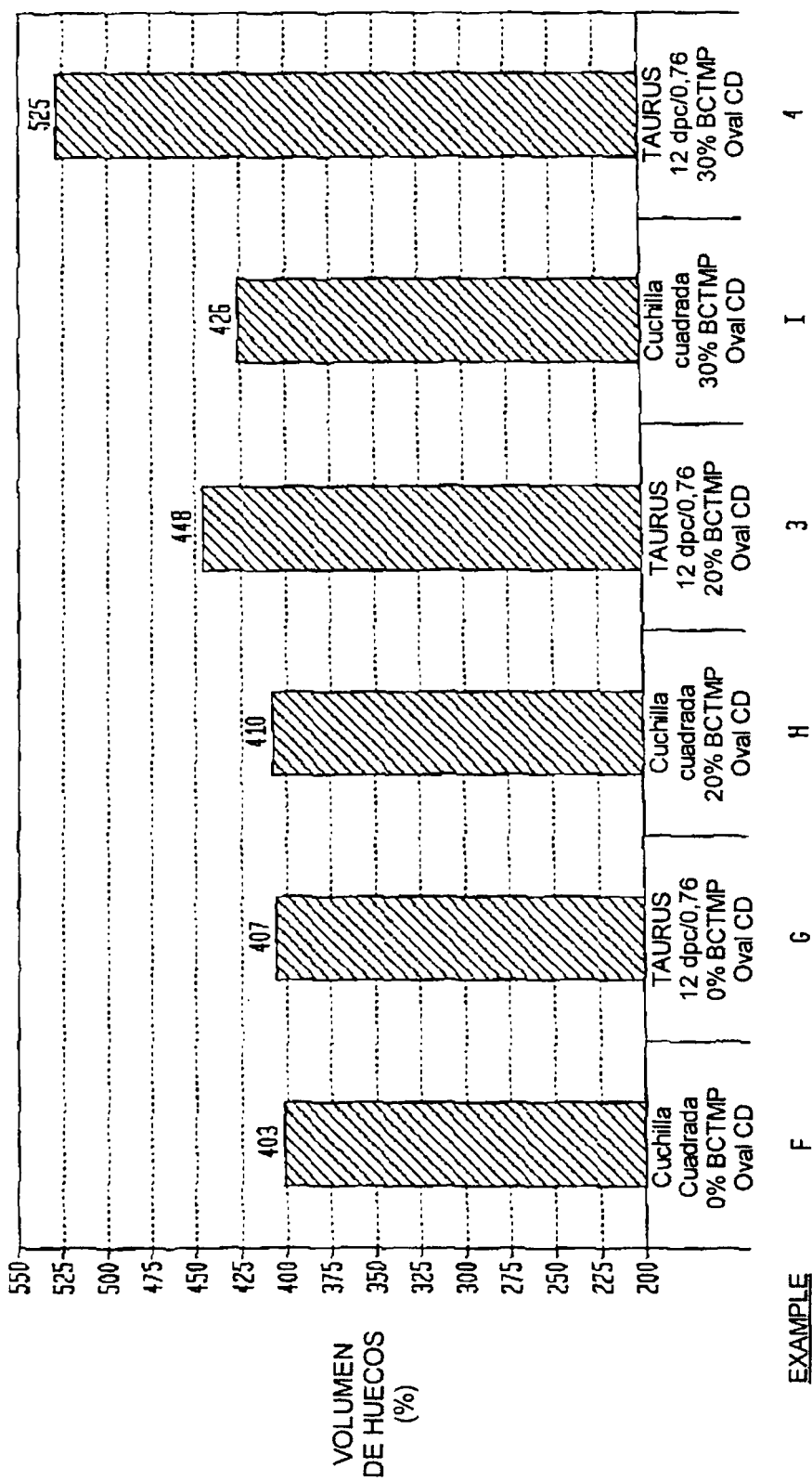


FIG. 14

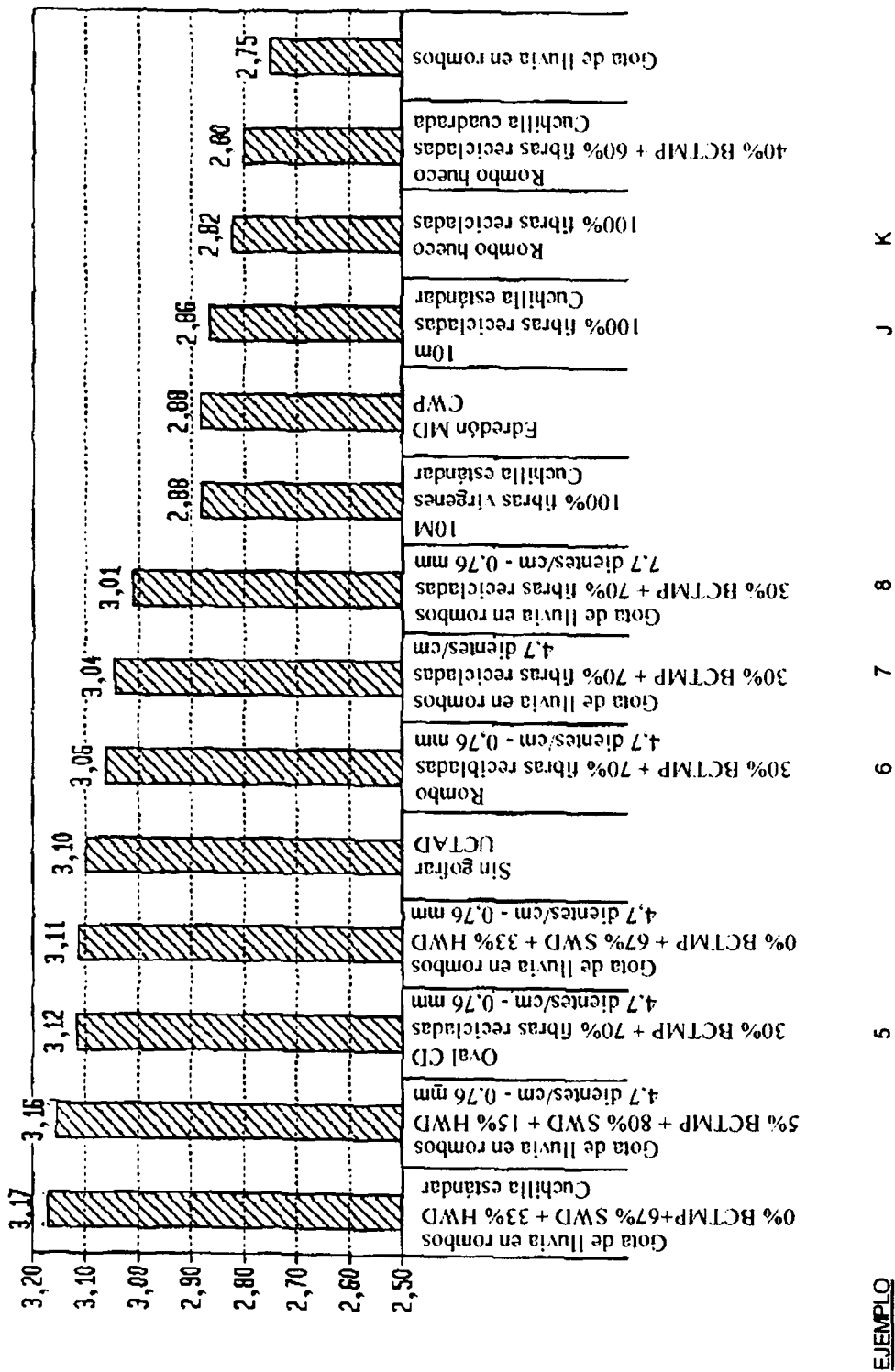
