

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 793**

51 Int. Cl.:

D21H 25/00 (2006.01)

D21F 11/14 (2006.01)

D21H 27/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2003 E 08012591 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 1985754**

54 Título: **Proceso para fabricar una hoja celulósica absorbente cresponada por correa y hoja absorbente**

30 Prioridad:

07.10.2002 US 416666 P

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

13.12.2016

73 Titular/es:

**GEORGIA-PACIFIC CONSUMER PRODUCTS LP
(100.0%)
133 Peachtree Street, N.E.
Atlanta GA 30303, US**

72 Inventor/es:

**EDWARDS, STEVEN L.;
SUPER, GUY H.;
MCCULLOUGH, STEPHEN J.;
BAUMGARTNER, DEAN J.;
EGGEN, RICHARD W.;
DUGGAN, DAVID P.;
KRUEGER, JEFFREY E.;
LOMASX, DAVID W. y
JONES, COLIN A.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 593 793 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

Proceso para fabricar una hoja celulósica absorbente cresponada por correa y hoja absorbente

Ámbito técnico

5 La presente invención se refiere en general a procesos de fabricación de papel para elaborar hojas absorbentes y de modo más concreto a un método para fabricar hoja celulósica absorbente cresponada por correa, deshidratando por compactación una pasta de fabricación de papel que forma una banda naciente que tiene una distribución aparente generalmente aleatoria de sus fibras; aplicando la banda deshidratada sobre una superficie de transferencia que se mueve a una primera velocidad; cresponando por correa la banda a partir de la superficie de transferencia, con una consistencia de aproximadamente 30 hasta aproximadamente 60 por ciento, mediante una correa cresponadora con relieve, efectuándose la etapa de cresponado bajo presión en un resquicio delimitado entre la superficie de transferencia y la correa cresponadora, de modo que la correa se mueve a una segunda velocidad inferior a la velocidad de dicha superficie de transferencia. El relieve de la correa, la presión y otros parámetros del resquicio, el incremento de velocidad y la consistencia de la banda se seleccionan de tal manera que la banda se crespona a partir de la superficie y se redistribuya sobre la correa cresponadora, formando una banda con una retícula que tenga una pluralidad de zonas interconectadas de diferentes gramajes locales, incluyendo al menos (i) una pluralidad de zonas con acumulación de fibras de alto gramaje local interconectadas mediante (ii) una pluralidad de zonas de unión de menor gramaje local, la orientación de cuyas fibras está desviada en la dirección entre las zonas de acumulación cruzadas por las porciones de enlace de la banda. El proceso da lugar a un producto absorbente de volumen y absorbencia relativamente grandes en comparación con los productos deshidratados por compactación de modo convencional y los productos de dicho proceso presentan unas propiedades mecánicas únicas, tal como se describe en lo sucesivo.

Antecedentes de la presente invención

25 Los métodos de fabricación de papel tisú, toalla y similares, incluyendo varias características como secado Yankee, secado de material poroso por flujo de gas caliente a través, cresponado por tejido, cresponado en seco, cresponado en húmedo, etc., son bien conocidos. Los procesos convencionales de prensado en húmedo tienen algunas ventajas sobre los procesos convencionales de secado por flujo de aire a través, incluyendo: (1) menores costes de energía relacionados con la eliminación mecánica de agua, en comparación con el secado por transpiración con aire caliente; y (2) velocidades de producción más altas que se alcanzan más fácilmente con procesos que emplean el prensado en húmedo para formar una banda. Por otra parte, los procesos de secado por flujo de aire a través se han convertido en el método alternativo para la nueva inversión de capital, en concreto para la producción de productos de papel tisú y toallas suaves, voluminosos y de calidad superior.

35 El cresponado por tejido se ha usado junto con los procesos de fabricación de papel que incluyen la deshidratación mecánica o compactante de la banda de papel como medio de influir en las propiedades del producto. Véanse las patentes U.S. nº 4.689.119 y 4.551.199 de Weldon, 4.849.054 de Klowak, y 6.287.426 de Edwards y otros. La operación de los procesos de cresponado por tejido ha topado con la dificultad de transferir de manera efectiva una banda de alta o media consistencia a un secador. Otras patentes relacionadas con el cresponado por tejido son las siguientes: 4.834.838; 4.482.429 así como 4.445.638. Véase igualmente la patente U.S. nº 6.350.349 de Hermans y otros, que revela la transferencia en húmedo de una banda, desde una superficie de transferencia giratoria a un tejido.

40 En relación con los procesos de fabricación de papel, el moldeo por tejido también se ha empleado para dar textura y volumen. A este respecto en la patente U.S. nº 6.610.173 de Lindsey y otros puede verse un método para imprimir una banda de papel durante una etapa de prensado en húmedo, que da como resultado unas protusiones asimétricas correspondientes a los conductos de deflexión de un elemento deflector. La patente '173 indica que una transferencia con diferencia de velocidad durante una etapa de prensado sirve para mejorar el moldeo y la impresión de una banda con un elemento deflector. Se dice que las bandas de tisú producidas tienen un conjunto especial de propiedades físicas y geométricas, tales como una retícula compactada y un patrón repetitivo de protusiones con estructuras asimétricas. En cuanto al moldeo en húmedo de una banda con tejidos texturados véanse también las siguientes patentes U.S.: 6.017.417 y 5.672.248 ambas de Wendt y otros; 5.508.818 de Hermans y otros y 4.637.859 de Trokhan. En cuanto al uso de tejidos para proporcionar textura a una hoja mayormente seca véase la patente U.S. nº 6.585.855 de Drew y otros, así como la publicación nº US 2003/00064.

55 La patente U.S. nº 5.503.715 de Trokhan y otros revela una estructura fibrosa de fibras celulósicas que tiene múltiples zonas que se distinguen entre sí por el gramaje. Se indica que la estructura tiene una retícula esencialmente continua de gramaje elevado y zonas discretas de inferior gramaje que circunscriben unas zonas discretas de gramaje intermedio. Las fibras celulósicas que conforman las zonas de menor gramaje pueden estar orientadas radialmente respecto a los centros de las zonas. El papel puede conformarse empleando una correa de moldeo que posee zonas con distinta resistencia al flujo. En general el gramaje de una zona del papel es inversamente proporcional a la resistencia al flujo de la zona de correa de moldeo sobre la que se ha conformado dicha zona del papel. Las zonas de diversa resistencia al flujo provocan el drenaje selectivo de un soporte líquido que lleva fibras celulósicas en suspensión, a través de las distintas zonas de la correa de moldeo. En la patente U.S.

n° 5.935.381, igualmente de Trokhan y otros, se habla de una estructura similar, en que las características se consiguen empleando diferentes tipos de fibra.

5 En la patente U.S. n° 5.607.551, de Farrington, Jr. y otros, se revela de manera más general un método de fabricación de productos secados por flujo de gas a través y en ella se describe este tipo de productos, sin crespónar. Conforme a la patente '551 una corriente de una suspensión acuosa de fibras de fabricación de papel se deposita sobre un tejido de moldeo y se deshidrata en parte hasta una consistencia aproximada del 10 por ciento. Después la banda húmeda se traslada a un tejido de transferencia que se desplaza a una velocidad menor que el tejido de moldeo a fin de impartir una mayor capacidad de dilatación en la banda. Luego la banda se transfiere a un tejido de secado por flujo de gas a través, donde se seca hasta una consistencia final del 95 por ciento o más.

10 En la patente U.S. n° 5.510.002 de Hermans y otros se revelan varios productos crespónados, secados por flujo de gas a través. Haciendo referencia a la figura 2, por ejemplo, se indica un método de prensado en húmedo/secado a través, para elaborar tisú crespónado, en que una suspensión acuosa de fibras de fabricación de papel se deposita sobre un tejido conformador, se deshidrata en el resquicio de una prensa entre un par de fieltros y después se tensa en húmedo sobre un tejido de secado por aire a través. La banda secada por aire a través se adhiere a un secador Yankee, se sigue secando y se crespóna para dar el producto final.

15 Productos crespónados y secados a través también se revelan en las siguientes patentes: U.S. n° 3.994.771 de Morgan, Jr. y otros; U.S. n° 4.102.737 de Morton; y U.S. n° 4.529.480 de Trokhan. Los procesos descritos en estas patentes consisten de manera muy general en formar una banda sobre un soporte perforado, presecar térmicamente la banda, aplicar la banda a un secador Yankee con un resquicio definido, en parte, por un tejido de impresión y crespónar el producto a partir del secador Yankee. Suele requerirse una banda relativamente permeable, que dificulta el empleo de pasta reciclada de fabricación de papel a niveles deseados. La transferencia al secador Yankee tiene lugar normalmente a unos niveles de consistencia de la banda de 60% hasta 70% aproximadamente.

20 Los procesos de secado a través convencionales no aprovechan plenamente el potencial de los secadores Yankee porque en parte es difícil adherir una banda parcialmente secada, de consistencia media, a una superficie que gira a gran velocidad, sobre todo partiendo de un tejido de malla abierta cuyas zonas de contacto durante la transferencia al cilindro suelen ser inferiores al 50% de la banda. Por tanto el secador tiene que funcionar a velocidades inferiores a su potencial y con unas velocidades del chorro de aire calentado que incide en la campana muy por debajo de las empleadas en las tecnologías de prensado en húmedo convencionales ("CWP").

25 Tal como se observa arriba, los productos secados con aire a través presentan mayor volumen y suavidad; sin embargo la deshidratación térmica con aire caliente consume mucha energía y requiere un substrato bastante permeable. Por tanto las operaciones de prensado en húmedo en que las bandas se deshidratan mecánicamente son preferibles desde el punto de vista energético y se aplican más fácilmente a las pastas que contienen fibra reciclada, la cual tiende a formar bandas con menor permeabilidad que la fibra virgen. Entonces se puede usar con mayor efectividad un secador Yankee, porque la banda transferida le llega a una consistencia de un 30 por ciento o de nivel parecido, permitiendo que se adhiera firmemente para el secado.

30 Los procesos de prensado en húmedo/crespónado en húmedo o en seco se han empleado ampliamente, como se desprende de la literatura de fabricación de papel abajo citada. Muchas mejoras se refieren al incremento del volumen y de la absorbencia de productos deshidratados por compactación, que en parte suelen deshidratarse con un fieltro de fabricación de papel.

35 La patente U.S. n° 5.851.353 de Fiscus y otros indica un método de secado de bandas húmedas para productos de tisú, por medio de secadores de cilindros, en que una banda parcialmente deshidratada se oprime entre un par de tejidos de moldeo. La banda oprimida se procesa sobre una pluralidad de cilindros secadores, partiendo por ejemplo desde una consistencia aproximada del 40 por ciento hasta llegar a una consistencia de al menos un 70 por ciento aproximadamente. Los tejidos de moldeo protegen la banda del contacto directo con los cilindros secadores e imparten una impresión en la banda.

40 La patente U.S. n° 5.087.324 de Awofeso y otros revela una toalla de papel estratificada y deslaminada. La toalla incluye una primera capa densa de mezcla de fibras químicas y una segunda capa de una mezcla de fibras voluminosa y anfractuosa, unitaria con la primera capa. La primera y la segunda capas aumentan la tasa de absorción y la capacidad de retención de agua de la toalla de papel. El método de formación de una banda estratificada y deslaminada de material para toalla de papel incluye el aporte de una primera pasta directamente a una malla y el aporte de una segunda pasta de una mezcla de fibras voluminosa y anfractuosa directamente sobre la primera pasta depositada en la malla. Después se crespóna una banda de toalla de papel y se le da relieve.

45 La patente U.S. n° 5.494.554 de Edwards y otros ilustra la formación de bandas de tejido prensadas en húmedo, empleadas para tisú facial, tisú de baño, toallas de papel o similares, las cuales se producen conformando el tejido húmedo en capas, de modo que la segunda capa formada tenga una consistencia notablemente inferior a la consistencia de la primera capa formada. La mejora obtenida en la formación de la banda facilita un deslizamiento uniforme fibra-matriz durante el crespónado en seco, que a la vez incrementa mucho la suavidad y reduce la formación de pelusa. Los tisús prensados en húmedo, elaborados con el proceso según la patente '554, están

internamente desligados, como indica la medición de un alto índice de volumen hueco. Véase también la patente U.S. n° 3.432.936 de Cole y otros. El proceso revelado en la patente '936 comprende: formación de una banda naciente sobre un tejido conformador, prensado en húmedo de la banda, secado de la banda sobre un secador Yankee, cresponado de la banda fuera del secador Yankee y secado completo del producto por aire a través; de manera similar en muchos aspectos al proceso descrito en la patente U.S. n° 4.356.059 de Hostetler.

En el documento de patente US 5314584 se puede encontrar técnica anterior relacionada adicional.

Conforme a la presente invención se ha encontrado que la absorbencia, el volumen y la dilatación de una banda prensada en húmedo se puede mejorar ampliamente cresponando en húmedo una banda por tejido y manteniendo al mismo tiempo la alta velocidad, la eficiencia térmica y la tolerancia de la pasta al reciclado de fibra procedente de la tecnología de prensado en húmedo, si el proceso se hace funcionar en condiciones apropiadas para reestructurar una banda húmeda formada de manera aparentemente aleatoria.

Resumen de la presente invención

La presente invención sugiere un método para fabricar una lámina celulósica absorbente cresponada por correa según la reivindicación 1, así como una lámina absorbente según una de las reivindicaciones 3, 11 y 12.

La presente invención se ocupa, en parte, de un proceso para elaborar productos absorbentes de papel celulósico tales como hoja base para toalla, tisú y similares, incluyendo la deshidratación compactante de una banda naciente, seguida del cresponado en húmedo de la banda por tejido o por correa a una consistencia comprendida aproximadamente entre 30 y 60 por ciento, en condiciones adecuadas para redistribuir una disposición de fibras aparentemente aleatoria, de modo que resulte una banda estructurada con una variación local predeterminada del gramaje y con una orientación de las fibras impartida durante la etapa de cresponado por tejido. De manera preferente la banda se aplica luego sobre un secador Yankee, utilizando un adhesivo de cresponado tal como los adhesivos de poli (alcohol vinílico) /poliamida descritos más adelante, para permitir la transferencia a velocidad elevada de la banda de consistencia intermedia. Se encontró inesperadamente que podrían usarse ciertos adhesivos para transferir y adherir una banda de consistencia intermedia a un secador Yankee, de modo suficiente para permitir la operación a gran velocidad y el secado de la banda en la campana del secador Yankee mediante un chorro de aire que incide a velocidad elevada, con lo cual el uso del secador es efectivo. El adhesivo es higroscópico, rehumectable y preferiblemente no se reticula en gran medida durante el uso. Dependiendo de los parámetros de operación se incluye una resina resistente a la humedad en la pasta de fabricación de papel.

La banda producida según la presente invención muestra una microestructura entre fibras parecida en muchos aspectos a la microestructura de los productos secados a través que no han sido deshidratados mecánicamente durante sus etapas de formación, es decir, cuya consistencia es inferior al 50 por ciento o de nivel parecido. Los productos de la presente invención tienen gran absorbencia y dilatación CD, más que los productos convencionalmente compactados por deshidratación. Sin ninguna pretensión de teorizar, se cree que el proceso de la presente invención sirve para reconfigurar la microestructura entre fibras de la banda compactada por deshidratación hacia una microestructura abierta con altos niveles de absorbencia y dilatación en sentido transversal a la dirección de máquina. Los productos pueden elaborarse con una capacidad de dilatación muy elevada en el sentido de la máquina, lo cual contribuye a obtener características táctiles únicas.

El módulo CD de los productos de la presente invención alcanza normalmente un valor máximo para bajas tensiones CD, menores del 1% en la mayoría de los casos, al igual que los productos obtenidos por CWP; sin embargo el módulo CD de los productos según la presente invención se mantiene en valores altos al aumentar la tensión CD, a diferencia de los productos CWP, cuyo módulo CD decae rápidamente cuando aumenta la tensión y el producto cede.

Un método de elaboración de una hoja celulósica absorbente cresponada por correa de acuerdo con la presente invención incluye: deshidratación compactante de una pasta de fabricación de papel, para formar una banda naciente con una distribución aparentemente aleatoria de las fibras; aplicación de la banda deshidratada con dicha distribución aparentemente aleatoria de las fibras a una superficie de transferencia que se mueve a una primera velocidad; cresponado por correa de la banda, a partir de la superficie de transferencia, a una consistencia aproximada del 30 al 60 por ciento, mediante una correa cresponadora con relieve, de modo que la etapa de cresponado tiene lugar bajo presión en un resquicio delimitado entre la superficie de transferencia y la correa cresponadora, moviéndose la correa a una segunda velocidad inferior a la velocidad de dicha superficie de transferencia y seleccionando el relieve de la correa, los parámetros del resquicio, la diferencia de velocidad y la consistencia de la banda de manera que ésta se crespone a partir de la superficie y se redistribuya sobre la correa cresponadora, formando una banda con una retícula que presenta una pluralidad de zonas interconectadas de distintos gramajes locales, que consta de al menos (i) una pluralidad de zonas con acumulación de fibras, de gramaje alto, interconectadas mediante (ii) una pluralidad de zonas de unión, de menor gramaje local, cuyas fibras están forzosamente orientadas entre las zonas con acumulación; y secado de la banda. En general el proceso funciona a un nivel de cresponado de al menos un 10 por ciento, normalmente de al menos un 20 por ciento y en muchos casos de al menos un 40, 60 u 80 por ciento.

En realizaciones típicas hay zonas tegumentarias de fibras cuya orientación va dirigida hacia la MD y algunas veces a lo largo de la misma. Las zonas de unión y las zonas tegumentarias son regiones de enlace entre las zonas enriquecidas en fibras, como puede verse concretamente en las imágenes de microscopía electrónica de barrido que se adjuntan. En general la pluralidad de zonas enriquecidas en fibras y las regiones de enlace se repiten por toda la banda en un patrón regular de zonas fibrosas interconectadas, donde la orientación de las fibras de las zonas enriquecidas y de las regiones de enlace difiere entre sí. En algunos, casos las fibras de las zonas enriquecidas están básicamente orientadas en la CD y la pluralidad de zonas enriquecidas en fibras tiene un gramaje local mayor que las zonas de unión. Preferiblemente al menos una porción de las zonas de unión consta de fibras orientadas principalmente en la MD y en ellas hay un patrón repetitivo que incluye una pluralidad de zonas enriquecidas en fibras, una primera pluralidad de zonas de unión cuyas fibras están orientadas forzosamente hacia la dirección de la máquina y una segunda pluralidad de zonas de unión cuyas fibras también están orientadas forzosamente hacia la dirección de la máquina, pero aparte de la orientación de la primera pluralidad de zonas de unión. En realizaciones preferidas, al menos una de las pluralidades de zonas de unión está orientada básicamente en la MD y las zonas enriquecidas en fibras presentan múltiples pliegues en forma de U transversales a la dirección de máquina. Los productos se elaboran adecuadamente cuando la correa crespoadora es un tejido crespoador provisto de nudillos en la CD que definen unas superficies de crespoador transversales a la dirección de máquina, de modo que la distribución de las zonas enriquecidas en fibras corresponde a la disposición de los nudillos CD sobre el tejido crespoador. Por tanto también es preferible que sea deformable el rodillo que soporta el tejido y lo empuja contra la superficie de transferencia, sobre todo que lleve un recubrimiento polimérico cuyo espesor sea al menos del 25% de la longitud del resquicio y en algunos casos del 50%.

La banda tiene generalmente una dilatación CD de aproximadamente 5 por ciento hasta 20 por ciento, siendo típica una dilatación CD del 5 hasta el 10 por ciento, aproximadamente. En muchos casos preferidos la banda tiene una dilatación CD del 6 hasta el 8 por ciento, aproximadamente.

Los productos de la presente invención pueden proporcionarse con una dilatación MD característicamente elevada. La banda puede tener una dilatación MD de al menos 15 por ciento aproximadamente, de al menos 25 o 30 por ciento, de al menos 40 por ciento o de al menos 55 por ciento o más, aproximadamente. Por ejemplo, la banda puede tener en algunos casos una dilatación MD de al menos 75 u 80 por ciento aproximadamente. En muchas realizaciones la banda también se caracteriza por una relación de tracción MD/CD aproximadamente inferior a 1,1, en general de 0,5 hasta 0,9 o de 0,6 hasta 0,8 aproximadamente.

Las condiciones del crespoador por tejido se eligen preferiblemente de manera que la fibra se distribuya en zonas de diferentes gramajes. La banda se crespoador convenientemente por correa a una consistencia de aproximadamente 35 por ciento hasta aproximadamente 55 por ciento y, con mayor preferencia, la banda se crespoador por correa a una consistencia de aproximadamente 40 por ciento hasta aproximadamente 50 por ciento. La presión en el resquicio de crespoador por correa o por tejido es aproximadamente de 3,50 N/mm (20 PLI) hasta aproximadamente 17,5 N/mm (100 PLI), con preferencia de aproximadamente 7,01 N/mm (40 PLI) hasta aproximadamente 14,0 N/mm (80 PLI) en general y más típicamente la presión en el resquicio de crespoador es de aproximadamente 8,76 N/mm (50 PLI) hasta aproximadamente 12,3 N/mm (70 PLI). A fin de tener unas condiciones más uniformes de crespoador por tejido, para presionar el tejido contra la superficie de transferencia en la línea del resquicio se usa un rodillo con un recubrimiento suave, de modo que el ángulo de crespoador sea más agudo, sobre todo en máquinas muy anchas que requieren rodillos de gran diámetro. Normalmente la correa crespoadora es soportada en el resquicio con un rodillo soporte que tiene una dureza superficial de 20 a 120, aproximadamente, en la escala Pusey-Jones. La correa crespoadora puede estar soportada en el resquicio con un rodillo soporte que tenga una dureza superficial de 25 a 90, aproximadamente, en la escala Pusey-Jones. Asimismo el resquicio se extiende normalmente sobre una distancia de al menos aproximadamente 1,27 cm (1/2") en la dirección de la máquina, siendo típica una distancia de aproximadamente 5,08 cm (2").

En otro aspecto de la presente invención, un método para elaborar una hoja celulósica absorbente crespoador por tejido incluye: deshidratación compactante de una pasta de fabricación de papel, para formar una banda naciente; aplicación de la banda deshidratada a la superficie de un rodillo de transferencia rotativo que gira a una primera velocidad, que en la superficie es de 5,08 m/s (1000 pies por minuto); crespoador por tejido de la banda a partir del rodillo de transferencia, a una consistencia aproximada del 30 al 60 por ciento, en un resquicio de alto impacto delimitado entre el rodillo de transferencia y un tejido crespoador que se mueve a una segunda velocidad menor que la de dicho rodillo de transferencia, crespoador la banda desde el rodillo y recolocándola sobre el tejido crespoador; y secado de la banda, de modo que tenga una absorbencia aproximada de al menos 5 g/g y una dilatación CD aproximada de al menos 4 por ciento. En general la velocidad superficial del rodillo de transferencia es de al menos aproximadamente 10,2 m/s (2000 pies por minuto), algunas veces la velocidad superficial del rodillo de transferencia es de al menos aproximadamente 15,2 m/s (3000 pies por minuto) o 20,3 m/s (4000 pies por minuto), y a veces de 30,5 m/s (6000 pies por minuto) o más. Los atributos preferidos del producto son aquellos en que la banda tiene una absorbencia aproximada de 5 g/g hasta 12 g/g o en que la absorbencia de la banda (g/g) es aproximadamente de al menos 0,7 veces el volumen específico de la banda (cc/g), por ejemplo una absorbencia de la banda (g/g) de aproximadamente 0,75 hasta 0,9 veces el volumen específico de la banda (cc/g). Por deshidratación compactante de productos según la presente invención se logran fácilmente absorbencia de 6 g/g, 7 g/g y 8 g/g. Aunque las bandas según la presente invención no requieren cantidades sustanciales de resina

resistente a la humedad para conseguir absorbencia, la pasta acuosa puede llevar una resina resistente a la humedad, como una de poliamida-epiclorhidrina descrita más adelante. La banda naciente se deshidrata usualmente antes de aplicarla al rodillo de transferencia, prensándola en húmedo mediante un fieltro de fabricación de papel durante la aplicación del rodillo de transferencia y usando opcionalmente una prensa de zapata. Si se desea, uno de los rodillos en el resquicio de transferencia podría ser una prensa de zapata. Cuando se usa un tejido cresponador, el resquicio se extiende normalmente a una distancia que equivale al menos dos veces a la distancia entre tramas (filamentos CD) del tejido cresponador, por ejemplo a una distancia que equivale al menos 4 veces a la distancia entre tramas del tejido cresponador, o al menos a 10, 20 o 40 veces dicha distancia. Como la resina resistente a la humedad no es necesaria para la absorbencia, la toalla de la presente invención puede elaborarse de manera que sea desechable por el inodoro.

Los procesos preferidos comprenden aquellos en que la banda - a una consistencia aproximada de 30 a 60 por ciento - se seca transfiriéndola de la correa cresponadora a un rodillo de secado, al cual se adhiere con un adhesivo higroscópico y rehumectable adaptado para fijar la banda sobre el rodillo de secado; y se crespona a partir del rodillo secador. El adhesivo es preferible y básicamente del tipo no reticulante e incluye sobre todo poli (alcohol vinílico) como componente pegajoso, aunque un adhesivo de cresponado puede llevar aproximadamente desde 10 hasta 90 por ciento de poli (alcohol vinílico) respecto al contenido de resina en el adhesivo. Es más usual que el adhesivo de cresponado contenga poli (alcohol vinílico) y al menos una segunda resina, de modo que la relación ponderal de poli (alcohol vinílico) a peso total de poli (alcohol vinílico) más segunda resina sea al menos de 3:4, preferiblemente, como mínimo, de 5:6 aproximadamente. En muchas realizaciones preferidas la relación ponderal de poli (alcohol vinílico) a peso total de poli (alcohol vinílico) más segunda resina es de hasta 7:8. Así pues el adhesivo de cresponado consta básicamente de poli (alcohol vinílico) y un polímero amídico, incluyendo opcionalmente uno o más modificadores en el proceso descrito específicamente a continuación. Los modificadores adecuados comprenden complejos de amonio cuaternario con al menos una amida no cíclica.

Las velocidades típicas de producción en línea pueden ser de al menos aproximadamente 2,54 m/s (500 pies por minuto), al menos 5,08 m/s (1000 pies por minuto) o más, tal como se indica arriba. Debido al empleo de adhesivos especiales, la etapa de secado sobre el rodillo secador comprende el secado de la banda con aire caliente que incide a gran velocidad sobre la banda en una campana de secador alrededor del rodillo secador. El chorro de aire incidente tiene una velocidad aproximada de 76,2 m/s (15.000 pies por minuto) hasta aproximadamente 152 m/s (30.000 pies por minuto), de manera que un secador Yankee seca la banda a razón de desde aproximadamente 97 kg/m² h (20 libras de agua/pie²-h) hasta aproximadamente 244 kg/m² h (50 libras de agua/pie²-h).

El método de la presente invención puede llevarse a cabo con un valor total de cresponado de al menos un 10 por ciento, de al menos un 20 por ciento, de al menos un 30 por ciento, de al menos un 40 por ciento, de al menos un 50, 60, 70, 80 por ciento o más.

Los productos preferidos incluyen una banda de fibras celulósicas que comprende: (i) una pluralidad de zonas enriquecidas en fibras, de gramaje local relativamente elevado, interconectadas por medio de (ii) una pluralidad de zonas de unión, de menor gramaje local, cuyas fibras están forzosamente orientadas entre las zonas de acumulación de fibras que interconectan. Opcionalmente también hay una pluralidad de zonas tegumentarias de fibras que cubren las zonas de acumulación y las zonas de unión de la banda, de manera que ésta presenta superficies sustancialmente continuas. Al contrario que las fibras en las zonas de unión las fibras del tegumento tienden a orientarse en la MD. Estos productos pueden tener una absorbencia de al menos 5 g/g, una dilatación CD de al menos 4 por ciento y una relación de tracción MD/CD inferior a 1,1 aproximadamente, y presentan un módulo CD máximo para una tensión CD menor del 1 por ciento y conserva un módulo CD de al menos un 50 por ciento de su módulo CD máximo para una tensión CD de al menos 4 por ciento. Preferiblemente la banda absorbente conserva un módulo CD de al menos el 75 por ciento de su módulo CD máximo para una tensión CD del 2 por ciento y tiene una absorbencia de 5 g/g hasta 12 g/g aproximadamente. En algunas realizaciones la banda define una estructura de malla abierta que puede estar impregnada con una resina polimérica, la cual puede ser curable.

En otra realización se ofrece una hoja absorbente elaborada a partir de una pasta de fabricación de papel que presenta una absorbencia de al menos 5 g/g, una dilatación CD de al menos 4 por ciento y una relación de tracción MD/CD inferior a 1,1 aproximadamente, de modo que la hoja presenta un módulo CD máximo para una tensión CD menor del 1 por ciento y conserva un módulo CD de al menos un 50 por ciento de su módulo CD máximo para una tensión CD de al menos 4 por ciento. Preferiblemente la hoja absorbente conserva un módulo CD de al menos el 75 por ciento de su módulo CD máximo para una tensión CD del 2 por ciento y presenta las propiedades indicadas anteriormente.

Otro aspecto de la presente invención trata de una hoja absorbente elaborada a partir de una pasta de fabricación de papel que presenta aproximadamente una absorbencia de al menos 5 g/g, una dilatación CD de al menos 4 por ciento, una dilatación MD de al menos 15 por ciento, y una relación de tracción MD/CD inferior a 1,1 aproximadamente.

Otro aspecto adicional de la presente invención trata de una hoja absorbente elaborada a partir de una pasta de fabricación de papel que presenta aproximadamente una absorbencia de al menos 5 g/g, una dilatación CD de al

menos 4 por ciento y un módulo de rotura MD mayor que su módulo MD inicial (es decir, que su módulo máximo a baja tensión), como por ejemplo un módulo de rotura MD al menos 1,5 o dos veces su módulo MD inicial. Con mayor preferencia las hojas de la presente invención muestran una absorbencia de al menos 6 g/g, todavía con mayor preferencia de al menos 7 g/g y sobre todo de 8 g/g o más.

5 En sus muchas aplicaciones, los procesos de la presente invención pueden emplearse para elaborar tisú de capa única: deshidratando por compactación una pasta de fabricación de papel, para formar una banda naciente con una distribución general de las fibras aparentemente aleatoria; aplicando la banda deshidratada con distribución aparentemente aleatoria de las fibras a una superficie de transferencia que se mueve a una primera velocidad; crespinando la banda por correa a partir de la superficie de transferencia, a una consistencia del 30 al 60 por ciento
10 aproximadamente, mediante una correa crespionadora con relieve, de manera que la etapa de crespinado tenga lugar bajo presión en un resquicio delimitado entre la superficie de transferencia y la correa crespionadora, la cual se desplaza a una segunda velocidad menor que la velocidad de dicha superficie de transferencia, seleccionando el relieve de la correa, los parámetros del resquicio, la diferencia de velocidad y la consistencia de la banda de modo que ésta se crespone a partir de la superficie y se redistribuya sobre la correa crespionadora, formado una banda
15 con una retícula que posea una pluralidad de zonas interconectadas, de diferentes gramajes locales, incluyendo como mínimo (i) una pluralidad de zonas enriquecidas en fibras, de elevado gramaje local, interconectadas mediante (ii) una pluralidad de zonas de unión, de menor gramaje local, cuyas fibras estén forzosamente orientadas entre las zonas con acumulación de fibras y (iii) en que el nivel de crespinado es aproximadamente superior al 25%; secando la banda para formar una hoja base con una dilatación MD aproximadamente superior al 25% y un gramaje característico; y convirtiendo la hoja base en un producto de tisú de capa única con un gramaje menor que la hoja base antes de la conversión y una dilatación MD menor que la dilatación MD de la hoja base antes de la conversión. Normalmente, la hoja base tiene una dilatación MD de al menos 30% y con mayor preferencia de al menos 40% aproximadamente. El producto de tisú de capa única tiene generalmente una dilatación MD menor del 30% y menor del 20% en algunas realizaciones.

25 El tisú de dos o tres capas se produce de modo similar: deshidratando por compactación una pasta de fabricación de papel, para formar una banda naciente con una distribución general de las fibras aparentemente aleatoria; aplicando la banda deshidratada a una superficie de transferencia que se mueve a una primera velocidad; crespinando la banda por correa a partir de la superficie de transferencia, a una consistencia del 30 al 60 por ciento aproximadamente, mediante una correa crespionadora con relieve, de modo que la etapa de crespinado tenga lugar
30 bajo presión en un resquicio delimitado entre la superficie de transferencia y la correa crespionadora, la cual se desplaza a una segunda velocidad menor que la velocidad de dicha superficie de transferencia, seleccionando el relieve de la correa, la presión y otros parámetros del resquicio, la diferencia de velocidad y la consistencia de la banda de modo que ésta se crespone a partir de la superficie de transferencia y se redistribuya sobre la correa crespionadora, formado una banda con una retícula que posea una pluralidad de zonas interconectadas de distintos gramajes locales, incluyendo al menos (i) una pluralidad de zonas enriquecidas en fibras de elevado gramaje local, interconectadas mediante (ii) una pluralidad de zonas de unión, de menor gramaje local, cuyas fibras estén forzosamente orientadas entre las zonas con acumulación de fibras y (iii) en que el nivel de crespinado es aproximadamente superior al 25%; secando la banda para formar una hoja base con una dilatación MD aproximadamente superior al 25% y un gramaje característico; y convirtiendo la hoja base en un producto de tisú multicapa, con n capas hechas a partir de la hoja base, siendo n 2 ó 3, que tiene una dilatación MD menor que la dilatación MD de la hoja base. El producto de tisú de dos o tres (n) capas tiene un gramaje inferior a n veces el gramaje de la hoja base. Igualmente, la hoja base tiene una dilatación MD de al menos 30% o 40% aproximadamente y el producto de tisú tiene una dilatación MD menor del 30% o menor del 20%.

45 Los productos de tisú de capa única y múltiple presentan unas excelentes propiedades táctiles que no tienen los productos hechos convencionalmente con hoja absorbente; en casos destacados estos productos son calandrados. En los tisús CWP, al aumentar el espesor para un determinado gramaje, se llega a un punto en que inevitablemente disminuye la suavidad. Como regla general, cuando el cociente, expresado como el grosor de 12 capas en micras dividido por el gramaje en metros cuadrados, es superior a 95 se pierde suavidad. Los productos de tisú de la presente invención pueden elaborarse con proporciones del grosor de 12 capas/gramaje mayores que 95, digamos
50 entre 95 y 120 o de más de 120, sin pérdida notable de suavidad.

En algunas realizaciones preferidas, el proceso de la presente invención se realiza en una máquina de tres secciones, empleando un rodillo conformador dotado de vacío.

A continuación se discuten detalladamente los aspectos precedentes de la presente invención y otros más.

Descripción breve de las figuras

55 La presente invención se describe seguidamente en detalle, haciendo referencia a las figuras. Los números indican partes similares.

La figura 1 es una microfotografía (8 x) de una banda de malla abierta elaborada según la presente invención, que incluye una pluralidad de zonas de alto gramaje, unidas por unas zonas de menor gramaje que se extienden entre aquellas;

- La figura 2 es una microfotografía que muestra el detalle de la banda de la figura 1 ampliado (32 x);
- La figura 3 es una microfotografía (8 x) que muestra la banda de malla abierta de la figura 1 colocada sobre el tejido crespador empleado para elaborarla;
- 5 La figura 4 es una microfotografía que muestra una banda de la presente invención, con un gramaje de 8,62 kg/resma (19 libras/resma), producida con un nivel de crespado por tejido del 17%;
- La figura 5 es una microfotografía que muestra una banda de la presente invención, con un gramaje de 8,62 kg/resma (19 libras/resma), producida con un nivel de crespado por tejido del 40%;
- La figura 6 es una microfotografía que muestra una banda de la presente invención, con un gramaje de 12,2 kg/resma (27 libras/resma), producida con un nivel de crespado por tejido del 28%;
- 10 La figura 7 es una imagen de la superficie (10 x) de una hoja absorbente según la presente invención, indicando las áreas donde se sacaron muestras para SEM de superficies y cortes;
- Las figuras 8-10 son imágenes SEM de una muestra de material tomada de la hoja vista en la figura 7;
- Las figuras 11 y 12 son imágenes SEM de un corte a través de la MD de la hoja mostrada en la figura 7;
- Las figuras 13 y 14 son imágenes SEM de un corte a lo largo de la MD de la hoja mostrada en la figura 7;
- 15 Las figuras 15 y 16 también son imágenes SEM de un corte a lo largo de la MD de la hoja mostrada en la figura 7;
- Las figuras 17 y 18 son imágenes SEM de un corte a través de la MD de la hoja mostrada en la figura 7;
- La figura 19 es un diagrama esquemático de un diseño de una máquina de papel para poner en práctica la presente invención;
- 20 La figura 20 es un diagrama esquemático de un diseño de otra máquina de papel para poner en práctica la presente invención;
- Las figuras 21, 22 y 23 son diagramas esquemáticos que ilustran mejoras adicionales de máquinas de papel para poner en práctica la presente invención;
- Las figuras 24 y 25 son representaciones gráficas de la absorbencia frente al volumen específico, de productos de la invención así como datos representativos de otros productos;
- 25 La figura 26 es una representación gráfica de la GMT y de la relación de tracción MD/CD frente a la proporción de crespado por tejido;
- La figura 27 es una representación gráfica de la capacidad SAT y del grosor frente a la proporción de crespado;
- La figura 28 es una representación gráfica del grosor frente a la proporción de crespado, para varias pastas y rodillos soporte del tejido (crespador);
- 30 La figura 29 es una representación gráfica de la capacidad SAT frente a la proporción de crespado, para varias pastas y rodillos soporte del tejido (crespador);
- La figura 30 es una representación gráfica de la SAT específica (g/g) frente a la proporción de crespado, para varias pastas y rodillos soporte del tejido (crespador);
- 35 La figura 31 es una representación gráfica del módulo de rotura GM frente a la proporción de crespado, para varias pastas y rodillos soporte del tejido (crespador);
- La figura 32 es una representación gráfica de la dilatación MD frente a la proporción de crespado, para varias pastas, tejidos crespadores y variantes de rodillos soporte (crespadores);
- Las figuras 33 y 34 son microfotografías de un corte transversal de una banda prensada en húmedo de manera convencional, a lo largo y a través, respectivamente, de la dirección de máquina;
- 40 Las figuras 35 y 36 son microfotografías de un corte transversal de una banda secada a través de modo convencional, a lo largo y a través, respectivamente, de la dirección de máquina;
- Las figuras 37 y 38 son microfotografías a lo largo y a través de la dirección de máquina, respectivamente, de una banda crespada por tejido de alto impacto conforme a la presente invención;
- La figura 39 es una microfotografía de la superficie de una hoja secada a través de modo convencional;

La figura 40 es una microfotografía de la superficie de una hoja cresponada por tejido de alto impacto preparada conforme a la presente invención;

La figura 41 es una microfotografía de la superficie de una hoja prensada en húmedo de modo convencional;

5 Las figuras 42, 43 y 44 incluyen representaciones gráficas de la tensión aplicada frente a la dilatación CD y del módulo frente a la dilatación CD, para una hoja absorbente de la presente invención y una hoja prensada en húmedo de modo convencional;

Las figuras 45, 46 y 47 incluyen representaciones gráficas de la tensión aplicada frente a la dilatación CD y del módulo frente a la dilatación CD, para otra hoja absorbente de la presente invención y hoja secada a través de modo convencional;

10 Las figuras 48 y 49 incluyen representaciones gráficas de la tensión aplicada frente a la dilatación MD y del módulo frente a la dilatación MD, para varias hojas de la presente invención;

15 Las figuras 50, 51 y 52 incluyen representaciones gráficas de la tensión aplicada frente a la dilatación CD y del módulo frente a la dilatación CD, para varios productos de la presente invención de alargamiento relativamente menor a valores de rotura, productos prensados en húmedo de manera convencional y productos secados a través; y

Las figuras 53, 54 y 55 incluyen representaciones gráficas de la fuerza aplicada frente a la dilatación CD y del módulo frente a la dilatación CD, para varios productos de la presente invención de alargamiento relativamente mayor a valores de rotura, productos prensados en húmedo de manera convencional y productos secados a través.

La presente invención se ilustra en varios aspectos en las figuras del apéndice.

20 Descripción detallada

A continuación la presente invención se describe detalladamente en relación con numerosos ejemplos de finalidad ilustrativa. Las modificaciones de ejemplos concretos dentro del ámbito de la presente invención, expuestas en las reivindicaciones adjuntas, resultarán evidentes para los especialistas.

25 El proceso de la presente invención y los productos elaborados con él se aprecian haciendo referencia a las figuras 1 a 18. La figura 1 es una microfotografía de una banda de malla abierta de gramaje muy bajo (1), que tiene una pluralidad de zonas acumulativas de gramaje relativamente alto (2) interconectadas por una pluralidad de zonas de unión (3) de menor gramaje. Las fibras celulósicas de las zonas de unión (3) tienen una orientación dirigida entre las zonas acumulativas (2), como quizás pueda verse mejor en la ampliación presentada en la figura 2. La orientación y variación del gramaje local es sorprendente, teniendo en cuenta que la banda naciente tiene al formarse una

30 orientación aparentemente aleatoria de las fibras y se acarrea casi inalterada a la superficie de transferencia antes de cresponarse en húmedo a partir de dicha superficie. El orden estructural impartido se aprecia diferente a gramajes extremadamente bajos, en los cuales la banda (1) tiene porciones abiertas (4) y por tanto es una estructura de malla abierta.

35 La figura 3 muestra una banda junto con el tejido cresponador 5, sobre el cual se han redistribuido las fibras a través de un resquicio de cresponado en húmedo tras su formación generalmente aleatoria a una consistencia del 40-50 por ciento o de nivel parecido, antes del cresponado a partir del rodillo de transferencia.

40 Así como la estructura de los productos de la presente invención, incluyendo las zonas acumulativas y reorientadas, es fácil de observar en ejecuciones de malla abierta de muy bajo gramaje, la estructura ordenada de los productos de la presente invención también se ve al aumentar el gramaje allí donde las zonas tegumentarias de fibras (6) cubren las zonas de acumulación y de unión, como se aprecia en las figuras 4 a 6, de modo que una banda (7) presenta superficies sustancialmente continuas, como se ve concretamente en las figuras 4 y 6, en que las zonas más oscuras son de menor gramaje, mientras que las zonas casi totalmente blancas corresponden a fibras bastante comprimidas.

45 El impacto de las variables de proceso y otras también se aprecia en las figuras 4 a 6. Las figuras 4 y 5 presentan una hoja de 8,62 kg (19 libras); sin embargo, en cuanto a la variación de gramaje, el patrón es más prominente en la figura 5 porque el nivel de cresponado fue mucho mayor (40% frente a 17%). Parecidamente, la figura 6 muestra una banda de mayor gramaje 12,2 kg (27 libras) para un 28% de cresponado, donde las zonas acumulativas, conectoras y tegumentarias son todas prominentes.

50 La redistribución de fibras desde una disposición general aleatoria hasta un modelo de distribución que incluye su orientación y zonas enriquecidas en fibras correspondientes a la estructura de la correa cresponadora se aprecia asimismo en las figuras 7 a 18.

La figura 7 es una microfotografía (10 x) que enseña una banda celulósica de la presente invención, de la cual se prepararon varias muestras y se hicieron fotografías de microscopía electrónica de barrido (SEM) para mostrar la

- 5 estructura fibrosa. A la izquierda de la figura 7 hay marcada el área de donde se prepararon las imágenes superficiales SEM (8), (9) y (10). En estas SEM se observa que las fibras de las zonas de unión están orientadas entre las zonas acumulativas, tal como se ha dicho anteriormente en relación con las microfotografías. En las figuras 8, 9 y 10 también se ve que las zonas tegumentarias formadas tienen las fibras orientadas en la dirección de la máquina. Esta característica se ilustra de manera bastante llamativa en las figuras 11 y 12.
- Las figuras 11 y 12 son vistas a lo largo de la línea XS-A de un corte transversal de la figura 7. En una ampliación especial de 200 aumentos (figura 12) se observa que las fibras están orientadas hacia el plano de la visión, o dirección de máquina, puesto que la mayor parte de fibras fueron cortadas al seccionar la muestra.
- 10 Las figuras 13 y 14, un corte transversal a lo largo de la línea XS-B de la muestra de la figura 7, presentan menos fibras cortadas, sobre todo en las partes centrales de las microfotografías, indicando de nuevo una orientación MD en estas áreas.
- 15 Las figuras 15 y 16 son SEMs de un corte transversal de la muestra de la figura 7 a lo largo de la línea XS-C. En estas figuras se ve que las zonas acumulativas (lado izquierdo) forman "montones" de mayor gramaje local. Además en la SEM de la figura 16 se aprecia que un gran número de fibras han sido cortadas en la zona de acumulación (a la izquierda) y se han reorientado en esta área siguiendo una dirección transversal a la MD, en este caso a lo largo de la CD. También cabe destacar que al moverse de izquierda a derecha se distingue un menor número de puntas de fibras, lo cual es señal de orientación hacia la MD al alejarse de las zonas acumulativas.
- 20 Las figuras 17 y 18 son SEMs de un corte transversal a lo largo de la línea XS-D de la figura 7. Aquí se ve que la orientación de las fibras varía al moverse a través de la CD. En una zona de enlace o de unión, a la izquierda, se ve mayor número de "puntas", lo cual indica orientación hacia la MD. En el centro hay menos puntas, conforme se atraviesa el borde de una zona acumulativa, lo cual indica mayor orientación CD, hasta que se llega cerca de otra zona de unión y se vuelven a ver más fibras cortadas, señal otra vez de mayor orientación en la MD.
- 25 Sin pretensión de ceñirse a una teoría, se cree que la redistribución de fibras según la presente invención se consigue seleccionando adecuadamente consistencia, patrón del tejido o de la correa, parámetros del resquicio y diferencia de velocidad entre la superficie de transferencia y la correa cresponadora. Según las condiciones se pueden necesitar diferencias de velocidad de al menos 0,508 m/s (100 pies por minuto), 1,02 m/s (200 pies por minuto), 2,54 m/s (500 pies por minuto), 5,08 m/s (1000 pies por minuto), 7,62 m/s (1500 pies por minuto), o superiores a 10,2 m/s (2000 pies por minuto), para conseguir la redistribución de fibras deseada y la combinación de propiedades, tal como demuestra la siguiente discusión. En muchos casos serán suficientes unas diferencias de
- 30 velocidad de aproximadamente 2,54 m/s (500 pies por minuto) hasta aproximadamente 10,2 m/s (2000 pies por minuto).
- La presente invención se describe seguidamente con más detalle, haciendo referencia a numerosas realizaciones.
- La terminología aquí usada tiene su significado normal y las definiciones se dan inmediatamente a continuación, a no ser que el contexto indique otra cosa.
- 35 El significado del término "celulósico", "hoja celulósica" y similares incluye cualquier producto que lleva fibra de fabricación de papel con celulosa como principal componente. Las "fibras de fabricación de papel" incluyen pulpas vírgenes o fibras celulósicas recicladas o mezclas fibrosas que comprenden fibras celulósicas. Como fibras apropiadas para elaborar las bandas de la presente invención cabe citar: fibras no leñosas tales como fibras o derivados de algodón, abacá, kenaf, hierba sabai, lino, esparto, paja, yute, cáñamo, bagazo, algodoncillo y fibras de
- 40 hoja de piña; y fibras leñosas como las que se obtienen de árboles caducifolios y coníferos, incluyendo fibras de madera blanda como las fibras kraft de madera blanda nortea o sureña; fibras de madera dura como las de eucalipto, arce, abedul, álamo o similares. Las fibras para la fabricación de papel pueden liberarse de su fuente de origen por cualquiera de los varios procesos de elaboración de pulpa química conocidos del especialista en la materia, incluyendo los de sulfato, sulfito, polisulfuro, soda, etc. Si se desea, la pulpa se puede blanquear por medios
- 45 químicos, incluyendo el uso de cloro, dióxido de cloro, oxígeno, etc. Los productos de la presente invención pueden comprender una mezcla de fibras corrientes (derivadas de pulpa virgen o de materiales reciclados) y fibras tubulares ricas en lignina, de gran aspereza, como la pulpa termomecánica química blanqueada (BCTMP). "Pastas" y terminología análoga se refiere a composiciones acuosas, incluyendo las fibras de fabricación de papel, las resinas de resistencia en húmedo, los suavizantes y similares, para elaborar productos de papel.
- 50 Tal como se usa aquí, el término deshidratación compactante de la banda o de la pasta se refiere a deshidratación mecánica por prensado húmedo sobre un fieltro deshidratante, por ejemplo, en algunas realizaciones, ejerciendo presión mecánica aplicada de manera continua sobre la superficie de la banda, como ocurre en el resquicio entre un rodillo de apriete y una prensa de zapata, con la banda en contacto con un fieltro de fabricación de papel. En otras formas típicas de ejecución la deshidratación compactante de la banda o de la pasta se realiza a través de un
- 55 resquicio de transferencia sobre una impresión u otro tejido, al trasladar la banda a un cilindro secador, de modo que la pasta se deshidrata por compactación y se aplica a un cilindro secador simultáneamente. La presión de transferencia puede ser mayor en áreas seleccionadas de la banda cuando se usa un tejido de impresión. El término "deshidratación compactante" se usa para distinguirla de los procesos en que la deshidratación inicial de la banda

tiene lugar por medios mayormente térmicos, como es el caso, por ejemplo, de las patentes U.S. n° 4.529.480 de Trokhan y U.S. n° 5.607.551 de Farrington y otros, anteriormente mencionadas. Así pues, deshidratar una banda por compactación se refiere, por ejemplo, a eliminar agua de una banda naciente que tiene una consistencia inferior a 30 por ciento o de este nivel, ejerciendo presión sobre ella y/o a aumentar aproximadamente su un 15 por ciento su consistencia, haciendo presión sobre ella.