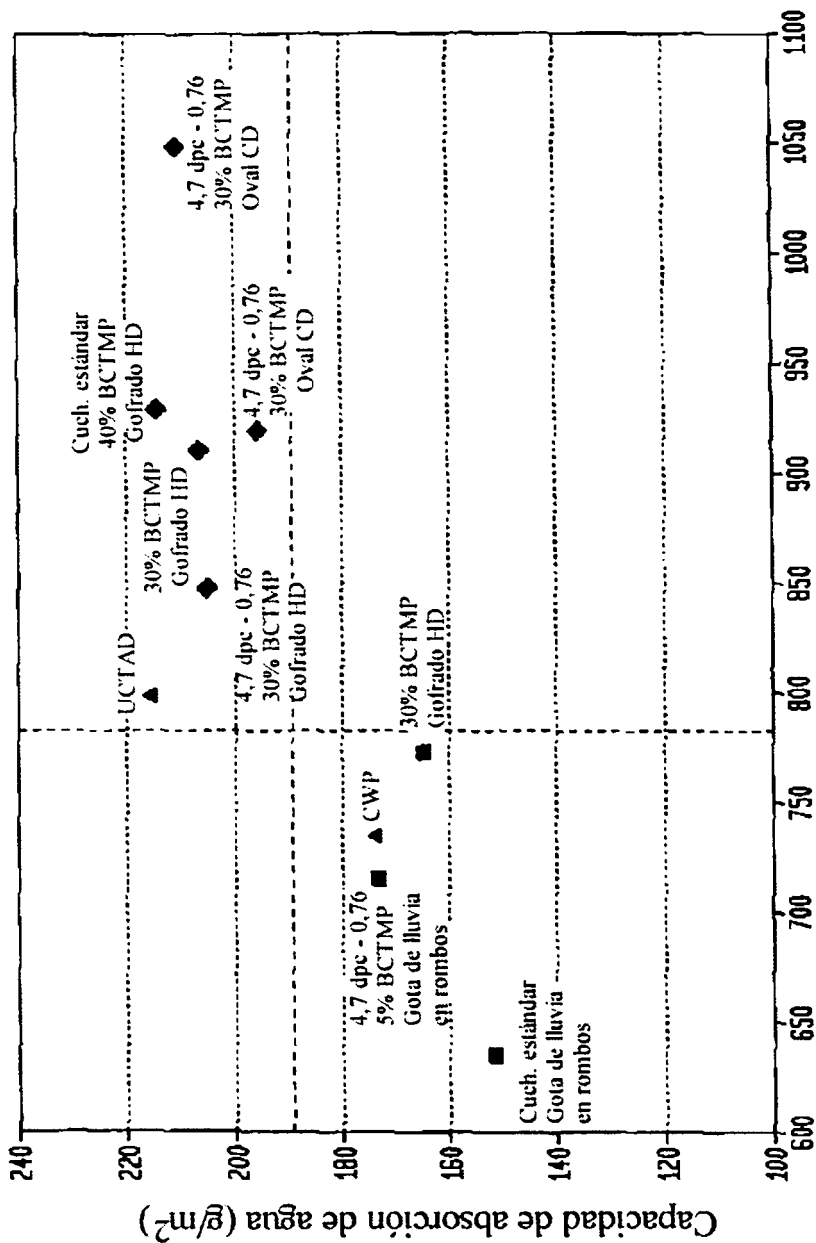


FIG. 15



Resistencia a la tracción en húmero en la dirección transversal (g/3'')