Si no se especifica otra cosa, "gramaje", BWT, bwt, etc. se refiere al peso de una resma de 3000 pies cuadrados del producto. Análogamente, por ciento, o términos parecidos, se refiere al porcentaje en peso sobre una base seca, es decir, sin presencia de agua libre, lo cual equivale a 5% de humedad en la fibra.

Los espesores aquí señalados son grosores de 8 hojas, a no ser que se indique otra cosa. Se apilan las hojas y el grosor se mide cerca del centro del montón. Preferentemente las muestras de ensayo se acondicionan en una atmósfera de $23^{\circ} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ($73,4^{\circ} \pm 1,8^{\circ}\text{F}$) a 50% de humedad relativa durante al menos 2 horas y luego se miden con un aparato Thwing-Albert Model 89-II-JR o Progage Electronic Thickness Tester con bloques de 50,8 mm (2 pulgadas) de diámetro, 539 ± 10 gramos de peso muerto y 0,587 m/s (0,231 pulgadas/s) de velocidad de descenso. Para el ensayo del producto final, cada hoja del mismo debe tener un número igual de capas que el producto vendido. Se seleccionan y se apilan ocho hojas juntas. Para el ensayo de servilletas hay que desplegarlas completamente antes de apilarlas. Para ensayar la hoja base fuera de las bobinadoras, cada hoja debe tener igual número de capas que una hoja producida fuera de la bobinadora. Se seleccionan y se apilan ocho hojas juntas. Para ensayar la hoja base fuera del carrete de la máquina de papel deben emplearse capas simples. Se seleccionan y se apilan ocho hojas juntas alineadas en la MD. En caso de productos por encargo con relieve o con impresión hay que evitar la medición en estas áreas, si realmente es posible. El volumen específico se determina a partir del gramaje y del grosor.

La absorbencia de los productos de la presente invención se mide con un simple aparato medidor de absorbencia. Dicho aparato es particularmente útil para medir la hidrofilia y la absorbencia de una muestra de tisú, servilleta o toalla. En este ensayo se pone una muestra de tisú, servilleta o toalla de 5,08 cm (2,0 pulgadas) de diámetro entre una tapa plana de plástico por encima y una placa de muestra grabada debajo. El disco de muestra - de tisú, servilleta o toalla - se mantiene en su lugar mediante una brida cuya circunferencia tiene un ancho de 0,317 cm (1/8 de pulgada). La muestra no está comprimida por la sujeción. Se introduce agua desionizada a $22,8^{\circ}\text{C}$ (73°F) en la muestra por el centro de la placa inferior de la muestra, a través de un conducto de 1 mm de diámetro. Esta agua está a una altura hidrostática de menos 5 mm. El flujo se inicia mediante una pulsación introducida al comienzo de la medición por el mecanismo del instrumento. Entonces, debido a la acción capilar, la muestra de tisú, servilleta o toalla absorbe radialmente el agua desde este punto de entrada central. Cuando la tasa de absorción baja de 0,005 g de agua por 5 segundos el ensayo ha concluido. La cantidad de agua extraída de la cubeta y absorbida por la muestra se pesa y se expresa en gramos de agua por metro cuadrado de muestra o en gramos de agua por metro cuadrado de hoja. En la práctica se utiliza un sistema gravimétrico de ensayo de la absorbencia, de M/K Systems Inc., que puede adquirirse de M/K Systems Inc., 12 Garden Street, Danvers, Mass., 01923. La WAC o capacidad de absorción de agua, también designada SAT, la determina realmente el propio instrumento. La WAC se define como el punto en que la curva de peso frente a tiempo tiene una pendiente "cero", es decir, cuando la muestra ha cesado de absorber. Los criterios para finalizar un ensayo están expresados en variación máxima del peso de agua absorbida durante un periodo fijo de tiempo, lo cual es básicamente un cálculo de pendiente cero en la curva de peso frente a tiempo. El programa emplea una variación de 0,005 g durante un intervalo de 5 segundos como criterio de terminación, a no ser que se especifique "Sat lenta", en cuyo caso el criterio de corte es de 1 mg en 20 segundos.

La tasa de absorbencia de agua se mide en segundos y es el tiempo que tarda una muestra en absorber una gotita de agua de 0,1 gramos depositada en su superficie mediante una jeringa automatizada. Las muestras de ensayo se acondicionan preferentemente a $23^{\circ} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ($73,4^{\circ} \pm 1,8^{\circ}\text{F}$) y 50% de humedad relativa. De cada muestra se preparan 4 probetas de 7,62 cm x 7,62 cm (3x3 pulgadas). Cada probeta se coloca en un soporte de muestras, de manera que sea irradiada directamente por una lámpara de gran intensidad. Se deposita 0,1 ml de agua en la superficie de la probeta y se pone en marcha un cronómetro. Cuando el agua está absorbida cesa la reflexión de luz desde la gota, se para el cronómetro y se registra el tiempo con una exactitud de 0,1 segundos. El proceso se repite para cada probeta y se promedian los resultados de la muestra.

Las resistencias a la tracción en seco (en MD y CD), el alargamiento, sus relaciones, el módulo de rotura, la tensión y la dilatación se miden con un dispositivo de ensayo Instron común u otro medidor adecuado del alargamiento a la tracción que pueda configurarse de varias maneras, empleando típicamente tiras de tisú o toalla de 7,62 cm (3 pulgadas) o 2,54 cm (1 pulgada) de anchura, acondicionadas a 50% de humedad relativa y a 23°C ($73,4^{\circ}\text{F}$), y efectuando el ensayo de tracción a una velocidad de cruceta de 50,8 mm/min (2 pulgadas/min) para el módulo y de 254 mm/min (10 pulgadas/min) para la resistencia a la tracción. Con el fin de calcular valores relativos del módulo y generar las figuras 42-55 se estiraron probetas de 1 pulgada de anchura a 0,5 pulgadas por minuto, obteniéndose un gran número de datos puntuales. Si del contexto no se deduce otra cosa, el alargamiento se refiere a la elongación a la rotura. El módulo de rotura es la relación entre la carga máxima y la elongación a la carga máxima.

GMT se refiere a la resistencia media geométrica de la tracción CD y MD.

La absorción de la energía de tensión (TEA) se mide conforme al método de ensayo TAPPI T494 om-01.

Módulo MD inicial se refiere al módulo MD máximo a una dilatación inferior al 5%.

5 La resistencia a la tracción en húmedo se mide mediante el método de la copa Finch o, siguiendo en general el procedimiento usado para determinar la resistencia a la tracción en seco, secando primero las probetas a 100°C o a temperatura similar y aplicando luego una banda de agua de 3,81 cm (1,5 pulgadas) a través del ancho de la muestra con un dispositivo de esponja Payne antes de la medición. Este último método se cita aquí como el método de la esponja. En el método de la copa Finch se usa una tira de tres pulgadas de ancho que se dobla formando un lazo, se sujeta en la copa Finch y luego se sumerge en agua. La copa Finch luego se sumerge en agua. La copa Finch - que se puede adquirir de la compañía Thwing-Albert Instrument Company of Philadelphia, Pa. - se monta en un medidor de la resistencia a la tracción provisto de una celda de carga de 2,0 libras, con la brida de la copa Finch sujeta por la mordaza inferior del medidor y los extremos del lazo de tisú sujetos en la mordaza superior de dicho medidor. La muestra se sumerge en agua cuyo pH se ha ajustado a $7,0 \pm 0,1$ y se mide la resistencia a la tracción tras un tiempo de inmersión de 5 segundos.

15 Las relaciones de resistencia a la tracción en húmedo o en seco son simplemente proporciones de los valores determinados mediante los métodos precedentes. De no especificarse lo contrario, una propiedad de resistencia a la tracción se refiere a una hoja seca.

20 El volumen hueco y/o la proporción de volumen hueco, tal como se refiere de aquí en adelante, 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 hueco dentro de la estructura de la hoja. El aumento del porcentaje en peso (PWI) se expresa en gramos de líquido absorbido por gramo de fibra en la estructura de la hoja x 100. De modo más específico, para cada muestra de hoja de capa única a ensayar, se seleccionan 8 hojas y se recorta un cuadrado de 2,54 cm (1 pulgada) por 2,54 cm (1 pulgada) (1 pulgada en la dirección de máquina y 1 pulgada en la dirección transversal a la máquina). Para las muestras de producto multicapa se mide cada capa como entidad separada. Las muestras múltiples se deberían separar en capas únicas individuales y usar para el ensayo 8 hojas de cada posición de capa. Se pesa y se registra el peso seco de cada probeta de ensayo con una exactitud de 0,0001 gramos. La probeta se coloca en un plato que contiene líquido POROFIL®, de 1,875 gramos por centímetro cúbico de peso específico, disponible de la firma Coulter Electronics Ltd., Northwell Drive, Luton, Beds, England; Part No. 9902458. Después de 10 segundos se coge la probeta con pinzas muy al borde (1-2 milímetros) de una esquina y se retira del líquido. Se sujeta la probeta por esta esquina hacia arriba y se deja gotear el exceso de líquido durante 30 segundos. Se golpea ligeramente la esquina inferior de la probeta (menos de segundo de contacto) sobre papel de filtro #4 (Whatman Lt., Maidstone, England), para eliminar cualquier última gota parcial en exceso. Se pesa enseguida la probeta, dentro de 10 segundos, anotando el peso con una exactitud de 0,0001 gramos. El PWI de cada probeta, expresado en gramos de POROFIL por gramo de fibra, se calcula como sigue:

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

35 donde

"W₁" es el peso seco de la probeta en gramos, y

"W₂" es el peso húmedo de la probeta en gramos.

El PWI de todas estas ocho probetas individuales se determina tal como se ha descrito arriba y el promedio de las ocho probetas es el PWI de la muestra.

40 La proporción de volumen hueco se calcula dividiendo el PWI por 1,9 (densidad del fluido), para expresarla en porcentaje, mientras que el volumen hueco (gramos/gramo) es sencillamente la proporción del incremento de peso, es decir, PWI dividido por 100.

45 A lo largo de esta descripción y en las reclamaciones, cuando decimos una banda naciente con distribución aparentemente aleatoria de la orientación de las fibras (o utilizamos terminología parecida), nos referimos a la distribución de la orientación de las fibras que se obtiene al emplear técnicas de conformación conocidas para depositar una pasta sobre el tejido conformador. Examinadas al microscopio las fibras tienen aspecto de estar orientadas al azar, pero, según la velocidad del chorro respecto a la máquina, pueden tener cierta tendencia a orientarse en la dirección de máquina, haciendo que la resistencia a la tracción de la banda sea mayor en la dirección de máquina que en la dirección transversal.

50 Fpm significa pies por minuto y consistencia se refiere al porcentaje en peso de fibra en la banda. Una banda naciente del 10 por ciento de consistencia tiene 10 por ciento en peso de fibra y 90 por ciento en peso de agua.

Relación de cresponado por tejido es una expresión de la diferencia de velocidad entre el tejido cresponador y el rodillo o superficie de transferencia, y se define como la relación entre la velocidad del rodillo de transferencia y la velocidad del tejido cresponador, calculada del modo siguiente:

Relación de cresponado por tejido = velocidad del rodillo de transferencia ÷ velocidad del tejido cresponador

El nivel de cresponado por tejido también puede expresarse en porcentaje calculado como:

Nivel de cresponado por tejido, en porcentaje, = relación de cresponado por tejido - 1 x 100%

5 Cresponado en bobina es una medición de la diferencia de velocidad entre el secador Yankee y el carrete de recogida al cual se enrolla el papel, y se calcula de manera similar:

Relación de cresponado en bobina = velocidad del secador Yankee ÷ velocidad del carrete

y

Cresponado en bobina, en porcentaje, = relación de cresponado en bobina - 1 x 100%

Análogamente, la proporción total de cresponado se define como:

10 Proporción total de cresponado = velocidad del rodillo de transferencia ÷ velocidad del carrete

y

Cresponado total, en porcentaje, = proporción total de cresponado -1 x 100%

15 El cresponado total, expresado en porcentaje, indica el alargamiento final MD encontrado en hojas elaboradas mediante este proceso. Las contribuciones a este alargamiento global se pueden descomponer en los dos componentes principales de cresponado, sobre tejido y sobre bobina, empleando los valores relativos. Por ejemplo, si la velocidad del rodillo de transferencia es 25,4 m/s (5000 pies por minuto), la velocidad del tejido cresponador 20,3 m/s (4000 pies por minuto) y la del carrete 18,3 m/s (3600 pies por minuto), entonces se obtienen los siguientes valores:

Proporción total de cresponado 5000/3600 = 1,39 (39%)

20 Relación de cresponado por tejido 5000/4000 = 1,25 (25%)

Relación de cresponado en bobina 4000/3600 = 1,11 (11%)

PLI o pli significa libras fuerza por pulgada lineal.

Delta de velocidad significa diferencia de velocidad.

25 La dureza Pusey-Jones (entalladura) se mide conforme a la norma ASTM D 531 y se refiere al índice de entalladura (probetas y condiciones estándar).

Parámetros del resquicio abarca, sin limitación, presión y longitud del resquicio, dureza del rodillo soporte, ángulo de aproximación al tejido, ángulo de salida del tejido, uniformidad y diferencia de velocidad entre las superficies del resquicio.

Longitud del resquicio significa el recorrido a lo largo del cual están en contacto las superficies del resquicio.

30 Según la presente invención, una banda de papel absorbente se elabora dispersando fibras de fabricación de papel en una pasta acuosa (dispersión de tamaño de partícula fino) y depositando dicha pasta sobre la criba moldeadora de una máquina de fabricar papel. Se puede usar cualquier sistema de conformación adecuado. Por ejemplo, una lista extensa pero no exhaustiva incluye formadoras tipo medialuna ("crescent"), de doble tela con enrollamiento en C o en S, de rodillo en cabeza, Fourdrinier o cualquier configuración conocida del estado técnico. El tejido conformador puede ser cualquier textura perforada adecuada, incluyendo tejidos de capa única, de doble capa, de triple capa, tejidos fotopoliméricos y similares. En el campo de tejidos de conformación, como antecedentes no exhaustivos cabe mencionar las patentes U.S. n° 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; 40 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 y 5.379.808. Un tejido conformador especialmente útil en la presente invención es el Voith Fabrics Forming Fabric 2164, fabricado por Voith Fabrics Corporation, Shreveport, LA.

45 La espumación de la pasta acuosa sobre una criba o tela de conformación puede servir para controlar la permeabilidad o el volumen hueco de la hoja durante el cresponado en húmedo. Las técnicas de espumación están expuestas en la patente U.S. n° 4.543.156 y en la patente canadiense n° 2.053.505. La pasta de fibra espumada se prepara a partir de una dispersión acuosa de fibras mezclada con un soporte líquido espumado, justo antes de su introducción en la caja de cabeza. La dispersión de pulpa suministrada al sistema tiene una consistencia comprendida aproximadamente entre el 0,5 y el 7 por ciento en peso de fibras, con preferencia entre 2,5 y 4,5 por

ciento en peso aproximadamente. La dispersión de pulpa se añade a un líquido espumado que comprende agua, aire y un tensioactivo, con un 50 hasta 80 por ciento en volumen de aire, formando una pasta de fibra espumada que tiene una consistencia aproximada entre el 0,1 y el 3 por ciento en peso de fibra, gracias al efecto de turbulencia natural y mezclado propio de los elementos del proceso. La adición de la pulpa como dispersión de baja consistencia produce un exceso de líquido espumado procedente de las cribas formadoras. El exceso de líquido espumado se descarga del sistema y puede ser usado en otra parte o tratado para recuperar el tensioactivo que contiene.

La pasta puede contener aditivos químicos para alterar las propiedades físicas del papel producido. Estas químicas son bien conocidas del experto en la materia y pueden usarse en cualquier combinación conocida. Dichos aditivos pueden ser modificadores de la superficie, suavizantes, despegadores, agentes de refuerzo de la resistencia, látex, opacizantes, abrillantadores ópticos, colorantes, pigmentos, aprestos, productos químicos de efecto barrera, agentes de retención, insolubilizantes, reticulantes orgánicos o inorgánicos o combinaciones de los mismos. Los citados productos químicos pueden comprender opcionalmente polioles, almidones, ésteres de PPG, ésteres de PEG, fosfolípidos, tensioactivos, poliaminas, HMCP o similares.

La pulpa puede mezclarse con agentes reguladores de la resistencia en húmedo y en seco, con despegadores/suavizantes y otros. Los agentes idóneos para la resistencia en húmedo son bien conocidos del especialista. Una lista amplia pero no exhaustiva de agentes útiles para la resistencia incluye resinas de urea-formaldehído, resinas de melamina-formaldehído, resinas de poliácridamida glioxiladas, resinas de poliácridamida-epiclorhidrina y análogas. Las poliácridamidas termoendurecibles se preparan haciendo reaccionar acrilamida con cloruro de dialil-dimetil-amonio (DADMAC) para producir un copolímero catiónico de poliácridamida, que al final se hace reaccionar con glioxal para producir una resina catiónica de poliácridamida glioxilada, reticulante, que resiste la humedad. Estos materiales se describen de manera general en las patentes U.S. nº 3.556.932 de Coscia y otros, y 3.556.933 de Williams y otros. Este tipo de resinas está disponible en el comercio con la marca comercial PAREZ 631 NC, de Bayer Corporation. Para producir resinas reticulantes útiles como agentes de resistencia en húmedo se pueden usar distintas relaciones molares de acrilamida/DADMAC/glioxal. Asimismo, el glioxal se puede sustituir por otros dialdehídos, para proporcionar características de termoendurecimiento resistente a la humedad. Son especialmente útiles las resinas resistentes en húmedo de poliácridamida-epiclorhidrina, por ejemplo las que vende Hercules Incorporated de Wilmington, Delaware, con las marcas comerciales Kymene 557LX y Kymene 557H, y Georgia-Pacific Resins, Inc. con la marca comercial Amres®. Estas resinas, así como su proceso de fabricación, se describen en las patentes U.S. nº 3.700.623 y nº 3.772.076. En el capítulo 2: Alkaline-Curing Polymeric Amine-Epichlorohydrin [Curado alcalino de polímeros de amina-epiclorhidrina] de Espy, en Wet Strength Resins and Their Application [Resinas resistentes en húmedo y su aplicación] (L. Chan, Editor, 1994), se ofrece una extensa descripción de las resinas poliméricas de epiclorhidrina. En Cellulose Chemistr y and Technology [Química y tecnología de celulosa], volumen 13, p. 813, 1979, describe Westfelt una lista bastante completa de resinas resistentes en húmedo.

También pueden incluirse agentes apropiados para resistencia temporal en húmedo. Una lista completa pero no exhaustiva de agentes adecuados para resistencia temporal en húmedo abarca aldehídos alifáticos y aromáticos, incluyendo glioxal, dialdehído malónico, dialdehído succínico, glutaraldehído y dialdehído-almidones, así como almidones sustituidos o reaccionados, disacáridos, polisacáridos, quitosano u otros productos de reacción poliméricos de monómeros o polímeros que poseen grupos aldehído y opcionalmente grupos nitrógeno. Como ejemplos de polímeros nitrogenados adecuados para reaccionar con los monómeros o polímeros que contienen aldehído cabe mencionar vinil-amidas, acrilamidas y polímeros nitrogenados parecidos. Estos polímeros imparten una carga positiva al producto de reacción que contiene aldehído. Además se pueden usar otros agentes de resistencia temporal en húmedo, comercialmente disponibles, tales como PAREZ 745, fabricado por Cytec, junto con los revelados, por ejemplo, en la patente U.S. nº 4.605.702.

La resina de resistencia temporal en húmedo puede ser cualquiera de una serie de polímeros orgánicos hidrosolubles, incluyendo unidades aldehídicas y catiónicas empleadas para aumentar la resistencia a la tracción en seco y en húmedo de un producto de papel. Estas resinas están descritas en las patentes U.S. nº 4.675.394; 5.240.562; 5.138.002; 5.085.736; 4.981.557; 5.008.344; 4.603.176; 4.983.748; 4.866.151; 4.804.769 y 5.217.576. Se pueden usar almidones modificados vendidos bajo las marcas comerciales CO-BOND® 1000 y CO-BOND® 1000 Plus, por National Starch y Chemical Company of Bridgewater, N.J. Antes del uso, el polímero hidrosoluble catiónico aldehídico puede prepararse precalentando a unos 116°C (240 grados Fahrenheit) durante unos 3,5 minutos una dispersión acuosa de aproximadamente 5% de sólidos y pH 2,7. Por último la dispersión se puede enfriar y diluir mediante la adición de agua, para obtener una mezcla de aproximadamente 1,0% de sólidos a algo menos de 54,4°C (130 grados Fahrenheit).

Otros agentes temporales de resistencia en húmedo, que también se pueden adquirir de National Starch and Chemical Company, se venden con las marcas comerciales CO-BOND® 1600 y CO-BOND® 2300. Dichos almidones se suministran en forma de dispersión coloidal acuosa y no requieren precalentamiento antes del uso.

Se pueden usar agentes de resistencia temporal en húmedo tales como poliácridamida glioxilada. Los agentes de resistencia temporal en húmedo tales como las resinas de poliácridamida glioxilada se producen por reacción de acrilamida con cloruro de dialil-dimetil-amonio (DADMAC), para producir un copolímero catiónico de poliácridamida,

que al final se hace reaccionar con glioxal para producir una resina catiónica de poliacrilamida glioxilada, reticulante, que resiste temporal o semipermanentemente la humedad. Estos materiales se describen de manera general en las patentes U.S. nº 3.556.932 de Coscia y otros, y 3.556.933 de Williams y otros. Este tipo de resinas está disponible en el comercio con la marca comercial PAREZ 631 NC, de Cytec Industries. Se pueden usar distintas relaciones molares de acrilamida/DADMAC/glioxal para producir resinas reticulantes útiles como agentes de resistencia en húmedo. Para impartir propiedades de resistencia a la humedad el glioxal también se puede sustituir por otros dialdehídos.

Los agentes idóneos para la resistencia en seco incluyen almidón, goma guar, poliacrilamidas, carboximetilcelulosa y similares. Es especialmente útil la carboximetilcelulosa, un ejemplo de la cual vende Hercules Incorporated of Wilmington, Delaware, con la marca comercial Hercules CMC. Conforme a una realización, la pulpa puede llevar de aproximadamente 0 a aproximadamente 6,8 kg/ton (15 libras/tonelada) de agente de resistencia en seco. Según otra realización, la pulpa puede llevar de aproximadamente 0,454 kg/ton (1 libra/tonelada) a aproximadamente 2,27 kg/ton (5 libras/tonelada) de agente de resistencia en seco.

Los despegadores adecuados son igualmente conocidos del especialista. Los despegadores o suavizantes también pueden incorporarse a la pulpa o pulverizarse sobre la banda después de su formación. La presente invención también se puede utilizar con materiales suavizantes, incluyendo sin limitación la clase de las sales de amido-amina derivadas de las aminas parcialmente neutralizadas con ácido. Estos materiales están revelados en la patente U.S. nº 4.720.383. Evans, Chemistry and Industry, 5 julio 1969, págs. 893-903; Egan, J. Am. Oil Chemist's Soc., vol. 55 (1978), págs. 118-121; y Trivedi y otros, J. Am. Oil Chemist's Soc., junio 1981, págs. 754-756, indican que los suavizantes disponibles en el comercio suelen ser más bien mezclas complejas que compuestos simples. Aunque la siguiente discusión se concentra en las especies predominantes, debe entenderse que en la práctica se emplearán por lo general las mezclas comercialmente disponibles.

El Quasoft 202-JR es un material suavizante adecuado que puede modificarse por alquilación de un producto de condensación de ácido oleico y dietilentriamina. La síntesis con el uso de un déficit de agente alquilación (p.ej. sulfato de dietilo) y una sola etapa de alquilación, seguida de ajuste del pH para protonar las especies no etiladas, da como resultado una mezcla de compuestos catiónicos etilados y no etilados. Una pequeña parte (p.ej. un 10%) de la amido-amina resultante se cicla dando compuestos de imidazolina. Como solo las porciones de imidazolina de estos materiales son compuestos de amonio cuaternario, las composiciones son globalmente sensibles al pH. Por lo tanto, al poner en práctica la presente invención con esta clase de productos químicos, el pH en la caja de cabeza debería ser aproximadamente de 6 a 8, preferiblemente de 6 a 7, y sobre todo de 6,5 a 7.

Los compuestos de amonio cuaternario, como las sales de dialquil dimetil amonio cuaternario, también son adecuados, sobre todo cuando los grupos alquilo llevan unos 10 hasta 24 átomos de carbono. Estos compuestos tienen la ventaja de ser relativamente insensibles al pH.

Se pueden usar suavizantes biodegradables. En las patentes U.S. nº 5.312.522; 5.415.737; 5.262.007; 5.264.082; y 5.223.096, se revelan suavizantes/despegadores catiónicos, biodegradables, representativos. Los compuestos son diésteres biodegradables de amonio cuaternario, amino-ésteres cuaternizados, y ésteres biodegradables basados en aceites vegetales funcionalizados con cloruro de amonio cuaternario y diésteres con cloruro de dierucildimetil-amonio, y son representativos de los suavizantes biodegradables.

En algunas realizaciones, una composición suavizante especialmente preferida incluye un componente de amina cuaternaria y un tensioactivo no iónico.

La banda naciente se deshidrata generalmente sobre un fieltro de fabricación de papel. Puede utilizarse cualquier fieltro apropiado. Por ejemplo, los fieltros pueden tener un tejido base de doble capa, de triple capa o laminado. Se prefieren los fieltros que tienen el diseño de tejido base laminado. Con la presente invención puede ser especialmente útil el fieltro de prensado en húmedo AMFlex 3 que fabrica Voith Fabric. Como antecedentes en el campo de los fieltros de prensado cabe citar las patentes U.S. nº 5.657.797; 5.368.696; 4.973.512; 5.023.132; 5.225.269; 5.182.164; 5.372.876 y 5.618.612. También puede usarse un fieltro de prensado diferencial como el revelado en la patente U.S. nº 4.533.437 de Curran y otros.

Los tejidos crespoadores apropiados incluyen estructuras monocapa, multicapa o compuestas, preferentemente de malla abierta. Los tejidos pueden tener al menos una de las características siguientes: (1) en la cara del tejido crespoador que está en contacto con la banda húmeda (la cara "superior") el número de hebras en la dirección de máquina (MD) por pulgada (malla) es de 10 a 200 y el número de hebras en la dirección transversal (MD) por pulgada (cuenta) es de 10 a 200; (2) el diámetro de hebra es típicamente inferior a 1,27 mm (0,050 pulgadas); (3) en la cara superior, la distancia entre el punto más alto de los nudillos MD y el punto más alto de los nudillos CD es aproximadamente de 0,0254 mm (0,001 pulgadas) a aproximadamente 0,508 mm (0,02 pulgadas) o 0,762 mm (0,03 pulgadas); (4) entre estos dos niveles puede haber nudillos formados por hebras MD o CD, que dan a la topografía una apariencia tridimensional monte/valle impartida a la hoja durante la etapa de moldeo en húmedo; (5) el tejido puede estar orientado de cualquier modo adecuado para conseguir efecto deseado en el proceso y en las propiedades del producto; los nudillos largos de la urdimbre pueden estar en la cara superior, para aumentar las crestas en el producto, o bien los nudillos largos de la trama pueden estar en la cara superior, si se desea que haya

5 más crestas CD, para influir en las características de cresponado cuando la banda es transportada del rodillo de transferencia al tejido cresponador; y (6) el tejido puede estar elaborado de manera que presente ciertos patrones geométricos agradables a la vista, los cuales se repiten típicamente cada dos hasta 50 hebras de la urdimbre. Como tejidos gruesos comercialmente disponibles son apropiados varios tejidos fabricados por Asten Johnson Forming Fabrics, Inc., incluyendo, sin limitación, los tipos Asten 934, 920, 52B, y Velostar V-800. Tal como se describe más adelante también pueden usarse correas cresponadoras.

10 El adhesivo de cresponado empleado en rodillo Yankee puede funcionar conjuntamente con la banda de humedad intermedia, para facilitar su transferencia desde el tejido cresponador al rodillo Yankee y fijar firmemente la banda al rodillo Yankee, mientras se va secando a una consistencia de 95% o más sobre el rodillo, preferiblemente con una campana de secado de gran volumen. El adhesivo es crítico para estabilizar el funcionamiento del sistema a velocidades de producción elevadas y es higroscópico, rehumectable y básicamente no reticulante. Son ejemplos de adhesivos preferidos aquellos que contienen poli (alcohol vinílico) del tipo general descrito en la patente U.S. n° 4.528.316 de Soerens y otros. Otros adhesivos idóneos se revelan en la solicitud conjunta de patente provisional U.S. de la serie n° 60/372.255, presentada el 12 de abril de 2002, titulada "Modificador mejorado de adhesivos de cresponado y proceso para producir productos de papel" (expediente n° 2394) que corresponde a la solicitud de patente de EE.UU. con número de serie 10/409.042, presentada el 9 de abril de 2003 (publicación n° US 2005/0006040). Los adhesivos idóneos van opcionalmente provistos de modificadores, etc. En muchos casos es preferible emplear poco o ningún reticulante en el adhesivo; de manera que la resina sea básicamente no reticulante durante su uso.

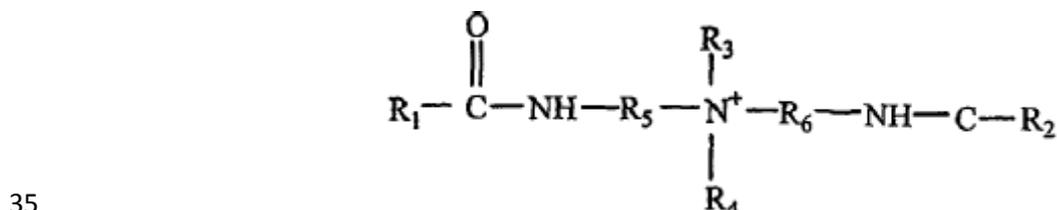
20 Los adhesivos de cresponado pueden contener una resina termoendurecible o no termoendurecible, un polímero filmógeno semicristalino y opcionalmente un agente reticulante inorgánico, así como modificadores. Opcionalmente el adhesivo de cresponado de la presente invención también puede llevar cualquier tipo de componentes reconocidos en el estado técnico, incluyendo, sin limitación, reticulantes orgánicos, aceites de hidrocarburo, tensioactivos o plastificantes.

25 Los modificadores de cresponado utilizables incluyen un complejo de amonio cuaternario que lleva al menos una amida no cíclica. El complejo de amonio cuaternario también puede contener uno o varios átomos de nitrógeno (u otros átomos) capaces de reaccionar con agentes de alquilación o cuaternización. Estos agentes de alquilación o cuaternización pueden llevar cero, uno, dos, tres o cuatro grupos con amida no cíclica. Un grupo que contiene amida se representa mediante la siguiente fórmula estructural:



donde R₇ y R₈ son cadenas moleculares no cíclicas de átomos orgánicos o inorgánicos.

Los complejos no cíclicos preferidos de bis-amida amonio cuaternario pueden ser de la fórmula:



40 donde R₁ y R₂ pueden ser grupos alifáticos saturados o insaturados no cíclicos de cadena larga; R₃ y R₄ pueden ser grupos alifáticos saturados o insaturados no cíclicos de cadena larga, un halógeno, un hidróxido, un ácido graso alcoxilado, un alcohol graso alcoxilado, un grupo polietilén-óxido o un grupo orgánico alcohólico; y R₅ y R₆ pueden ser grupos alifáticos saturados o insaturados no cíclicos de cadena larga. La cantidad de s aproximadamente el adhesivo de cresponado es aproximadamente de 0,05% hasta 50%, preferiblemente de 0,25% hasta 20% y sobre todo de 1% hasta 18%, respecto al total de sólidos de la composición del adhesivo de cresponado.

45 Los modificadores incluyen los que pueden obtenerse de Goldschmidt Corporation de Essen/Alemania o de Process Application Corporation con sede en Washington Crossing, PA. Entre los modificadores de cresponado de

Goldschmidt Corporation son apropiados, sin limitación, VARISOFT® 222LM, VARISOFT® 222, VARISOFT® 110, VARISOFT® 222LT, VARISOFT® 110 DEG y VARISOFT® 238. Entre los modificadores de cresponado de Process Application Corporation son idóneos, sin limitación, PALSOFT 580 FDA o PALSOFT 580C.

5 Otros modificadores de cresponado que pueden usarse en la presente invención incluyen, sin limitación, los compuestos descritos en la patente WO/01/85109.

10 Los adhesivos de cresponado utilizables según la presente invención comprenden cualquier resina termoendurecible o no termoendurecible acreditada en el estado técnico. Las resinas conforme a la presente invención se escogen preferiblemente entre las resinas de poliamida termoendurecibles o no termoendurecibles y las resinas de poli(acrilamida) glioxiladas. Las poliamidas utilizables según la presente invención pueden ser ramificadas o lineales, saturadas o insaturadas.

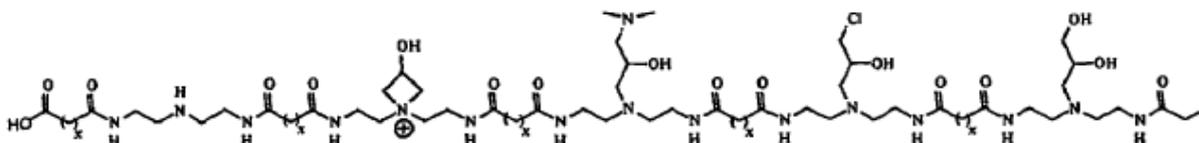
15 Las resinas de poliamida utilizables según la presente invención pueden incluir resinas de poliaminoamida-epiclorhidrina (PAE) del mismo tipo generalmente usado como resinas resistentes en húmedo. Las resinas PAE están descritas, por ejemplo, en "Wet-Strength Resins and Their Applications" [Resinas resistentes en húmedo y sus aplicaciones], capítulo 2, de H. Epsy, titulado Alkaline-Curing Polymeric Amine-Epichlorohydrin Resins [Resinas poliméricas de amina-epiclorhidrina de curado alcalino]. Las resinas PAE preferidas para el uso según la presente invención incluyen un producto polimérico soluble en agua obtenido por reacción de una epihalohidrina, preferentemente epiclorhidrina, con una poliamida soluble en agua que posee grupos amino secundarios derivados de una polialquilen-poliamina y un ácido carboxílico dibásico alifático saturado de aproximadamente 3 a 10 átomos de carbono.

20 En la patente U.S. nº 5.338.807, publicada por Epsy y otros, puede encontrarse una lista no exhaustiva de resinas catiónicas de poliamida no termoendurecibles. La resina no termoendurecible puede sintetizarse haciendo reaccionar directamente las poli-amidas de un ácido dicarboxílico y metil-bis (3-aminopropil) -amina en una solución acuosa con epiclorhidrina. Los ácidos carboxílicos pueden ser ácidos dicarboxílicos saturados e insaturados de unos 2 hasta 12 átomos de carbono, incluyendo por ejemplo oxálico, malónico, succínico, glutárico, adípico, pilémico, subérico, azelaico, sebáico, maleico, itacónico, ftálico y tereftálico. Se prefieren los ácidos adípico y glutárico, sobre todo el adípico. Pueden usarse los ésteres de ácidos dicarboxílicos alifáticos y de ácidos dicarboxílicos aromáticos tales como el ftálico, así como combinaciones de dichos ácidos dicarboxílicos o ésteres.

30 Las resinas de poliamida termoendurecibles para usar en la presente invención pueden prepararse a partir del producto de reacción de una resina de epiclorhidrina y una poliamida que contenga aminas secundarias o terciarias. Para preparar una resina de este tipo, primero se hace reaccionar un ácido carboxílico dibásico con la polialquilen-poliamina, opcionalmente en solución acuosa, en las condiciones adecuadas para producir una poliamida soluble en agua. La preparación de la resina se completa haciendo reaccionar la amida soluble en agua con una epihalohidrina, particularmente epiclorhidrina, para formar la resina termoendurecible soluble en agua.

35 La preparación de resina termoendurecible de poliamida-epihalohidrina soluble en agua se describe en las patentes U.S. nº 2.926.116; 3.058.873; y 3.772.076 publicada por Kiem.

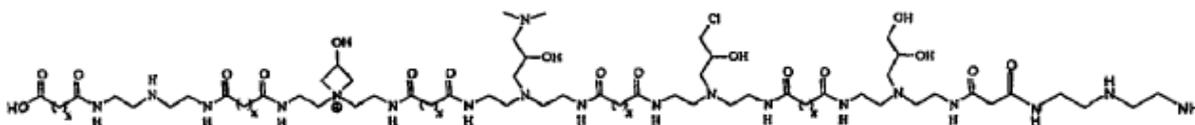
La resina de poliamida puede estar basada en DETA y no en una poliamina generalizada. Abajo se indican dos ejemplos de estructuras de tal resina de poliamida. La estructura 1 presenta dos tipos de grupos finales: un grupo basado en diácido y otro basado en mono-ácido:



40

Estructura 1

La estructura 2 muestra un polímero con un grupo final basado en un grupo diácido y el otro grupo final basado en un grupo nitrógeno:



Estructura 2

5 Obsérvese que, aunque ambas estructuras están basadas en DETA, para formar este polímero se pueden emplear otras poli-aminas, incluyendo las que pueden tener cadenas laterales de amida terciaria.

La resina de poliamida tiene una viscosidad aproximada de 80 hasta 800 centipoise y unos sólidos totales de 5% hasta 40% aproximadamente. En el adhesivo de cresponado conforme a la presente invención el contenido de resina de poliamida es de 0% hasta 99,5% aproximadamente. En otra realización la cantidad de resina de poliamida presente en el adhesivo de cresponado es de 20% hasta 80% aproximadamente. En otra realización adicional la cantidad de resina de poliamida presente en el adhesivo de cresponado es de 40% hasta 60% aproximadamente, respecto a los sólidos totales de la composición del adhesivo de cresponado.

15 Las resinas de poliamida para usar según la presente invención pueden obtenerse de Ondeo-Nalco Corporation, con sede en Naperville, Illinois, y de Hercules Corporation, con sede en Wilmington, Delaware. Las resinas del adhesivo de cresponado de Ondeo-Nalco Corporation utilizables según la presente invención incluyen sin limitación CREPECCEL® 675NT, CREPECCEL® 675P y CREPECCEL® 690HA. Como resinas apropiadas del adhesivo de cresponado de Hercules Corporation cabe citar sin limitación HERCULES 82-176, Unisoft 805 y CREPETROL A-6115.

20 Otras resinas de poliamida para usar según la presente invención incluyen, por ejemplo, las descritas en las patentes U.S. nº 5.961.782 y 6.133.405.

El adhesivo de cresponado también puede llevar un polímero filmógeno semicristalino. Los polímeros filmógenos semicristalinos para usar en la presente invención pueden elegirse, por ejemplo, entre hemicelulosa, carboximetilcelulosa y, con mayor preferencia, incluye poli (alcohol vinílico) (PVOH). Los polivinilalcoholes empleados en el adhesivo de cresponado pueden tener un peso molecular medio de aproximadamente 13.000 a aproximadamente 124.000 daltons. Según una realización los polivinil-alcoholes tienen un grado de hidrólisis de aproximadamente 80% hasta aproximadamente 99,9%. Según otra realización los polivinil-alcoholes tienen un grado de hidrólisis de aproximadamente 85% hasta aproximadamente 95%. Según otra realización los polivinil-alcoholes tienen un grado de hidrólisis de aproximadamente 86% hasta aproximadamente 90%. Asimismo, según una realización los polivinilalcoholes tienen preferiblemente una viscosidad de aproximadamente 2 hasta aproximadamente 100 centipoise, medida a 20 grados centígrados en disolución acuosa al 4%. Según otra realización los polivinilalcoholes tienen una viscosidad de aproximadamente 10 hasta aproximadamente 70 centipoise. Según aún otra realización los polivinilalcoholes tienen una viscosidad de aproximadamente 20 hasta aproximadamente 50 centipoise.

35 Normalmente el contenido de poli (alcohol vinílico) en el adhesivo de cresponado es aproximadamente de 10% a 90% o de 20% a aproximadamente 80% o más. En algunas realizaciones, el contenido de poli (alcohol vinílico) en el adhesivo de cresponado es de aproximadamente 40% a aproximadamente 60% en peso, respecto a los sólidos totales de la composición del adhesivo de cresponado.

Los polivinilalcoholes para uso según la presente invención incluyen los que pueden obtenerse de Monsanto Chemical Co. y Celanese Chemical. Los polivinilalcoholes apropiados de Monsanto Chemical Co. son los Gelvatols, incluyendo sin limitación GELVATOL 1-90, GELVATOL 3-60, GELVATOL 20-30, GELVATOL 1-30, GELVATOL 20-90 y GELVATOL 20-60. Respecto a los Gelvatols, el primer número indica el porcentaje residual de poli- (acetato de vini- lo) y las siguientes series de dígitos multiplicadas por 1.000 dan la cifra correspondiente al peso molecular medio.

45 Los productos de poli (alcohol vinílico) de Celanese Chemical (antiguamente llamados Airvol, de Air Products, hasta octubre de 2000) para emplear en el adhesivo de cresponado se enumeran a continuación:

TABLA 1 Poli (alcohol vinílico) para adhesivo de cresponado

Tipo	Hidrólisis %	Viscosidad, cps ¹	pH	Volátiles, % máx.	Cenizas, % máx.
Superhidrolizados					
Celvol 125	99,3+	28-32	5,5-7,5	5	1,2
Celvol 165	99,3+	62-72	5,5-7,5	5	1,2
Totalmente hidrolizados					
Celvol 103	98,0-98,8	3,5-4,5	5,0-7,0	5	1,2
Celvol 305	98,0-98,8	4,5-5,5	5,0-7,0	5	1,2
Celvol 107	98,0-98,8	5,5-6,6	5,0-7,0	5	1,2
Celvol 310	98,0-98,8	9,0-11,0	5,0-7,0	5	1,2
Celvol 325	98,0-98,8	28,0-32,0	5,0-7,0	5	1,2
Celvol 350	98,0-98,8	62-72	5,0-7,0	5	1,2
Medianamente hidrolizados					
Celvol 418	91,0-93,0	14,5-19,5	4,5-7,0	5	0,9
Celvol 425	95,5-96,5	27-31	4,5-6,5	5	0,9
Parcialmente hidrolizados					
Celvol 502	87,0-89,0	3,0-3,7	4,5-6,5	5	0,9
Celvol 203	87,0-89,0	3,5-4,5	4,5-6,5	5	0,9
Celvol 205	87,0-89,0	5,2-6,2	4,5-6,5	5	0,7
Celvol 513	87,0-89,0	13-15	4,5-6,5	5	0,7
Celvol 523	87,0-89,0	23-27	4,0-6,0	5	0,5
Celvol 540	87,0-89,0	45-55	4,0-6,0	5	0,5
¹ Solución acuosa al 4%, 20					

5 El adhesivo de cresponado también puede comprender una o varias sales o agentes reticulantes inorgánicos. En la presente invención se ha creído que es mejor no usarlos en absoluto o solo en muy poca cantidad. Una lista no exhaustiva de iones metálicos multivalentes incluye calcio, bario, titanio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cinc, molibdeno, estaño, antimonio, niobio, vanadio, tungsteno, selenio y circonio. Pueden usarse mezclas de iones metálicos. Los aniones preferidos incluyen acetato, formiato, hidróxido, carbonato, cloruro, bromuro, yoduro, sulfato, tartrato y fosfato. Un ejemplo preferido de sal inorgánica reticulante es una sal de circonio. La sal de circonio para usar según una realización de la presente invención se puede escoger entre uno o más compuestos de circonio de valencia más cuatro, tales como carbonato de amonio y circonio, acetilacetato de circonio, acetato de circonio, carbonato de circonio, sulfato de circonio, fosfato de circonio, carbonato de potasio y circonio, fosfato de sodio y circonio, y tartrato de sodio y circonio. Los compuestos adecuados de circonio comprenden, por ejemplo, los descritos en la patente U.S. nº 6.207.011.

15 El contenido de sal inorgánica reticulante en el adhesivo de cresponado es de aproximadamente 0% hasta aproximadamente 30%. En otra realización, el contenido de agente inorgánico reticulante en el adhesivo de cresponado puede ser de aproximadamente 1% hasta aproximadamente 20%. Todavía en otra realización, el contenido de sal inorgánica reticulante en el adhesivo de cresponado puede ser de aproximadamente 1% hasta aproximadamente 10% en peso, respecto a los sólidos totales de la composición del adhesivo de cresponado. Los compuestos de circonio para usar según la presente invención incluyen los que pueden obtenerse de EKA Chemicals Co. (antes Hopton Industries) y de Magnesium Elektron, Inc. Como compuestos comerciales de circonio apropiados cabe mencionar AZCOTE 5800M y KZCOTE 5000 de EKA Chemicals Co. y AZC o KZC de Magnesium Elektron, Inc.

Opcionalmente, el adhesivo de cresponado según la presente invención puede llevar cualquier componente acreditado en el estado técnico, incluyendo sin limitación reticulantes orgánicos, aceites de hidrocarburo, tensioactivos, anfóteros, humectantes, plastificantes u otros agentes de tratamiento superficial. Una lista extensa, pero no exhaustiva, de reticulantes orgánicos comprende glioxal, anhídrido maleico, bismaleimida, bisacrilamida y epihalohidrina. Los reticulantes orgánicos pueden ser compuestos cíclicos o acíclicos. Los plastificantes para emplear en la presente invención pueden comprender propilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol y glicerol.

El adhesivo de cresponado puede aplicarse como composición única o con sus componentes por separado. Más exactamente, la resina de poliamida puede aplicarse separadamente del poli (alcohol vinílico) (PVOH) y del modificador.

Las condiciones típicas de funcionamiento del proceso de fabricación de papel ilustrado aquí pueden incluir una tasa de agua de aproximadamente 120 a 200 galones/minuto/pulgada de anchura de la caja de cabeza. Se puede agregar la resina resistente en húmedo KYMENE SLX a las bombas de la tina de alimentación, a razón de aproximadamente 9,07 kg/ton (20 libras/tonelada), mientras que la CMC-7MT se añade aguas abajo de la tina de alimentación, pero antes de las bombas de aletas. La CMC-7MT se añade a razón de aproximadamente 1,36 kg/ton (3 libras/tonelada).

Si se usa un formador de doble tela como el representado en la figura 19, la banda naciente se acondiciona con cajas de vacío y un velo de vapor hasta que alcanza un contenido en sólidos adecuado para transferirla a un fieltro de deshidratación. La banda naciente se puede transferir al fieltro con ayuda de vacío. En un formador tipo medialuna estas etapas son innecesarias, porque la banda naciente se forma entre el tejido conformador y el fieltro. Tras el cresponado adicional por tejido, como se describe seguidamente, la banda se puede prensar con relieve hacia el secador Yankee a una presión de aproximadamente 35 N/mm a aproximadamente 70 N/mm (aproximadamente 200 a aproximadamente 400 libras por pulgada lineal (pli)). El secador Yankee se puede acondicionar con un adhesivo de cresponado que lleva aproximadamente 40% de poli (alcohol vinílico), aproximadamente 60% de PAE y aproximadamente 1,5% de modificador de cresponado. El poli (alcohol vinílico) es normalmente un tipo de bajo peso molecular (87-89% de grado de hidrólisis) obtenido de Air Products con la marca comercial AIRVOL 523. La PAE es una solución acuosa al 16% de copolímero poliaminoamida epiclorhidrina reticulado al 100% de ácido adípico y dietilentriamina obtenido de Ondeo-Nalco con la marca comercial NALCO 690HA. El modificador de cresponado puede ser un 47% de 2-hidroxi-etil di- (2-alquilamido-etil) metil amonio metil sulfato y otras alquil- y alcoxi-amidas y diamidas no-cíclicas que llevan una mezcla de grupos alquilo esteáricos, oleicos, y linolénicos, obtenido de Process Applications, Ltd. con la marca comercial PALSOFIT 580C.

El adhesivo de cresponado se aplica a razón de 0,040 g/m². Una vez transferida al secador Yankee, la banda se secó hasta un contenido en sólidos de aproximadamente 95% o parecido, empleando vapor a presión para calentar el rodillo Yankee y campanas de aire a gran velocidad. La banda se cresponó mediante una rasqueta y se enrolló sobre un carrete. La carga lineal en la rasqueta cresponadora y en la rasqueta de limpieza puede ser, por ejemplo, de unas 8,76 N/mm (50 pli).

La figura 19 es un diagrama esquemático de una máquina de fabricación de papel que tiene una sección formadora convencional de doble tela 12, un recorrido de fieltro 14, una sección de prensa de zapata 16, un tejido cresponador 18 y un secador Yankee 20 adecuado para poner en práctica la presente invención. La sección formadora 12 incluye un par de tejidos formadores 22, 24 soportados por diversos rodillos 26, 28, 30, 32, 34, 36 y un rodillo formador 38. Una caja de cabeza 40 aporta pasta de fabricación de papel a un resquicio 42 entre el rodillo formador 38 y el rodillo 26 y los tejidos. La pasta forma una banda naciente 44 que se deshidrata sobre los tejidos con ayuda de vacío, por ejemplo, mediante la caja de vacío 46.

La banda naciente avanza hacia un fieltro de fabricación de papel 48 soportado por una serie de rodillos 50, 52, 54, 55 y en contacto con un rodillo prensa de zapata 56. La banda tiene poca consistencia cuando se transfiere al fieltro. La transferencia puede ser asistida por vacío; por ejemplo, si se desea, el rodillo 50 puede ser de vacío o bien una caja de recogida o de vacío, tal como se conocen del estado técnico. Al llegar al rodillo prensa de zapata, la banda puede tener una consistencia del 10-25 por ciento, preferentemente del 20 al 25 por ciento o parecida cuando entra en el resquicio 58 entre el rodillo prensa de zapata 56 y el rodillo de transferencia 60. El rodillo de transferencia 60 puede estar calentado, si se desea. En vez de un rodillo prensa de zapata, el rodillo 56 podría ser un rodillo prensa de succión corriente. Si se usa una prensa de zapata es deseable y preferible que el rodillo 54 haga el vacío y sea capaz de eliminar agua del fieltro, antes de que éste entre en el resquicio de la prensa de zapata, ya que el agua de la pasta se prensaría a través del fieltro en el resquicio de la prensa de zapata. De todos modos se desea normalmente usar en 54 un rodillo de vacío, a fin de asegurar que la banda permanezca en contacto con el fieltro durante el cambio de dirección, tal como podrá apreciar el especialista viendo el diagrama.

La banda 44 se prensa en húmedo sobre el fieltro en el resquicio 58 con la ayuda de la zapata de apriete 62. Por lo tanto la banda se deshidrata por compactación en 58, aumentando normalmente su consistencia en 15 o más puntos en esta etapa del proceso. La configuración representada en 58 suele llamarse prensa de zapata; en cuanto

a la presente invención, el cilindro 60 funciona como un rodillo de transferencia que conduce la banda 44 a gran velocidad, normalmente a 5,08 m/s – 30,5 m/s (1000-6000 pies por minuto), hacia el tejido cresponador.

5 El rodillo 60 tiene una superficie lisa 64 que puede ir provista de adhesivo y/o de agentes separadores, si es necesario. La banda 44 se adhiere a la superficie 64 del rodillo 60 que gira con una gran velocidad angular, mientras la banda sigue avanzando en la dirección de máquina, marcada por las flechas 66. Sobre el rodillo, la banda 44 tiene en general una distribución aparentemente aleatoria de las fibras.

La dirección 66 se conoce como dirección de máquina (MD) de la banda y también como dirección de la máquina de papel 10; mientras que la dirección transversal de máquina (CD) es la dirección perpendicular a la MD en el plano de la banda.

10 La banda 44 entra normalmente en el resquicio (58) a unas consistencias del 10-25 por ciento y se deshidrata y se seca hasta unas consistencias de 25 hasta 70 cuando se transfiere al tejido cresponador 18, tal como muestra el diagrama.

El tejido 18 va soportado por una serie de rodillos 68, 70, 72 y por un rodillo prensa 74 en el resquicio 76 formado entre el tejido cresponador y el rodillo de transferencia 60, tal como está representado.

15 El tejido cresponador define un resquicio a lo largo del tramo en que el tejido cresponador 18 se adapta por contacto al rodillo 60; esto es, ejerciendo una presión importante sobre la banda y contra el rodillo de transferencia. Con este fin el rodillo soporte (o cresponador) 70 puede estar dotado de una superficie blanda, deformable, que aumentaría la longitud del resquicio de cresponado y el ángulo de cresponado entre el tejido y la hoja con el punto de contacto, o bien podría usarse en 70 un rodillo prensa de zapata, a fin de incrementar el contacto efectivo con la banda en el
20 resquicio de cresponado por tejido 76, de donde la banda 44 se transfiere al tejido 18 y avanza en la dirección de máquina. Empleando diferente equipo en el resquicio de cresponado es posible ajustar el ángulo de cresponado por tejido o el ángulo de salida del resquicio de cresponado. Por tanto es posible influir en la naturaleza y cantidad de la redistribución de las fibras y en la deslaminación/despegado que pueda ocurrir en el resquicio de cresponado por tejido 76, ajustando los parámetros del resquicio. En algunas realizaciones puede ser deseable reestructurar las
25 características entre fibras en la dirección z, mientras que en otros casos puede ser interesante controlar las propiedades solo en el plano de la banda. Los parámetros del resquicio de cresponado pueden influir en la distribución de las fibras de la banda en varias direcciones, incluyendo los cambios inducibles en la dirección z, así como en la MD y CD. En cualquier caso el traslado desde el rodillo de transferencia al tejido cresponador es de alto impacto, porque el tejido se mueve más lentamente que la banda y tiene lugar un cambio de velocidad importante.
30 Normalmente la banda se crespona en alguna parte desde 10-60 por ciento y aún más, durante el desplazamiento desde el rodillo de transferencia al tejido.

En general el resquicio de cresponado 76 se prolonga sobre un tramo de tejido cresponador comprendido aproximadamente entre aproximadamente 3,17 mm y aproximadamente 50,8 mm (aproximadamente 1/8" y
35 aproximadamente 2"), usualmente entre 12,7 y 50,8 mm (1/2" y 2"). Así pues, para un tejido cresponador de 32 hebras CD por pulgada, la banda 44 encontrará aproximadamente entre 4 y 64 hilos de trama en el resquicio.

La presión en el resquicio de cresponado 76, es decir, la carga entre el rodillo soporte 70 y el rodillo de transferencia 60, es adecuadamente de 3,51 N/mm – 17,5 N/mm (20-100), preferiblemente de 7,01 N/mm – 12,3 N/mm (40-70 libras por pulgada lineal (PLI)).

40 Tras el cresponado por tejido la banda sigue avanzando a lo largo de la MD 66, donde se prensa en húmedo sobre un rodillo Yankee 80 en el resquicio 82. La transferencia en el resquicio 82 tiene lugar generalmente a una consistencia aproximada de la banda del 25 al 70 por ciento. A estas consistencias es difícil adherir la banda a la superficie 84 del rodillo 80 con firmeza suficiente para retirar íntegramente la banda del tejido. Este aspecto del proceso es importante, sobre todo si se quiere utilizar una campana de secado de gran velocidad y mantener unas condiciones de cresponado de alto impacto.

45 A este respecto hay que observar que los procesos TAD convencionales no emplean campanas de gran velocidad, porque no se logra suficiente adhesión al secador Yankee.

Conforme a la presente invención se ha encontrado que el uso de ciertos adhesivos funciona con una banda moderadamente húmeda (25-70 por ciento de consistencia) para adherirla suficientemente al secador Yankee, de manera que permita operar el sistema a elevada velocidad y secar por impacto de chorro de aire a gran velocidad. A
50 este respecto en 86 se aplica una composición adhesiva de poli (alcohol vinílico) /poliamida como la citada anteriormente, si es preciso.

La banda se seca sobre el rodillo Yankee 80, que es un cilindro calentado, y por impacto de chorro con aire de alta velocidad en la campana Yankee 88. Al girar el cilindro la banda 44 se crespona a partir del rodillo mediante la rasqueta 89 y se enrolla en un carrete de recogida 90. El cresponado del papel a partir de un secador Yankee se
55 puede efectuar con una cuchilla cresponadora ondulada tal como la revelada en la patente U.S. nº 5.690.788. Se ha demostrado que la cuchilla cresponadora ondulada aporta varias ventajas, cuando se usa para fabricar productos de

tisú. En general los productos de tisú cresponados con una cuchilla ondulada tienen mayor calibre (grosor), un mayor alargamiento CD y mayor volumen hueco en comparación con los productos de tisú elaborados con cuchillas cresponadoras convencionales. Todos estos cambios, debidos al uso de la cuchilla ondulada, tienen relación con la mejor sensación de suavidad de los productos de tisú.

- 5 Cuando se emplea un proceso de cresponado en húmedo, en vez de un secador Yankee se puede utilizar un secador por impacto de aire, un secador de aire a través o una serie de secadores de rodillo. Los secadores por impacto de aire están descritos en las siguientes patentes y solicitudes:

Patente U.S. nº 5.865.955 de Ilvespaaet y otros

Patente U.S. nº 5.968.590 de Ahonen y otros

- 10 Patente U.S. nº 6.001.421 de Ahonen y otros

Patente U.S. nº 6.119.362 de Sundqvist y otros

Solicitud de patente U.S. nº 09/733.172, titulada Cresponado en húmedo, proceso de secado por impacto de aire para elaborar hoja absorbente, actualmente patente U.S. nº 6.432.267.

- 15 Una unidad de secado a través del tipo bien conocido en el estado técnico está descrita en la patente U.S. nº 3.432.936 de Cole y otros, al igual que patente U.S. nº 5.851.353, en la cual se describe un sistema de secado por rodillos.

En la figura 20 se representa una máquina de papel 10 preferida para usar según la presente invención. La máquina de papel 10 tiene tres secciones, una sección de formación 12 conocida generalmente en el estado técnico como formador medialuna. La sección de formación 12 incluye una criba de moldeo 22 soportada por una serie de rodillos como 32, 35. La sección de formación también incluye un rodillo formador 38 que soporta el fieltro de fabricación de papel 48, con lo cual la banda 44 se forma directamente sobre el fieltro 48. El recorrido del fieltro 14 se prolonga hasta una sección de prensa de zapata 16 donde la banda húmeda se deposita sobre un rodillo soporte 60 como el arriba descrito. Después la banda 44 se crespona sobre el tejido 18 en el resquicio 76 antes de ser depositada sobre el secador Yankee 20 en otro resquicio de prensado 82. El sistema incluye un rodillo giratorio de vacío 54, pero en algunas realizaciones el sistema de tres secciones puede estar configurado de varias maneras que no requieren un rodillo giratorio. Esta característica tiene especial importancia en relación con la reposición de una máquina de papel, considerando que el gasto de instalación del equipamiento asociado, es decir del equipo de procesamiento de la pulpa o de la fibra y/o del equipo de secado, caro y de gran tamaño como el secador Yankee, o la serie de rodillos secadores, resultaría prohibitivo, a no ser que las mejoras puedan configurarse de manera que sean compatibles con el dispositivo existente. A este respecto pueden hacerse varias mejoras y modificaciones en la máquina 10 de la figura 20 tal como se describe en relación con las figuras 21, 22 y la figura 23.

La figura 21 es un esquema parcial de la sección formadora 12 de la máquina 10 de la figura 20. El rodillo formador 38 es un rodillo de vacío en el cual la aplicación del vacío se indica esquemáticamente en 39. Hojas de peso elevado en un formador medialuna suele indicar que el fieltro lleva una cantidad de agua excesiva. En la prensa de zapata este aumento extra de agua aumenta la posibilidad de trituración en el resquicio de la prensa. Con mayor frecuencia el agua extra se elimina mediante un rodillo de succión con un grado relativamente alto de enrollamiento del fieltro, antes del resquicio de la prensa de zapata. Este rodillo requiere un gran vacío para reducir el agua del fieltro, hasta el punto de que el resquicio no se destruya. El uso de un rodillo formador de vacío elimina la necesidad de aplicar más vacío al fieltro a medida que la banda avanza por el dispositivo. De este modo el vacío aplicado se puede emplear con mayor eficiencia para reducir el agua en el fieltro. La mayor eficiencia también es resultado de otro mecanismo. En las secciones de formación de los formadores medialuna modernos las tensiones de los tejidos formación pueden alcanzar los 12,3 N/mm (70 libras por pulgada lineal). Si el rodillo formador tiene un diámetro de 127 cm (50 pulgadas), por ejemplo, y la tensión en el tejido formador es de 8,76 N/mm (50 pli), la presión auxiliar ejercida contra la hoja es aproximadamente de 0,0138 MPa (2 psi) ($P, \text{psi} = T, \text{pli}/\text{radio}, \text{pulgadas}$ o $P = 50/25 = 2$). Estos 0,0138 MPa (2 psi) útiles extra se suman al vacío existente en el extremo "caro" de la curva de vacío, para mejorar la economía del proceso.

La instalación de un rodillo con revestimiento blando 35 dentro del bucle del tejido del formador medialuna puede contribuir adicionalmente a la penetración del agua del fieltro en el rodillo formador de vacío, aumentando así la deshidratación del fieltro sin necesidad de incorporar más potencia cara de vacío. Este dispositivo está ilustrado en las figuras 21 y 22. Nótese que la deshidratación asistida por la tensión del tejido es del orden de unas 2 psi; por ejemplo, según la presente invención, si un rodillo con revestimiento blando (para ajuste CD uniforme) ofrece un resquicio de una pulgada de ancho, al cargarlo entonces a un nivel relativamente bajo, tal como 3,51 N/mm (20 pli), la presión adicional ejercida sobre el agua del fieltro es 10 veces la del tejido solo y no costará más en cuanto a presión de vacío o flujo necesario. Efectivamente esta carga adicional podría reducir el volumen de purga para una caída de presión determinada.

- 5 Como medio adicional de disminuir la complejidad de la sección formadora se puede usar un rodillo con revestimiento blando, tal como el rodillo 35 en la figura 21, como rodillo giratorio del tejido, tal como se representa en la figura 22. El rodillo 35 podría funcionar tanto como un rodillo prensa, como un rodillo giratorio para la criba de moldeo 22. Normalmente esto no sería factible en un formador medialuna debido a la necesidad de emplear un pulso de vacío para la separación fieltro-rodillo, a fin de transferir efectivamente la hoja de la criba de moldeo al fieltro. Pero en la presente invención el vacío dentro del rodillo formador puede ayudar a efectuar la transferencia y permitir que la sección de formación puede configurarse tan compacta como se precise.
- 10 Se logra aún mayor flexibilidad inclinando el fieltro 48 hacia arriba, tal como muestra la figura 23. En la figura 23 hay un recorrido invertido en el resquicio 58, así como una prensa de zapata indicada esquemáticamente en 16. En tal caso la máquina de papel 10 se puede configurar para maximizar el empleo de un dispositivo existente, eliminando un rodillo de vacío como el 54 de la figura 19 o 20, de manera que se pueda montar, si es preciso, una limpieza del tejido u otro equipamiento, a fin de minimizar la necesidad de modificar un dispositivo existente durante una reinstalación.
- 15 Sin pretender teorizar, se cree que el cresponado de alto impacto de la banda en el resquicio de cresponado por tejido es una característica notable de la presente invención, según la cual la banda se reordena sobre el tejido y la unión entre las fibras de la banda se reconfigura de manera que se logra un gran volumen y absorbencia, a pesar de la deshidratación compactante o mecánica de la banda hasta consistencias relativamente altas sobre el fieltro de fabricación de papel en la prensa de zapata. Por tanto puede evitarse la compactación excesiva resultante del prensado agresivo en un rodillo de succión en el secador Yankee. Como puede apreciarse según las propiedades de
- 20 la banda presentadas abajo, las bandas producidas mediante la presente invención muestran un volumen, una absorbencia y un alargamiento inesperadamente elevados para los productos deshidratados por compactación.
- Las condiciones típicas de funcionamiento para la máquina de papel 10 están incluidas en la siguiente tabla 2; mientras que las propiedades de los productos cresponados por tejido de alto impacto aparecen en la tabla 3.
- 25 En las tablas 4 y 5 se resumen productos seleccionados y se comparan con productos existentes en la tabla 6, así como en las figuras 24 y 25, que son representaciones gráficas de la absorbencia frente al volumen específico. Las figuras 26 hasta 32 ilustran la proporción de cresponado por tejido de alto impacto y otras variables de las propiedades conseguidas por medio de la presente invención.
- En cuanto a la conversión de los valores mencionados en las tablas a unidades del SI, se aplican los siguientes factores de conversión:
- 30 Para convertir una velocidad en pies por minuto en m/s, hay que multiplicar el valor por 0,00508.
- Para convertir una carga en PLI en N/mm, hay que multiplicar el valor por 0,175.
- Para convertir una tensión en g/3 pulgada en g/cm, hay que multiplicar el valor por 0,1312.
- Para convertir un peso base en lb/3.000 pies² en g/m², hay que multiplicar el valor por 1,627.
- Para convertir un calibre en mils en mm, hay que multiplicar el valor por 0,0254.
- 35

Tabla 2 - Condiciones de operación representativas

Tejido responedor/ Cuchilla responedora	Velocidad tejido fpm	Velocidad secador Yankee fpm	Velocidad carrete fpm	Rodillo responedor carga PLJ	Prensa zapata carga PLI	Relación de responedor Tejido/Yankee	Relación de responedor Yankee/carrete	Relación de responedor Tejido/carrete	Rodillo responedor dureza	Calibre de 8 hojas (milésimas de pulgada)	Gramaje lb./3000 ft ²	GMT	SAT g/g
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1800	1800	60	600	1,11	1,00	1,11	"blando"	81	25,0	2649	
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1800	1700	54	600	1,11	1,06	1,18	"blando"	102	25,1	2296	
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1700	1600	40	400	1,18	1,06	1,25	"blando"	64	15,4	1771	6,5
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1700	1600	60	400	1,18	1,06	1,25	"blando"	66	15,5	1776	6,6
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1850	1600	60	400	1,08	1,16	1,25	"blando"	67	15,6	1751	6,8
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1850	1600	56	400	1,08	1,16	1,25	"blando"	64	15,1	1651	6,9
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1850	1600	60	600	1,08	1,16	1,25	"blando"	65	15,1	1866	6,6
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1850	1600	55	600	1,08	1,16	1,25	"blando"	64	15,3	1757	6,8
Nudillos CD externos/ convencional	2000	1700	1600	60	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	67	15,3	1660	6,9

(continuación)

Tejido	Velocidad tejido fpm	Velocidad secador Yankee fpm	Velocidad carrete fpm	Rodillo crespador carga PLI	Prensa zapata carga PLI	Relación de crespado Tejido/Yankee	Relación de crespado Yankee/carrete	Relación de crespado Tejido/carrete	Rodillo crespador dureza	Calibre de 8 hojas (milésimas de pulgada)	Gramaje lb/3000 ft ²	GMT	SAT g/g
Crespador/cuchilla crespadora													
Nudillos CD externos/convencional	2000	1700	1600	40	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	65	15,3	1765	6,8
Nudillos CD externos/convencional	2000	1700	1600	53	400	1,18	1,06	1,25	"blando"	65	16,1	1737	6,3
Nudillos CD externos/convencional	2000	1700	1600	53	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	68	16,8	1816	6,3
Nudillos CD externos/convencional	2500	2125	2000	60	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	63	13,8	985	
Nudillos CD externos/convencional	2500	2125	2000	60	400	1,18	1,06	1,25	"blando"	61	13,6	921	7,4
Nudillos CD externos/convencional	2500	2200	2000	60	400	1,14	1,10	1,25	"blando"	66	15,3	1275	6,4
Nudillos CD externos/convencional	2500	2200	2000	60	600	1,14	1,10	1,25	"blando"	68	15,2	1378	6,6
Nudillos CD externos/convencional	3000	2545	2400	60	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	65	14,5	881	6,6
Nudillos CD externos/convencional	3000	2545	2400	60	400	1,18	1,06	1,25	"blando"	65	14,6	820	6,5

(continuación)

Tejido crespador/ cuchilla crespadora	Velocidad tejido fpm	Velocidad secador Yankee fpm	Velocidad carrete fpm	Rodillo crespador carga PLI	Prensa zapata carga PLI	Relación de crespado Tejido/Yankee	Relación de crespado Yankee/carrete	Relación de crespado Tejido/carrete	Rodillo crespador dureza	Calibre de 8 hojas (milésimas de pulgada)	Gramaje lb /3000 ft ²	GMT	SAT g/g
Nudillos CD externos/ convencional	3000	2545	2400	60	600	1,18	1,06	1,25	"blando"	66	14,7	936	6,7
Nudillos CD externos/ convencional	3000	2700	2400	64	600	1,11	1,13	1,25	"blando"	67	15,8	1188	6,6
Nudillos CD externos/ convencional	3200	2900	2560	64	600	1,10	1,13	1,25	"blando"	66	15,4	1133	6,6
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1800	1600	60	600	1,11	1,13	1,25	"blando"	90	20,4	1575	6,6
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1600	1600	60	600	1,25	1,00	1,25	"blando"	105	23,0	1643	7,0
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1600	1600	54	600	1,25	1,00	1,25	"blando"	106	25,4	2045	6,3
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1500	1500	60	600	1,33	1,00	1,33	"blando"	109	24,6	1458	6,9
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1400	1400	54	600	1,43	1,00	1,43	"blando"	121	25,0	1618	8,2
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1400	1400	54	600	1,43	1,00	1,43	"blando"	109	20,0	913	8,7

(continuación)

Tejido cresponador cuchilla cresponadora	Velocidad tejido fpm	Velocidad secador Yankee fpm	Velocidad carrete fpm	Rodillo cresponador carga PLI	Prensa zapata carga PLI	Relación de cresponado Tejido/Yankee	Relación de cresponado Yankee/carrete	Relación de cresponado Tejido/carrete	Rodillo cresponador dureza	Calibre de 8 hojas (milésimas de pulgada)	Gramaje lb/3000 ft ²	GMT	SAT g/g
Nudillos MD externos/ ondulatoria	2000	1400	1400	54	600	1,43	1,00	1,43	"blando"	119	25,1	1726	7,5
Nudillos MD externos/ convencional	2000	1350	1350	60	600	1,48	1,00	1,48	"blando"	122	26,7	1363	7,2

TABLA 3

Muestra	Gramaje lb/3000 ft ²	Calibre 8 hojas milésimas de pulgada/ 8 hojas	Resistencia a la tracción MD g/3 pulgadas	Alargamiento MD %	Resistencia a la tracción CD g/3 pulgadas	Alargamiento CD %	Resistencia a la tracción GM	Relación de resistencia a la tracción %	Resistencia a la tracción CD en húmedo cuando Finch g/3 pulgadas
1-1	19,87	62,88	4606	18,5	3133	5,2	3780	1,5237710	996,92
1-2	20,76	61,86	4684	22,1	3609	5,2	4111	1,2981323	1,266,53
1-3	20,68	60,00	4474	23,7	3836	5,1	4137	1,1687330	1,204,89
1-4	20,69	61,46	4409	26,4	3978	4,6	4188	1,1090470	1,227,87
1-5	20,50	62,60	4439	23,6	3863	5,1	4140	1,1502550	995,75
1-6	20,19	62,44	3793	23,5	3598	5,5	3693	1,0538107	955,01
1-7	20,50	61,94	3895	25,2	3439	5,3	3660	1,1323913	999,16
1-8	20,80	60,58	3904	24,8	3608	5,5	3752	1,0820923	969,49
1-9	20,68	57,72	3986	23,6	3350	5,3	3652	1,1906527	978,24
1-10	20,69	62,14	3800	23,6	3282	5,5	3531	1,1589873	824,23
1-11	22,35	68,48	2905	25,6	2795	5,0	2849	1,0410453	723,88
2-1	19,58	77,44	3218	24,0	3847	4,7	3518	0,8369987	1,130,23
2-2	20,23	62,04	3926	25,7	3078	5,6	3477	1,2757220	843,49
2-3	20,44	60,06	4240	24,9	2729	5,5	3401	1,5554780	809,07
2-4	19,50	57,50	3504	24,5	3097	4,9	3292	1,1345120	832,34
2-5	19,91	61,20	3668	25,4	3068	4,9	3354	1,1959187	1,046,25
2-6	20,50	59,48	3611	25,9	3563	5,4	3587	1,0141063	1,078,93
2-7	20,37	60,48	4132	23,2	3616	4,4	3864	1,1433700	982,13
2-8	20,84	61,56	3761	26,5	3559	5,0	3658	1,0581430	1,088,29
2-9	20,13	56,38	4008	23,2	3950	4,6	3976	1,0163267	1,103,56
2-10	20,19	60,28	3921	23,2	3658	4,4	3786	1,0737743	1,176,74
2-11	20,01	58,08	4061	21,2	3725	4,5	3887	1,0922847	1,239,30
2-12	20,34	62,30	3644	22,3	3353	4,2	3494	1,0901400	1,055,76
2-13	19,36	56,52	3474	23,1	3254	4,2	3358	1,0724343	115,79
3-1	20,03	67,00	2547	24,7	2432	4,4	2488	1,0486153	71,69
3-2	19,37	55,22	3607	21,8	3588	4,2	3596	1,0064937	99,86
3-3	19,54	56,16	3519	20,3	3372	4,4	3444	1,0445673	92,77
3-4	15,13	51,18	2873	23,7	3016	4,4	2943	0,9522983	659,93
3-5	14,95	52,06	2663	23,9	1992	5,0	2299	1,3529480	628,42
3-6	14,93	52,20	2692	22,8	2181	5,0	2422	1,2362143	653,00
3-7	14,70	53,12	2626	23,7	2260	4,8	2436	1,1617173	688,65
3-8	15,15	53,68	2500	23,3	2319	5,5	2407	1,0789143	575,97
3-9	15,08	54,02	2525	23,6	2273	5,2	2396	1,1105663	575,91
3-10	15,11	53,04	2453	23,3	2202	4,8	2323	1,1156770	625,81
3-11	15,54	53,12	2721	24,4	2337	5,2	2522	1,1638033	674,02
3-12	15,54	54,04	2524	23,2	2268	5,4	2387	1,1276000	715,30
3-13	16,03	57,40	2319	24,9	1822	4,9	2054	1,2758480	529,99

TABLA 3 (continuación)

Muestra	Gramaje lb/3000 ft ²	Cables 8 hojas milímetros de pulgada/ ² 8 hojas	Resistencia a la tracción MD 3/8 pulgadas	Alargamiento MD %	Resistencia a la tracción CD 3/8 pulgadas	Alargamiento CD %	Resistencia a la tracción GM	Relación de resistencia a la tracción %	Resistencia a la tracción CD en húmedo curado F inch 3/8 pulgadas
4-1	15,19	56,72	2243	26,0	2081	5,7	2159	1,0810010	574,78
4-2	15,23	56,62	2517	27,2	2387	5,4	2450	1,0549993	624,15
4-3	16,42	68,26	2392	36,2	2628	5,7	2506	0,9109697	686,76
4-4	16,27	62,82	2101	35,7	2198	6,0	2149	0,9562577	550,84
4-5	18,66	80,40	2055	52,6	2692	6,0	2352	0,7643983	604,63
4-6	17,54	78,22	1741	54,5	2326	6,0	2011	0,7499683	606,87
4-7	15,69	73,08	1350	53,9	2085	7,5	1677	0,6474557	495,32
4-8	13,43	67,62	918	48,1	1569	7,8	1200	0,5849340	441,99
4-9	17,37	81,92	1651	53,0	2262	6,0	1932	0,7304977	346,16
4-10	17,96	83,42	2397	55,2	1693	7,5	2014	1,4165033	453,38
5-1	15,25	53,80	3133	28,5	1403	7,4	2096	2,2372990	417,16
5-2	15,30	52,22	2763	28,9	1969	6,4	2332	1,4042303	540,96
5-3	15,27	54,42	2739	27,9	1949	6,2	2310	1,4051727	584,31
5-4	14,26	49,20	2724	22,3	1911	6,0	2280	1,4301937	492,39
5-5	15,01	51,50	2871	24,5	1846	6,3	2302	1,5558130	493,79
5-6	16,32	66,38	2675	39,0	2164	7,2	2406	1,2364763	591,34
5-7	16,35	64,66	2652	38,6	2025	6,7	2317	1,3098210	616,83
5-8	16,99	64,76	2495	38,6	2061	6,9	2268	1,2104890	641,85
5-9	17,05	64,70	2570	39,0	2121	8,1	2335	1,2114943	627,03
5-10	19,74	81,54	2445	59,0	2615	8,3	2528	0,9348707	696,55
5-11	17,61	79,06	2010	58,1	2164	7,9	2085	0,9286937	583,19
5-12	16,42	74,80	1763	56,7	1835	7,3	1799	0,9618313	459,98
5-13	15,89	74,26	1554	56,1	1686	7,9	1616	0,9264103	502,56
5-14	14,13	59,58	1603	35,2	1540	8,3	1571	1,0418210	433,09
5-15	14,45	59,60	1851	36,6	1722	7,9	1785	1,0752183	454,11
6-1	15,42	64,70	2002	36,1	1649	7,6	1817	1,2143843	448,91
6-2	13,79	59,50	1773	33,2	1491	7,2	1625	1,1921810	467,44
6-3	13,88	60,78	1865	34,5	1459	6,5	1649	1,2790833	402,48
6-4	17,21	53,80	3739	21,3	2441	6,2	3021	1,5312243	524,07

TABLA 3 (continuación)

Muestra	Resistencia a la tracción CD en húmedo espesor g/3 pulgadas	Tasa de espesidad SAT feria g/m ²	Módulo GM g% de alargamiento	Módulo de rotura GM g%	Capacidad SAT g/m ²	Tasa de absorción de agua 0,1 ml	Proporción de volumen hueco	Volumen hueco Peso sec %	T.E.A. MD mm-g/m ²	T.E.A. CD mm-g/m ²
1-1	1,037,74			386,04					4,925	1,246
1-2				379,43					5,629	1,407
1-3				381,02					5,647	1,447
1-4				374,25					6,154	1,393
1-5	1,114,45	134,035	89,6	373,07		15,1	2,557	485,919	5,891	1,530
1-6	923,31	143,739	84,4	330,65	334,019	9,7	2,370	450,291	5,357	1,552
1-7	986,41	148,014	64,2	316,10	328,262	17,7	2,749	522,405	5,483	1,390
1-8	955,90	152,619	62,8	322,44	336,485	16,1	3,120	592,786	5,525	1,529
1-9	979,37	173,341	107,3	329,09		11,6	2,574	489,077	5,329	1,333
1-10	807,69	202,780	82,7	318,25		5,8	2,503	475,539	5,350	1,340
1-11	760,64	228,436	49,6	252,46		10,1	2,605	495,028	3,899	0,904
2-1				333,44					4,770	1,379
2-2				289,77					5,442	1,355
2-3				290,39					5,594	1,106
2-4	892,06		73,5	304,75	338,788	12,1	2,447	464,953	4,849	1,100
2-5	1,134,95		73,4	303,38	344,215	14,1	2,602	494,364	5,135	1,111
2-6	1,185,72		74,0	299,38	338,295	13,3	2,500	475,079	5,099	1,382
2-7			84,1	388,22	324,809	8,3	2,742	520,947	5,415	1,183
2-8	1,083,57		74,1	322,48	332,539	16,5	2,350	446,534	5,307	1,362
2-9				380,20					5,310	1,442
2-10				378,20					4,986	1,246
2-11				407,80					4,997	1,313
2-12				367,66					4,710	1,107
2-13				341,00					4,334	1,050
3-1				237,83					3,141	0,810
3-2				374,55					4,587	1,185
3-3				361,95					4,289	1,174
3-4				281,81					3,992	1,074
3-5				206,59					3,625	0,721
3-6	624,93		96,9	234,34	287,806	23,6	3,060	581,457	3,535	0,857
3-7	687,75		110,3	230,28	283,201	15,6	3,505	665,997	3,642	0,878
3-8	658,71		91,4	213,35	287,477	20,8	2,876	546,462	3,412	0,991
3-9	605,18		96,0	215,30	276,787	20,4	2,676	508,501	3,655	0,922
3-10	735,02		109,2	228,44	287,477	13,3	2,709	514,787	3,447	0,823
3-11	726,30		95,0	224,41	284,516	21,8	3,416	648,993	3,938	0,927

TABLA 3 (continuación)

Muestra	Resistencia a la tracción CD en húmedo $\frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$	Tasa de capacidad SAT lenta $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Módulo GM g% de absorción	Módulo de rotura GM g%	Capacidad SAT $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Tasa de absorción de agua 0,1 ml	Proporción de volumen hueco	Volumen hueco $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3}$	T.E.A. MD $\frac{\text{mm}^3}{\text{g} \cdot \text{mm}^2}$	T.E.A. CD $\frac{\text{mm}^3}{\text{g} \cdot \text{mm}^2}$
3-12	710,84		99,8	211,56	298,824	10,8	2,844	540,334	3,520	0,974
3-13	588,92		84,9	194,08	293,397	11,7	3,070	583,215	3,268	0,673
4-1				176,34					3,631	0,927
4-2				199,09					4,073	1,013
4-3				174,98	352,932				4,516	1,169
4-4				147,74	393,882				4,107	1,008
4-5				132,27	446,180				5,908	1,233
4-6				111,11	421,512				5,267	1,043
4-7				85,12	376,614				4,232	1,188
4-8				62,19	363,622				2,839	0,906
4-9				107,93	451,443				4,779	1,008
4-10				100,33	466,245				6,235	0,994
5-1				139,92	296,522				4,808	0,830
5-2				167,96	292,082				4,561	0,980
5-3				176,21	287,970				4,497	0,960
5-4				197,34	258,038				3,783	0,918
5-5				191,14	282,872				4,276	0,909
5-6				142,92	342,406				5,165	1,274
5-7				143,42	334,841				5,191	1,058
5-8				139,58	346,024				5,533	1,078
5-9				128,05	329,414				5,854	1,256
5-10				114,09	446,016				7,192	1,764
5-11				95,91	397,171				5,944	1,290
5-12				89,77	386,482				5,377	1,006
5-13				78,57	381,712				4,773	1,006
5-14				93,20	298,660				3,608	0,938
5-15				107,14	304,087				4,247	1,041
6-1				110,50	340,926				3,696	0,981
6-2				109,51	306,060				3,280	0,848
6-3				107,86					3,491	0,727
6-4				262,56	289,450				4,764	1,204

TABLA 3 (continuación)

Muestra	Gramaje Peso crudo g	Tasa de SAT g/g*0,5	Tiempo de SAT s	Módulo de rotura CD g%	Módulo de rotura MD g%	Módulo MD g% de alargamiento	Tasa de SAT lenta g/g*0,5	Tiempo de SAT lenta s	Módulo MD g% de alargamiento
1-1	1,502			616,35	243,93				
1-2	1,570			678,34	212,24				
1-3	1,563			767,81	189,09				
1-4	1,564			838,85	166,97				
1-5	1,550			735,66	189,20	33,9	0,0097	760,7	236,7
1-6	1,527	0,1267	51,7	653,42	167,43	31,8	0,0117	645,4	224,3
1-7	1,550	0,1097	68,5	632,98	157,97	27,0	0,0143	525,7	155,4
1-8	1,573	0,1090	64,0	650,43	159,84	21,9	0,0147	558,4	182,0
1-9	1,564			630,71	171,75	54,6	0,0133	1,488,3	212,8
1-10	1,564			615,91	164,45	30,3	0,0197	1,360,7	225,6
1-11	1,690			562,56	114,48	17,1	0,0213	1,640,4	144,4
2-1	1,480			814,69	136,54				
2-2	1,529			545,09	154,06				
2-3	1,545			506,30	166,68				
2-4	1,475	0,1063	80,6	642,06	145,06	24,9			217,9
2-5	1,505	0,1143	72,5	620,58	148,80	25,1			215,6
2-6	1,550	0,0847	106,2	638,62	140,40	25,1			219,8
2-7	1,540	0,1197	60,3	826,28	182,78	32,2			221,4
2-8	1,576	0,1103	67,4	726,00	143,31	22,9			240,9
2-9	1,522			856,84	168,81				
2-10	1,527			812,16	176,14				
2-11	1,513			838,71	198,30				
2-12	1,538			805,74	167,77				
2-13	1,464			760,44	153,34				
3-1	1,515			549,07	103,46				
3-2	1,465			862,70	162,65				
3-3	1,478			748,20	175,19				
3-4	1,144			658,49	120,60				
3-5	1,130			383,94	112,01				
3-6	1,129	0,1193	48,8	443,89	123,80	43,4			217,1
3-7	1,111	0,1207	49,8	476,73	111,42	58,8			207,2
3-8	1,146	0,1103	55,5	422,57	107,74	43,9			190,3
3-9	1,140	0,1183	43,2	430,31	107,73	45,5			203,2
3-10	1,143	0,1080	58,6	465,97	111,99	52,4			228,0
3-11	1,175	0,1067	51,9	447,41	112,72	42,1			215,1
3-12	1,175	0,1187	48,4	420,40	106,64	49,1			202,9
3-13	1,212	0,1303	48,5	400,40	94,17	36,3			198,6

TABLA 3 (continuación)

Muestra	Granaje Peso crudo g	Tasa de SAT g/g*0,5	Tiempo de SAT s	Módulo de rotura CD g%	Módulo de rotura MD g%	Módulo MD g% de alargamiento	Tasa de SAT lenta g/g*0,5	Tiempo de SAT lenta s	Módulo MD g% de alargamiento
4-1	1,148			360,37	86,31				
4-2	1,152			437,86	90,64				
4-3	1,242	0,1503	40,2	458,63	66,80				
4-4	1,230	0,1853	54,7	370,93	58,89				
4-5	1,411	0,2067	39,9	441,47	39,66				
4-6	1,326	0,2073	37,5	395,01	31,25				
4-7	1,186	0,1997	36,0	286,82	25,28				
4-8	1,015	0,2147	35,2	200,88	19,27				
4-9	1,313	0,1890	46,9	367,11	31,74				
4-10	1,358	0,2370	43,4	232,71	43,27				
5-1	1,153	0,1177	52,1	181,40	107,99				
5-2	1,157	0,1027	53,8	297,12	94,95				
5-3	1,155	0,1157	46,8	315,99	98,40				
5-4	1,078	0,0930	53,3	316,31	123,29				
5-5	1,135	0,0977	67,4	305,42	119,70				
5-6	1,234	0,1450	39,6	295,03	69,28				
5-7	1,236	0,1330	46,8	299,01	68,80				
5-8	1,285	0,1280	60,4	297,32	65,53				
5-9	1,289	0,1397	48,6	248,67	65,97				
5-10	1,493	0,1840	59,9	311,46	41,80				
5-11	1,332	0,2080	30,1	267,30	34,43				
5-12	1,241	0,2020	33,2	262,35	30,72				
5-13	1,202	0,1683	39,4	215,78	28,61				
5-14	1,068	0,1590	43,4	190,30	45,68				
5-15	1,093	0,1323	48,8	221,86	51,74				
6-1	1,166	0,1553	42,0	219,03	55,78				
6-2	1,043	0,1453	39,5	219,30	54,89				
6-3	1,050			216,25	53,84				
6-4	1,301	0,1050	56,6	386,65	178,43				

Tabla 4 – Productos seleccionados

Muestra	Gramj.	Cal	Vol. esp.	MD*	MDSTR	CD*	CDSTR	GMT	Md/CD	WETCD*	SAT	SAT g/g	Pred. SAT
2-7	20,37	60,48	5,79	4132	23,2	3616	4,4	3865	1,143	982,13	324,809	4,90	4,47
2-8	20,84	61,56	5,76	3761	26,5	3559	5,0	3659	1,058	1,088,29	332,539	4,90	4,45
1-7	20,50	61,94	5,89	3895	25,2	3439	5,3	3660	1,132	999,1	328,262	4,92	4,56
1-8	20,80	60,58	5,68	3904	24,8	3608	5,5	3753	1,082	969,49	336,485	4,97	4,38
2-6	20,50	59,48	5,66	3611	25,9	3563,	5,4	3587	1,014	1,078,93	338,295	5,07	4,36
1-6	20,50	62,44	6,03	3793	23,5	3598	5,5	3694	1,054	955,01	334,019	5,08	4,68
2-5	19,91	61,20	6,00	3668*	25,4	3068	4,9	3354	1,196	1,046,25	344,215	5,31	4,65
2-4	19,50	57,50	5,75	3504	24,5	3097	4,9	3294	1,135	832,34	338,788	5,34	4,44
3-13	16,03	57,40	6,99	2319	24,9	1822	4,9	2056	1,276	529,99	293,397	5,62	5,50
3-11	15,54	53,12	6,67	2721	24,4	2337	5,	2522	1,164	674,02	284,516	5,63	5,23
3-9	15,08	54,02	6,99	2525	23,6	2273	5,2	2396	1,111	575,91	276,787	5,64	5,50
3-8	15,15	53,68	6,91	2500	23,3	2319	5,5	2408	1,079	575,97	287,477	5,83	5,43
3-10	15,11	53,04	6,85	2453	23,3	2202	4,8	2324	1,116	625,81	287,477	5,84	5,38
3-12	15,54	54,04	6,79	2524	23,2	2268	5,4	2393	1,128	715,30	298,824	5,91	5,33
3-7	14,70	53,12	7,05	2626	23,7	2260	4,8	2436	1,162	688,65	283,201	5,92	5,55

Muestra	Gramj.	Cal	Vol. esp.	MD*	MDSSTR	CD*	CDSTR	GMT	Md/CD	WETCD*	SAT	SAT g/g	Pred. SAT
3-6	14,93	52,20	6,82	2692	22,8	2181	5,0	2423	1,236	653,00	287,806	5,92	5,35
4-3	16,42	68,26	8,111	2392	36,2	2628	5,7	2507	0,911	686,76	352,932	6,60	6,46
4-5	18,66	80,40	8,40	2055	52,6	2692	6,0	2352	0,764	604,63	446,180	7,34	6,72
4-7	15,69	73,08	9,09	1350	53,9	2085	7,5	1677	0,647	495,32	376,614	7,38	7,31
4-6	17,54	78,22	8,70	1741	54,5	2326	6,0	2012	0,750	606,87	421,512	7,38	6,97
4-4	16,27	62,82	7,531	2101	35,7	2198	6,	2149	0,956	550,84	393,882	7,44	5,97
4-10	17,96	83,42	9,06	2397	55,2	1693	7,5	2014	1,417	453,38	466,245	7,97	7,28
4-9	17,37	81,92	9,20	1651	53,0	2262	6,0	1933	0,730	346,16	451,443	7,99	7,40
4-8	13,43	67,62	9,83	918	48,1	1569	7,8	1200	0,585	441,99	363,622	8,32	7,94
Indica el valor de la resistencia a la tracción													

Tabla 5 – Comparación de hojas con y sin fibras de alto rendimiento

Velocidad secador pequeño	Velocidad Yankee	Velocidad carrete	BCTMP	Crespionado por tejido	Gramaje	Calibre	Resistencia a la tracción MD en seco	Alargamiento MD	Resistencia a la tracción CD en seco	Alargamiento CD	Resistencia media geométrica a la tracción	MD/CD	Capacidad de SAT	SAT específica
fpm	fpm	fpm	%	Relación	lb/resma	Milésimas de pulgada/8 hojas	g/3"	%	g/3"	%	g/3"	Relación	g/3"	g/g
2000	1800	1700	0	1,11	24,92	77,10	2233	20,1	3113	4,1	2636	0,72	393,4	4,85
2000	1800	1700	0	1,11	25,01	77,16	2374	20,8	3124	3,9	2723	0,76	369,0	4,53
2600	1800	1700	0	1,44	25,66	110,36	1856	51,6	415	19,6	877	4,48	501,3	6,00
2600	1800	1700	0	1,44	24,93	108,42	2037	54,1	421	20,3	926	4,85	530,5	6,54
2000	1801	1684	0	1,11	25,08	76,30	3010	19,2	3570	4,4	3278	0,84	389,8	4,77
2000	1801	1684	0	1,11	24,85	75,40	3246	20,0	3692	4,1	3460	0,88	385,8	4,77
2299	1800	1695	0	1,28	24,44	83,66	3836	353	3660	5,4	3747	1,05	423,8	5,33
2298	1800	1712	0	1,28	24,68	85,12	4202	37,4	3896	5,6	4044	1,08	415,3	5,17
2598	1800	1712	0	1,44	25,08	97,86	3800	52,5	1177	11,3	2114	3,23	488,0	5,98

Velocidad secador pequeño	Velocidad Yankee	Velocidad carrete	BCTMP	Cresponado por tejido	Gramaje	Calibre	Resistencia a la tracción MD en seco	Alargamiento MD	Resistencia a la tracción CD en seco	Alargamiento CD	Resistencia media geométrica a la tracción	MD/CD	Capacidad de SAT	SAT específica
fpm	fpm	fpm	%	Relación	lb/resma	Milésimas de pulgada/8 hojas	g/3"	%	g/3"	%	g/3"	Relación	g/3"	g/g
2600	1800	1712	0	1,44	25,11	97,00	3702	51,7	1199	11,5	2106	3,09	478,7	5,86
2300	1800	1700	25	1,28	24,08	98,50	3049	37,2	1000	7,2	1745	3,05	486,3	6,20
2300	1800	1700	25	1,28	24,08	83,80	3230	35,3	987	7,1	1785	3,28	433,5	5,53
2299	1800	1709	25	1,28	24,68	97,14	3254	37,4	1144	7,8	1928	2,85	511,5	6,37
2299	1800	1709	25	1,28	24,92	98,26	3388	36,8	1119	7,2	1946	3,04	494,2	6,09
2300	1800	1723	25	1,28	24,89	89,00	4136	36,1	3249	5,4	3666	1,27	441,9	5,45
2296	1800	1723	25	1,28	25,17	89,22	4156	35,9	3063	5,2	3566	1,36	450,1	5,49
2303	1800	1723	25	1,28	24,80	87,38	3180	35,5	4360	4,6	3723	0,73	446,8	5,54
2301	1800	1723	25	1,28	24,65	86,84	3092	35,2	4285	4,6	3639	0,72	461,6	5,75
2000	1800	1700	50	1,11	23,56	81,60	2858	19,3	3453	3,4	3139	0,83	435,7	5,68
2000	1800	1700	50	1,11	24,05	81,74	2856	18,9	3570	3,4	3192	0,80	424,1	5,42
2600	1800	1700	50	1,44	24,03	114,08	2189	50,7	509	14,8	1055	4,30	565,7	7,23
2600	1800	1700	50	1,44	24,17	111,68	2349	50,0	550	14,6	1136	4,27	548,3	6,97

Velocidad secador pequeño	Velocidad Yankee	Velocidad carrete	BCTMP	Cresponado por tejido	Gramaje	Calibre	Resistencia a la tracción MD en seco	Alargamiento MD	Resistencia a la tracción CD en seco	Alargamiento CD	Resistencia media geométrica a la tracción	MD/CD	Capacidad de SAT	SAT específica
fpm	fpm	fpm	%	Relación	lb/resma	Milésimas de pulgada/8 hojas	g/3"	%	g/3"	%	g/3"	Relación	g/3"	g/g
2000	1800	1723	50	1,11	23,74	71,46	4480	19,4	5423	3,5	4928	0,83	367,4	4,76
2001	1800	1723	50	1,11	24,05	75,22	4656	18,5	5464	3,6	5043	0,85	394,9	5,04
2599	1800	1723	50	1,44	24,72	102,86	3687	51,5	1416	8,4	2285	2,61	530,5	6,59
2589	1800	1723	50	1,44	24,13	102,74	3480	51,7	1469	8,3	2261	2,37	543,0	6,91

5 En las tablas y en las figuras 24 y 25 se aprecia que la banda de la presente invención tiene una absorbencia y unos volúmenes específicos mayores que en el caso de los productos convencionales prensados en húmedo y parecidos al caso de los productos corrientes secados a través (TAD). Esta comparación se resume asimismo en la tabla 6, donde también se puede ver que las relaciones de resistencia a la tracción en seco MD/CD de algunos de los productos preferidos de la presente invención son únicas.

TABLA 6 Comparación de propiedades típicas de la banda

Propiedad	Prensado húmedo convencional	Secado a través convencional	Cresponado por tejido a gran velocidad
SAT g/g	4	10	6 - 9
*Volumen	40	120 +	50 - 115
Resistencia a la tracción MD/CD	> 1	> 1	< 1
Alargamiento CD (%)	3 - 4	7 - 10	5 - 10
* milésimas de pulgada/8 hojas			

10 En efecto, las relaciones de resistencia a la tracción en seco MD/CD son inesperadamente pequeñas y pueden bajar de 0,5, lo cual es notablemente inferior a lo que puede conseguirse controlando solo la velocidad del chorro respecto a la criba. A la vez los valores de alargamiento CD son elevados. Además en la tabla 3 se ve que el alargamiento MD alcanzado se acerca a 50 e incluso supera el 50%. En otros casos hemos conseguido un alargamiento MD superior al 80% manteniendo una buena operatividad de máquina, incluso con fibra reciclada. Las propiedades
15 únicas, especialmente de absorbencia y volumen, son coherentes con las microestructuras de banda observadas en las figuras 33 a 41.

20 Las figuras 33 y 34 son microfotografías (100 x) de cortes, a lo largo de la dirección de máquina (dirección A) y de la dirección perpendicular a la máquina (dirección B), de una banda producida mediante prensado en húmedo corriente, sin un cresponado por tejido de alto impacto como el que brinda la presente invención. La figura 41 es una microfotografía (50 x) de la superficie de la banda por la cara superior. En estas fotografías se observa que la microestructura de la banda es bastante cerrada o densa, sin gran volumen intersticial entre las fibras.

En cambio las figuras 35, 36 y 39 muestran microfotografías similares de una banda preparada por el proceso TAD convencional. Aquí se observa que la microestructura de la banda es relativamente abierta, con grandes volúmenes intersticiales entre las fibras.

25 Las figuras 37 y 38 son microfotografías (100 x) a lo largo de la dirección de máquina (dirección A) y de la dirección perpendicular a la máquina (dirección B), de una banda producida mediante cresponado por tejido de alto impacto en una máquina de papel como la de la figura 20. La figura 40 es una vista superficial (50 x) de la banda. En este caso se ve que la banda tiene una microestructura abierta como la banda TAD de las figuras 35, 36 y 39, con un gran volumen intersticial entre las fibras, que es coherente con los altos niveles de absorbencia observados en el
30 producto final.

Así pues, la densificación inherente a los procesos convencionales de prensado en húmedo se invierte en el cresponado por tejido de alto impacto. La banda cresponada por tejido puede secarse apropiadamente aplicándola sobre un rodillo de secado dotado de un adhesivo adecuado y cresponándola a partir de ahí, al tiempo que se conservan y mejoran sus propiedades.

35 En las figuras 42 a 55 se representan las relaciones de tensión/dilatación para productos de la presente invención y también para productos convencionales CWP y TAD, donde se ve que los productos de la presente invención muestran características únicas de módulo CD y especialmente altos valores de alargamiento MD. La tensión se expresa en g/3" (igual que la resistencia a la rotura) y la dilatación en % (igual que el alargamiento a la rotura). En relación con las figuras 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se nota que el módulo CD de los productos de la presente invención
40 tiene un comportamiento parecido al de los productos CWP a baja dilatación, alcanzando un valor máximo a una dilatación menor del uno por ciento; sin embargo al contrario que los productos CWP se mantiene un módulo alto a dilataciones CD de 3-5 por ciento. Los productos de la presente invención tienen usualmente un módulo CD máximo a menos del uno por ciento de dilatación y mantienen, como mínimo, un módulo CD del 50 por ciento del valor máximo observado a una dilatación CD de al menos un 4 por ciento, aproximadamente. El módulo CD de los

productos CWP cae más rápidamente desde su valor máximo a medida que aumenta la dilatación CD, mientras que los productos TAD convencionales no presentan ningún módulo CD máximo a dilataciones CD bajas.

- 5 El módulo de los productos de la presente invención en la dirección de máquina también tiene en muchos casos un comportamiento único a varios niveles de dilatación; las figuras 48 a 55 muestran el comportamiento de la tensión MD. Puede verse en las figuras 48 a 55 que el módulo de rotura de algunas hojas es 1,5-2 veces el módulo MD inicial (tomado éste como módulo MD máximo por debajo de un 5% de dilatación). La muestra B de la figura 54 es especialmente llamativa, porque el producto presenta un módulo de rotura MD igual a casi dos veces el módulo inicial de la hoja. Se cree que este módulo alto para un gran alargamiento puede explicar la sorprendente operatividad observada en condiciones de elevado alargamiento MD con las bandas de la presente invención.
- 10 La influencia de la "dureza" del rodillo cresponador, o sea el rodillo 70 (figuras 19 y 20), se ve en las tablas 7 y 8. Como se ha apuntado anteriormente la "dureza" de este rodillo influye en la longitud del resquicio de cresponado. Los resultados aparecen en las siguientes tablas 7 y 8 para varias relaciones de cresponado. Aunque la dureza del rodillo influyó algo en las propiedades de la hoja, esta influencia quedó un poco superada por el efecto de la relación de cresponado por tejido en las características de la hoja.

15 TABLA 7 Rodillo cresponador "blando" (P+J 80), tejido de 21 mallas

Relación de cresponado por tejido	1,13	1,28	1,45	1,60
Calibre	109	129	134	132
GMT	2450	1167	1215	905
MD/CD	3,56	4,54	1,83	1,47
Capacidad SAT	475	617	632	688
Relación chorro/criba	0,94	0,83	0,94	0,84
Temperatura en campana Yankee	850	857	855	900
Humedad en bobina	1,3	1,5	1,7	2,3
Gramaje	25,6	25,7	25,1	24,6
Volumen específico	8,3	9,8	10,4	10,5
SAT específica	5,7	7,4	7,8	8,6
GMT específica	769	359	398	296

TABLA 8 Rodillo cresponador "duro" (P+J 30), tejido de 21 mallas

Relación de cresponado por tejido	1,13	1,27	1,44	1,61
Calibre	94	116	126	128
GMT	2262	1626	1219	934
MD/CD	3,41	2,38	1,98	1,66
Capacidad SAT	396	549	591	645
Relación chorro/criba	0,94	0,96	0,95	0,94
Temperatura en campana Yankee	890	875	875	875
Humedad en bobina	1,5	1,6	1,5	2,4
Gramaje	24,0	23,8	23,5	23,6
Volumen específico	7,6	9,5	10,4	10,6
SAT específica	5,1	7,1	7,7	8,4
GMT específica	774	573	410	310

5 De lo precedente se apreciará que las modificaciones en formas de especificación específicas y otras ventajas de la presente invención son realmente evidentes para el especialista. Por ejemplo, podría usarse una correa no porosa con un patrón, en vez de un tejido cresponador. A lo largo de esta descripción y de las reivindicaciones debe tenerse en cuenta que correa cresponadora comprende tanto tejidos como estructuras no porosas. Los ensayos iniciales con una caja de moldeo a vacío en el tejido cresponador demuestran que las consecuencias de no usar (o poder usar) una caja de moldeo no son graves. Por lo tanto se podría usar una correa muy impermeable en lugar del tejido cresponador. El material de que está compuesto una correa impermeable permitiría grabarla mecánicamente o por láser. Estas técnicas de grabado son bien conocidas y permiten optimizar la estructura de los huecos de varios modos: grosor de la hoja, absorbencia, porcentaje de eficiencia del cresponado, área "abierta" presentada a la hoja, desarrollo de la resistencia (líneas continuas), valor estético para el consumidor final, facilidad de limpieza, larga duración, perfil uniforme de prensado, etc.

20 Considerando que la etapa de cresponado por tejido influye mucho en las propiedades finales de la hoja base, el cresponado final en seco no es necesario para producir hojas base absorbentes y suaves de gran calidad. Por tanto, si conviene, para el secado final de la hoja base húmeda cresponada por tejido se pueden emplear tramos de modo económico y eficiente una máquina plana de papel ya existente, para producir tisú y hojas base para toalla de calidad bastante elevada. No hace falta añadir al proceso ni un secador Yankee ni un secador intermedio. Normalmente solo hay que rediseñar la sección existente de prensado y el recorrido de la hoja, disminuyendo tal vez la sección húmeda, a fin de adaptarse a los gramajes inferiores y a las mayores velocidades de formación propias del proceso de la presente invención.

25 En otra realización adicional la hoja, después de la etapa de cresponado por tejido, se seca finalmente sobre una tela TAD, pasándola por encima de un rodillo alveolar construido para extraer aire calentado a través de la hoja. En esta realización la presente invención podría usarse para reconstruir un activo convencional ya existente o para transformar una máquina TAD anterior, con el fin de reducir los costes de operación.

30 Otra ventaja de la hoja producida de acuerdo con la presente invención es que, especialmente a velocidades diferenciales bastante elevadas durante el cresponado por tejido, estas hojas sin resistencia en húmedo tienen unos valores de absorción SAT equiparables a los de aquellas que contienen grandes cantidades de agente químico resistente a la humedad. Como las hojas corrientes sin aditivos de resistencia a la humedad tienden a romperse estando húmedas, parece que el proceso de la presente invención desarrolla en la hoja una estructura que no se rompe con la humedad, incluso sin agentes químicos de resistencia en húmedo. Esta estructura puede ser resultado de una ordenación inusual de un gran porcentaje de fibras en la dirección axial z de la hoja, es decir fibras que tienden a amontonarse de tal modo, que evitan que se rompa la estructura, incluso en húmedo, manteniendo disponible un volumen hueco suficiente para retener agua. En otras estructuras se observa un gran número de fibras

que se extienden ampliamente en dirección CD apiladas unas sobre otras, formando estructuras que abarcan espesores de varias fibras, es decir, en la dirección z. Las hojas corrientes tienden a alargarse cuando se humedecen, mientras que en las hojas de la presente invención hemos observado menor tendencia a alargarse en húmedo.

5 Otra cualidad de los productos de la presente invención es su tendencia a formar poca o ninguna pelusa. Gracias a la mayor capacidad de retención de agua y al bajo módulo, en la etapa de cresponado por tejido se desarrollan unas grandes propiedades de alargamiento en las hojas de la presente invención, aunque estén todavía algo húmedas, pues esta etapa de cresponado por tejido es más efectiva que el mero moldeo de la hoja - produce cambios estructurales reales al nivel de las fibras - y por tanto requiere menos degradación o ésta tiene lugar en la rasqueta de cresponado en seco. Como resultado el potencial de formación de polvo disminuye significativamente, porque las partículas de polvo que pueden originarse en la etapa de cresponado por tejido se adhieren fuertemente a la hoja durante la etapa final de secado. En casos característicos hay un nivel relativamente bajo de cresponado en seco (debido al bajo nivel general de fijación de la hoja al rodillo cresponador), que no suelta muchas fibras, finos u otras partículas constituyentes de la pelusa o del polvo que suele encontrarse en los tisús y toallas suaves. Hasta ahora no se había observado un nivel tan bajo de pelusa en relación con tisús o toallas muy suaves, tal como es factible con los productos de la presente invención. Esta combinación de características es especialmente deseable en tisús blandos y toallas que se usan para limpiar lentes, ventanas y otras aplicaciones en que los altos niveles de polvo son inaceptables.

20 Las hojas base elaboradas mediante el proceso de la presente invención pueden emplearse en productos de diferentes calidades. En las operaciones típicas de fabricación de papel cada producto final requiere la elaboración de una calidad específica de hoja base en una máquina de papel. Sin embargo con el proceso de la presente invención se puede elaborar una serie de productos partiendo de una única hoja base, siempre que los productos deseados tengan gramaje adecuado, resistencia a la tracción, absorbencia, opacidad y suavidad. Los productos de menor calidad o de gramaje inferior pueden usar la misma hoja base de la máquina de papel que la calidad superior. 25 En la elaboración, las calidades inferiores se producen por simple "tracción" de la mayor parte de un trecho de hoja de elevada calidad, hasta obtener los objetivos deseados, tal como se ilustra más adelante en relación con los productos de tisú. Debido a las propiedades únicas de la hoja base, las máquinas de papel pueden fabricar menos calidades a niveles significativamente elevados de eficiencia. Por lo tanto la tecnología tiene la oportunidad de afinar los procesos a los niveles más altos de eficiencia operativa y al menor coste, proporcionando a las operaciones productivas la flexibilidad y eficiencia necesarias para cumplir con los pedidos de los clientes, manteniendo mínimas las existencias o los tiempos de parada por cambio de calidad.

35 Las hojas de la presente invención tienen gran capacidad de alargamiento, pero son fácilmente enrollables. Normalmente las hojas con gran alargamiento MD no son fáciles de enrollar, a no ser que tengan un módulo inicial elevado. Análogamente las hojas con poca resistencia a la tracción MD sufren muchas roturas durante el devanado y otras operaciones. Las hojas elaboradas conforme a la presente invención se enrollan bien, sin roturas, con alargamientos muy altos (>50%) y poca resistencia a la tracción (<300 gramos/7,62 cm) (<300 gramos/3 pulgadas). Gracias a sus propiedades únicas las hojas sirven para calidades o usos que normalmente no entran en consideración, como por ejemplo forros de pañales (o de higiene femenina) donde la hoja puede experimentar cargas muy bruscas durante el procesado, pero que aún requieren un poco de porosidad en la dirección z para retener el material superabsorbente en polvo frecuentemente usado en estas formas de producto. Gracias a los valores tan bajos del módulo y a su escasa formación de pelusa, las hojas base de la presente invención puede proporcionar unas características únicas para la limpieza y el cuidado de la piel. Ofrecen un gran "volumen hueco superficial" para atrapar el material retirado de la piel y al mismo tiempo tienen un gran efecto "amortiguador" en dirección z, para repartir la presión sobre áreas mayores, reduciendo así la acción abrasiva del papel sobre la piel que se está limpiando. La gran capacidad de adaptación de estas hojas se suma a su efectividad como pañuelo de papel para la piel y a la percepción general de suavidad. 45

50 La presente invención es especialmente útil para producir varias calidades de tisú y ofrece unas opciones que anteriormente no eran factibles con los productos deshidratados por compactación o secados a través, cuyos costes, tanto de inversión inicial como de operación, son mucho más elevados. En general los tisús monocapa corrientes de gran calidad no tienen un alargamiento MD superior al 25%. La presente invención puede dar valores de alargamiento MD muy superiores al 25%, manteniendo una excelente capacidad de procesamiento en la máquina de papel y en la transformación. Esta capacidad de procesamiento puede mejorarse, si se quiere, mediante la tecnología de estratificación de la caja de cabeza. A no ser que se graben en relieve los tisús corrientes fabricados mediante un proceso CWP no presentan un patrón característico como el de un tejido TAD. La presente invención revela el patronaje del tejido cresponador y por lo tanto puede facilitar la sustitución de la hoja base TAD. El proceso de cresponado por tejido permite variar los valores de cresponado por bobina y por tejido aplicados a la hoja para un determinado nivel global de cresponado. Como en los procesos TAD habituales, esto permite compensar suavidad y absorbencia sin afectar de ninguna manera a la productividad, pero, a diferencia de ellos, el proceso de cresponado por tejido de la presente invención no requiere un aditivo de resistencia la humedad para lograr la mayor absorbencia. Como se ha apuntado anteriormente creemos que ello es debido al "amontonamiento" de la fibras durante la etapa de cresponado por tejido. En comparación con la tecnología convencional de secado por aire a 60

través, sin crespnado, la presente invención ofrece mucha más flexibilidad, porque la relación de crespnado puede variarse independientemente de la velocidad del carrete.

5 Partiendo de la misma hoja base de la máquina de papel se pueden elaborar numerosas formas de productos de tisú. Por ejemplo, se podría fabricar un tisú de calidad superior que tuviera valores de alargamiento MD superiores al 25%. Incrementando el grado de estiramiento en una sección transformadora se podría disminuir el gramaje y los valores de alargamiento MD, pero dejándolos aún por encima del 25%, con lo cual se obtendría un producto de rendimiento algo inferior. Se podrían producir otras calidades prolongando más el alargamiento. Por ejemplo, la hoja sobre el carrete de la máquina de papel podría presentar un gramaje de 11,3 kg/resma (25 libras/resma) y un alargamiento MD del 45%. Suponiendo un estiramiento normal del 4% en la transformación, la hoja base acabada tendría un gramaje de 10,9 kg/resma (24 libras/resma) y un alargamiento MD del 39%, y se vendería como tisú de calidad superior. Empleando la misma hoja base, pero variando los estiramientos en la transformación se obtendrían los productos indicados en la tabla 9.

TABLA 9 Posibles productos a partir de una hoja base de 25 libras de gramaje y 45% de alargamiento MD

Descripción	Estiramiento en la conversión	Gramaje	Alargamiento MD
Calidad máxima	4%	24	39
Superior	14%	22	27
Regular	24%	20	17
Especial	38%	18	5

15 La capacidad de alterar drásticamente las relaciones de tracción permite producir tisús muy selectos. Por ejemplo, los estudios de mercado demuestran que hay unas resistencias mínimas a la tracción CD que el consumidor relaciona con un alargamiento adecuado. En los procesos CWP y TAD corrientes esta resistencia a la tracción CD define el margen de resistencias a la tracción MD para los productos aceptables. En algunos casos, estos procesos convencionales pueden dar un producto final con una relación de resistencias a la tracción aproximadamente igual a 1:1 (MD/CD = 1,1). Las resistencias a la tracción de las hojas tienen una fuerte relación con la suavidad de las mismas. Las hojas elaboradas con el uso de la presente invención muestran unas resistencias a la tracción inesperadas. Por ejemplo, es muy fácil producir hojas cuya CD sea el doble de la MD (MD/CD = 0,5). Los valores elevados de alargamiento MD y CD resultantes del crespnado por tejido permiten efectuar la operación de transformación a unos valores de resistencia a la tracción muy inferiores a lo esperado en los tisús convencionales, manteniendo al mismo tiempo la percepción de resistencia adecuada para el consumidor. Una hoja convencional típica posee un valor de suavidad sensorial de 18 a unas resistencias a la tracción de 1600 por 700 gramos o una GMT de 1060 gramos. Con la presente invención se podría hacer una hoja de peso similar con resistencias a la tracción de 600 por 600, aprovechando las propiedades de alargamiento. La hoja con GMT de 600 gramos daría una hoja base de suavidad significativamente mayor de 18. Siguiendo esta propuesta se podría rebajar significativamente la cantidad de ingredientes "suavizantes y ablandantes" aplicados en la superficie. Por ejemplo, algunos productos requieren hasta 18,1 kg/tonelada (40 libras/tonelada) de estos ingredientes. Si se reducen a un valor nominal tal como 4,54 kg/ton (10 libras/tonelada), el ahorro de costes puede ser de al menos 40 \$/tonelada y puede llegar hasta 100 \$/tonelada.

35 El elevado alargamiento MD de las hojas elaboradas según la presente invención también permite reducir las resistencias globales a la tracción hasta niveles menores que los normalmente considerados apropiados para un funcionamiento fiable en la máquina de papel y en las máquinas transformadoras. Así en el ejemplo anterior los 600 x 600 gramos (resistencia a la tracción MD/CD) podrían reducirse a niveles normalmente observados en una de las dos capas de un producto bicapa. En este caso los valores de resistencia a la tracción se podrían seguir rebajando hasta el orden de 400 x 400. Esta reducción solo es posible gracias a valores de alargamiento MD muy altos que pueden otorgarse a la hoja, para hacerla muy "elástica" y por tanto resistente a las roturas bruscas que suelen sufrir las hojas con valores de alargamiento inferiores. En la práctica de la presente invención, la disminución de las resistencias a la tracción hasta este bajo nivel puede conseguirse con productos químicos tales como despegadores y suavizantes, que hacen posible la elaboración de un tisú muy blando, pero funcional, con una gran variedad de diferentes tipos de fibras, especialmente fibras de bajo coste.

Se puede elaborar tisú muy fuerte, pero suave, empleando el proceso de la presente invención, porque en estas hojas se observa una resistencia a la flexión muy baja, debido a los valores inherentemente bajos del módulo de las

hojas con gran alargamiento MD y CD. La suavidad de los productos también se puede mejorar mediante la propia preparación de las fibras. Las fibras largas son importantes para lograr resistencia, pero suelen aportar rigidez y sensación de rugosidad. Esto se puede superar en el proceso refinando las fibras largas hasta un valor de refinado relativamente bajo, preferiblemente con el mínimo recorte de las fibras. Al mismo tiempo las fibras de madera dura (o blanda) podrían estar tratadas con agente despegador a unas consistencias relativamente elevadas en el área de preparación de la alimentación. Esta adición de despegador debería ser suficiente para reducir significativamente la resistencia a la tracción de la hoja de laboratorio, pero no tan elevada como para impedir totalmente la unión de las fibras. Luego estas dos fibras se combinan homogéneamente o se estratifican en la caja de cabeza. De esta manera las fibras de madera blanda se unen formando una red abierta de fibras largas que poseen una gran resistencia a la tracción y mucho alargamiento. Las fibras de madera dura se unen preferentemente a la red de fibras largas y no entre ellas. Estas fibras despegadas se fijan por el exterior de la hoja proporcionando unas valiosas propiedades táctiles y conservando a la vez elevadas resistencias a la tracción. En este proceso la resistencia final a la tracción de la hoja se controlará mediante la proporción empleada entre fibras de madera blanda y de madera dura. La superficie externa despegada minimiza la necesidad de aplicar ablandantes y suavizantes, reduciendo al mismo tiempo el impacto en la máquina de papel, sobre todo en la etapa de cresponado en seco.

Análogamente, los productos de tisú de calidad superior pueden elaborarse empleando cantidades importantes de fibras recicladas. Como estas fibras pueden tratarse de modo similar a las fibras vírgenes, estas hojas presentan elevados niveles de suavidad y al mismo tiempo ocupan una posición favorable en la tecnología medioambiental.

Los diseños del tejido cresponador pueden modificarse para cambiar significativamente las propiedades de las hojas. Por ejemplo, los tejidos más finos producen hojas con superficies muy suaves, pero de menor calibre. Los tejidos más gruesos imparten un patrón más fuerte y tienen la capacidad de producir hojas de mayor calibre que presentan más de dos caras. No obstante los calibre más altos permiten un mayor calandrado, para alisar la superficie, salvaguardando el patrón. De este modo la presente invención ofrece la posibilidad de producir hojas suaves y fuertes, con o sin patrones característicos.

Usualmente en los tisús CWP, al aumentar el calibre para un determinado gramaje se llega a un punto en que inevitablemente se pierde suavidad. Por regla general, cuando esta relación, expresada como grosor en micras, medido con 12 capas, dividido por el gramaje en gramos, es superior a 95, la suavidad se deteriora apreciablemente al aumentar el calibre. Hemos hallado que la presente invención puede producir unas relaciones al menos tan elevadas como 120, sin deterioro perceptible de la suavidad. Se cree que es fácil lograr valores incluso superiores. En general las hojas base TAD de gramajes parecidos a los de la presente invención pueden igualar los grosores alcanzados a un determinado gramaje, pero las características de suavidad son inferiores. Ello es debido a que en la presente invención la hoja base se crespona dos veces a unas consistencias en que la unión entre fibras está considerablemente influenciada, una vez por el tejido y otra vez a la salida del rodillo secador Yankee. Aunque algunas hojas TAD se cresponan parecidamente dos veces, la etapa inicial de cresponado por tejido de "transferencia rápida" observada en el proceso TAD convencional se realiza a consistencias menores que en el caso de la presente invención. Tanto el TAD como el UCTAD se basan en un cresponado por tejido del tipo de "transferencia rápida", normalmente a unas consistencias del 25 por ciento o menos. Las consistencias más altas dificultan mucho la consecución del "relleno" por tejido y del calibre deseado cuando se usan estas tecnologías. Sin embargo a consistencias inferiores las fibras aún poseen una considerable capacidad de unirse durante el secado, mediante el agua libre existente y las fuerzas de Campbell, aunque no se hayan prensado en el proceso. En el proceso TAD la hoja se desprende del secador Yankee con una cuchilla de cresponado convencional. Tanto en los procesos TAD como UCTAD esta unión puede (y suele) reducirse usando agentes químicos que se aplican en el sector húmedo o se añaden a la superficie en alguna parte del proceso. Estos agentes químicos pueden aumentar considerablemente el coste del papel elaborado. Por lo que respecta a la presente invención, el cresponado por tejido se realiza normalmente a consistencias en el intervalo del 40 - 50% o tan altas como el 60% aproximadamente. En comparación con las consistencias del 25% usadas en el TAD, las consistencias del 40 y 50% representan de 1/2 a 1/3 del agua libre disponible para regular la unión durante el secado. La hoja desgarrada mediante el cresponado por tejido a estas consistencias elevadas manifiesta una menor tendencia a la reunión y disminuye o elimina la necesidad de despegadores químicos que aumentan el gasto y a menudo entorpecen el cresponado eficiente por cuchilla, dificultando la consecución de altos valores de suavidad.

En general, la gran suavidad de una hoja base monocapa se basa fuertemente en una formación excelente para conseguir la máxima resistencia a la tracción de la hoja con las fibras empleadas. En el proceso de la presente invención la "formación" de la hoja se altera en la etapa de reordenación (o de redistribución) de las fibras. Por tanto en algunos aspectos se puede evitar el esfuerzo y el gasto extra relacionado con un control cuidadoso de la formación. Aunque hay un límite de cuán "pobre" puede ser esta formación, es realista decir que esta formación "promedio" es muy apropiada en la mayoría de los casos, porque la fibra se reordena a escala microscópica durante el cresponado por tejido. De esta manera hay un gasto de reunión considerable que puede ahorrarse junto con costes de operación, dejando de instalar las cajas de cabeza de gran flujo que se necesitan para conseguir unas características de formación superiores.

La característica de doble capa siempre es un tema en los productos monocapa. Las hojas base TAD, tanto cresponadas como no cresponadas, tienen varios grados de doble capa, lo cual depende frecuentemente del

5 calandrado para reducir las diferencias táctiles entre el lado del tejido y el lado superior de la hoja. El calandrado disminuye el calibre de la hoja y en casos extremos hasta el punto en que no pueden alcanzarse las especificaciones del producto acabado. En el proceso TAD con cresponado o sin cresponado, el diseño del tejido es clave para que pueda lograrse el calibre. Aunque las hojas de gran calibre son factibles mediante estas tecnologías TAD y UCTAD, su aspecto puede resultar basto e inapropiado para los productos de calidad superior. En cuanto a la presente invención, el calibre de las hojas es controlado ampliamente mediante el grado de cresponado por tejido empleado. Cuando se usan tejidos relativamente "finos" las hojas pueden tener elevado calibre sin aspecto basto, dando lugar a mejores hojas base de gran calidad. Además estos tejidos más finos muestran menos características de doble capa a un calibre determinado y por tanto requieren menos calandrado para que sean aceptados por los usuarios de calidades superiores.

10 La siguiente tabla 10 muestra una comparación entre tisú CWP de doble capa, tisú TAD monocapa y tisú monocapa según la presente invención.

TABLA 10 Comparación de tisús

Proceso	CWP	TAD	TAD	FC (INV)	FC (INV)
Número de capas	2	1	1	1	1
Gramaje	22,8	21,0	19,2	22,9	23,1
Calibre	68,3	83,3	83,2	85,9	77,9
Resistencia a la tracción MD en seco	1361	731	733	645	543
Resistencia a la tracción CD en seco	428	467	534	469	427
GMT	748	584	625	549	481
Alargamiento MD	16,4	21,9	12,1	42,5	41,0
Alargamiento CD	5,6	8,7	8,0	6,7	6,6
Resistencia a la tracción perf.	536	325	481	321	312
Resistencia a la tracción CD en húmedo	26	186	163	-	-
Módulo GM	29,6	14,8	15,2	11,5	9,9
Fricción	0,424	0,365	0,540	0,534	0,544
Cuenta de la hoja	~400	~400	~400	~400	~400
Diámetro del rodillo	4,83	4,99	4,88	4,91	4,92
Compresión del rodillo	15,6	14,4	12,4	5,7	14,4
Suavidad	16,4	18,8	17,9	16,4	17,0

15 De la tabla 10 se desprende que el tisú monocapa de la presente invención es comparable y en muchos casos superior al tisú TAD monocapa. Además el tisú monocapa según la presente invención es comparable y en muchos casos superior al tisú CWP bicapa.

20 La presente invención ofrece igualmente las ventajas descritas anteriormente en relación con el tisú monocapa para los productos de tisú bicapa de calidad superior. De nuevo, los tisús bicapa de gran calidad no presentan generalmente valores de alargamiento MD mayores del 25%; pero con la presente invención se logran fácilmente valores de alargamiento MD mayores del 25%, manteniendo una excelente capacidad de operación en la máquina

de papel y en la transformación. En comparación con los procesos TAD sin cresponado, que requieren un cambio de velocidad en el carrete para variar la velocidad de transferencia rápida y no tienen etapa de cresponado para incrementar la suavidad, el tisú bicapa elaborado de acuerdo con la presente invención ofrece mucha mayor flexibilidad en el diseño del producto. El tisú bicapa puede elaborarse en una gran variedad de calidades, partiendo de una sola hoja base, tal como muestra la tabla 11.

TABLA 11 Posibles productos bicapa partiendo de una hoja base de 5,67 kg (12,5 libras) de gramaje y 45% de alargamiento MD

Descripción	Estiramiento en la conversión	Gramaje	Alargamiento MD
Calidad máxima	4%	24	39
Superior	14%	22	27
Regular	24%	20	17
Especial	38%	18	5

- 10 Mientras que los procesos convencionales pueden producir hojas de gran calidad, el potencial en calibre de la presente invención es sorprendentemente alto, porque no se ve merma de suavidad a elevadas relaciones de calibre/gramaje como la que se observa en los productos convencionales deshidratados por compactación a una relación calibre/gramaje de 95 o análoga.
- 15 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con numerosos ejemplos y características, las modificaciones según las realizaciones ilustradas conforme al alcance de la presente invención, expuestas en las reivindicaciones secundarias, resultarán evidentes para los especialistas en la materia.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para fabricar una lámina celulósica absorbente cresponada por correa, el método comprende:
- (a) deshidratar por compactación una pasta de papel para formar una banda naciente (44) que presenta una distribución aparentemente aleatoria de fibras de papel;
- 5 (b) aplicar la banda naciente deshidratada (44) que presenta una distribución aparentemente aleatoria de fibras a una superficie de transferencia (64) en desplazamiento que se está moviendo con una velocidad de superficie de transferencia;
- (c) cresponar por correa la banda (44) desde la superficie de transferencia (64) a una consistencia de aproximadamente 30% a aproximadamente 60% empleando una correa cresponadora con diseño (18), y la etapa de cresponado se produce en un pinzamiento de la correa cresponadora (76) definido entre la superficie de transferencia (64) y la correa cresponadora (18), en el que la correa cresponadora (18) está desplazándose a una velocidad de la correa que es más lenta que la velocidad de la superficie de transferencia (64); y
- 10 (d) secar la banda (44),
- 15 que se caracteriza por que la etapa de cresponado por correa se produce bajo presión en el pinzamiento de la correa cresponadora (76), de modo que la correa cresponadora (18) se impulsa a ponerse en contacto con la superficie de transferencia (64) a lo largo de una longitud de pinzamiento por medio de un rodillo cresponador deformable (70), en el que el diseño de la correa, los parámetros del pinzamiento, el incremento de velocidad, y la consistencia de la banda se seleccionan de modo que la banda (44) se crespona desde la superficie de transferencia (64) y se redistribuye sobre la correa cresponadora (18) para formar una banda (44) que tiene una absorbencia de al menos aproximadamente 5 g/g.
- 20 2.- El método según la reivindicación 1, en el que el rodillo cresponador deformable (70) se proporciona con una cubierta deformable que tiene un espesor de al menos 25%, preferiblemente al menos 50% de la longitud del pinzamiento.
- 25 3.- Una lámina absorbente preparada a partir de una pasta de papel que muestra una absorbencia de al menos aproximadamente 5 g/g, un estiramiento en la dirección transversal a la máquina (CD) de al menos aproximadamente 4%, y una proporción de tracción en la dirección de la máquina/dirección transversal a la máquina (MD/CD) menor que aproximadamente 1,1, en la que la lámina muestra un módulo CD máximo a una tensión CD menor que 1%, y mantiene un módulo CD de al menos 50% del módulo CD máximo de la lámina a una tensión CD de al menos 4%.
- 30 4.- La lámina absorbente según la reivindicación 3, en la que la lámina absorbente mantiene un módulo CD de al menos 75% del módulo CD pico de la lámina a una tensión CD del 2%.
- 5.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 y 4, en la que la lámina tiene una absorbencia de aproximadamente 5 g/g a aproximadamente 12 g/g.
- 35 6.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 a 5, en la que la absorbencia de la lámina (g/g) es al menos 0,7 veces el volumen específico de la banda (cc/g).
- 7.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 a 6, en la que la absorbencia de la lámina (g/g) es de aproximadamente 0,75 a aproximadamente 0,9 veces el volumen específico de la banda (cc/g).
- 40 8.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 a 7, en la que la lámina tiene un estiramiento CD de aproximadamente 5% a aproximadamente 20%, preferiblemente de aproximadamente 5% a aproximadamente 10%, y más preferiblemente de aproximadamente 6% a aproximadamente 8%.
- 9.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 a 8, en la que la lámina tiene un estiramiento en la dirección de la máquina (MD) de al menos aproximadamente 40%, preferiblemente de al menos aproximadamente 50%, y más preferiblemente de al menos aproximadamente 70%.
- 45 10.- La lamina absorbente según una de las reivindicaciones 3 a 9, en la que la lámina muestra una proporción de tracción en seco MD/CD de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,9, preferiblemente de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,8.
- 50 11.- Una lámina absorbente preparada a partir de una pasta de papel que muestra una absorbencia de al menos aproximadamente 5 g/g, un estiramiento en la dirección transversal a la máquina (CD) de al menos aproximadamente 4%, un estiramiento en la dirección de la máquina (MD) de al menos aproximadamente 15%, y una proporción de tracción en la dirección de la máquina/dirección transversal a la máquina (MD/CD) menor que aproximadamente 1,1.

- 12.- Una lámina absorbente preparada a partir de una pasta de papel que muestra una absorbencia de al menos aproximadamente 5 g/g, un estiramiento en la dirección transversal a la máquina (CD) de al menos aproximadamente 4%, y un módulo de ruptura en la dirección de la máquina (MD) mayor que el módulo MD inicial de la lámina, que se refiere al módulo MD máximo por debajo del 5% de tensión.
- 5 13.- La lámina absorbente según una de las reivindicaciones 11 y 12, en la que la lámina muestra un módulo de ruptura MD de al menos aproximadamente 1,5 veces, preferiblemente de al menos aproximadamente el doble del módulo MD inicial de la lámina, que se refiere al módulo MD máximo por debajo del 5% de tensión.
- 14.- La lámina absorbente según una de las reivindicaciones 11 a 13, en la que la lámina tiene una absorbencia de aproximadamente 5 g/g a aproximadamente 12 g/g.
- 10 15.- La lámina absorbente según una de las reivindicaciones 11 a 14, en la que la absorbencia de la lámina (g/g) es al menos aproximadamente 0,7 veces, preferiblemente de aproximadamente 0,75 a aproximadamente 0,9 veces el volumen específico de la lámina (cc/g).
- 15 16.- La lámina absorbente según una de las reivindicaciones 11 a 15, en la que la lámina tiene un estiramiento CD de aproximadamente 5% a aproximadamente 20%, preferiblemente de aproximadamente 5% a aproximadamente 10%, y más preferiblemente de aproximadamente 6% a aproximadamente 8%.
- 17.- La lámina absorbente según una de las reivindicaciones 11 a 16, en la que la lámina muestra una proporción de tracción en seco en la dirección de la máquina/dirección transversal a la máquina (MD/CD) de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,9, preferiblemente de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,8.

FIG. 1

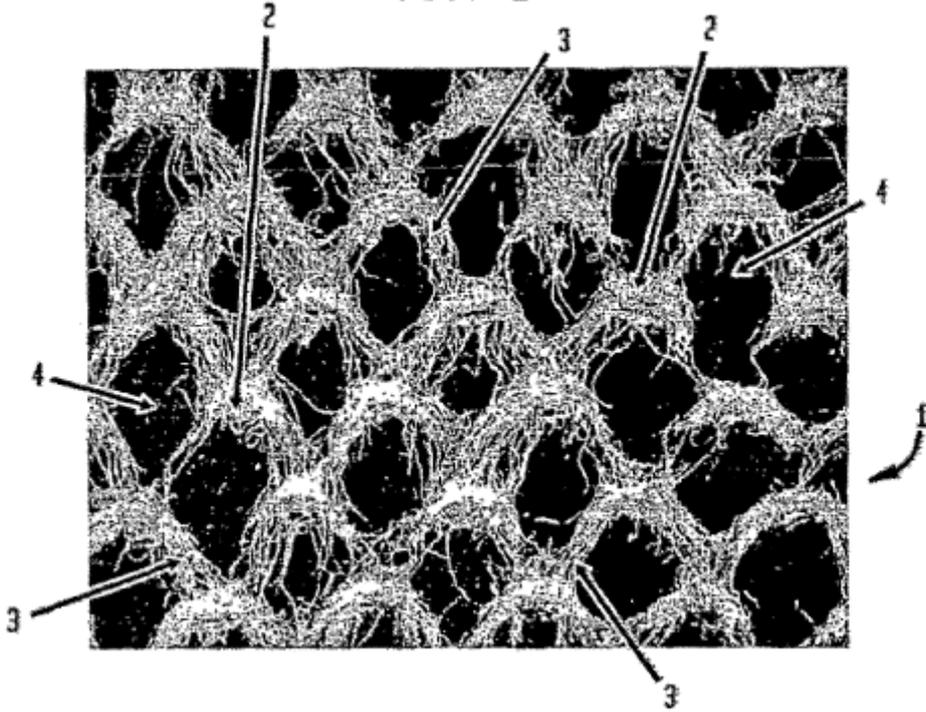


FIG. 2

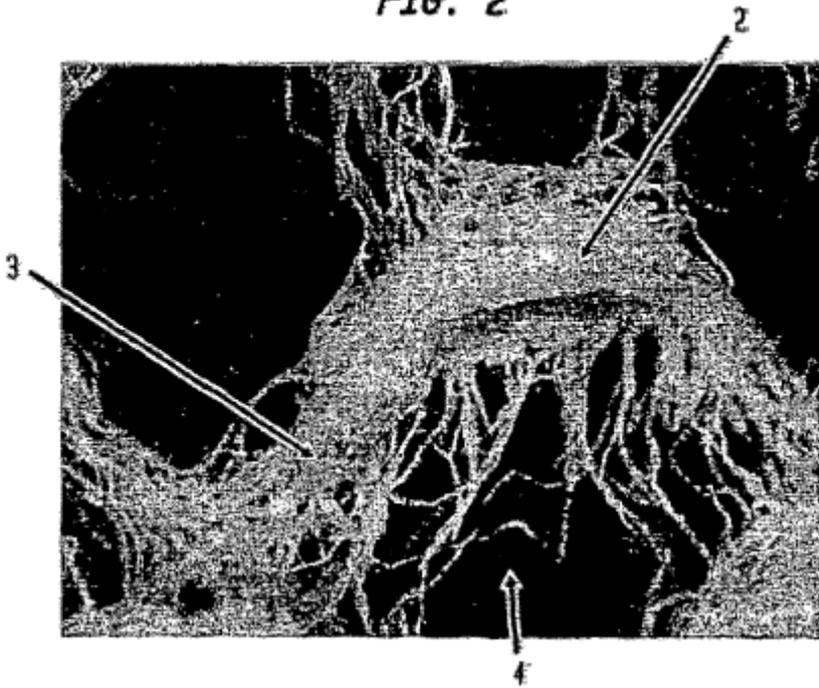


FIG. 3

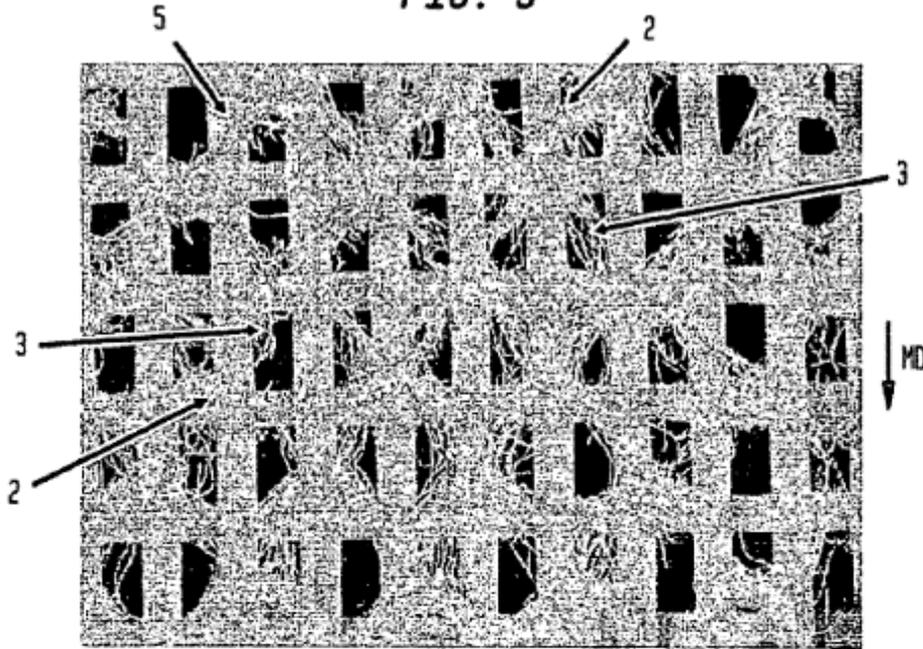
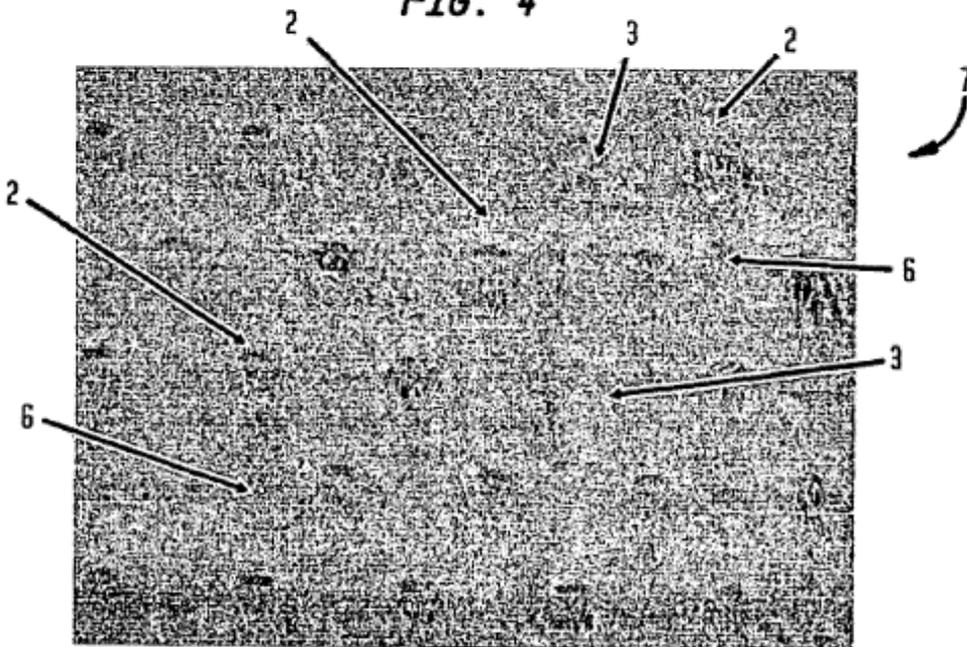


FIG. 4



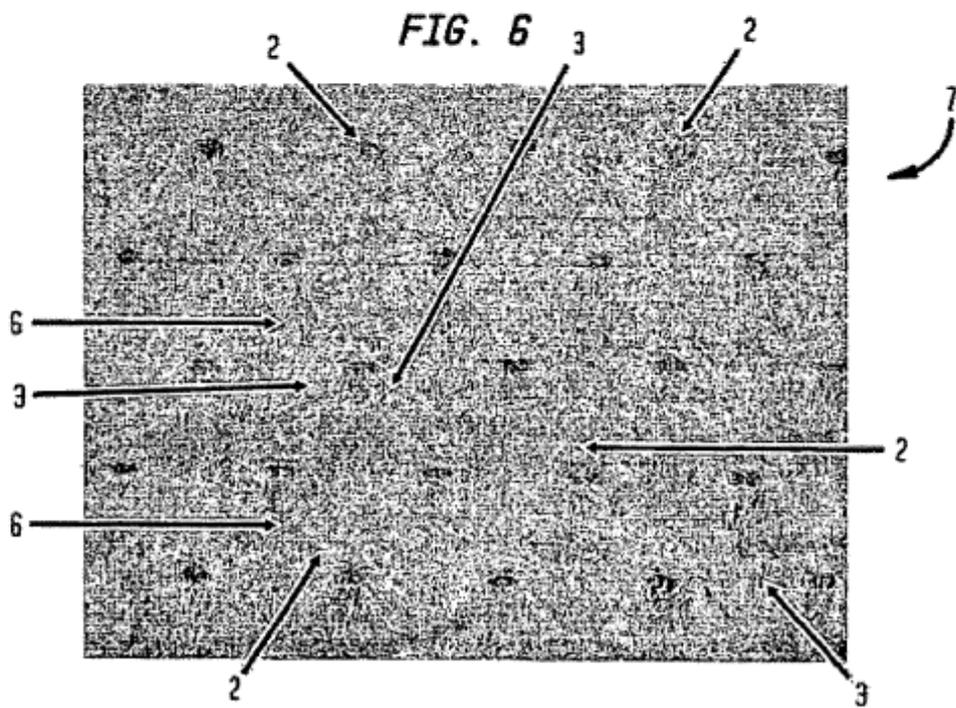
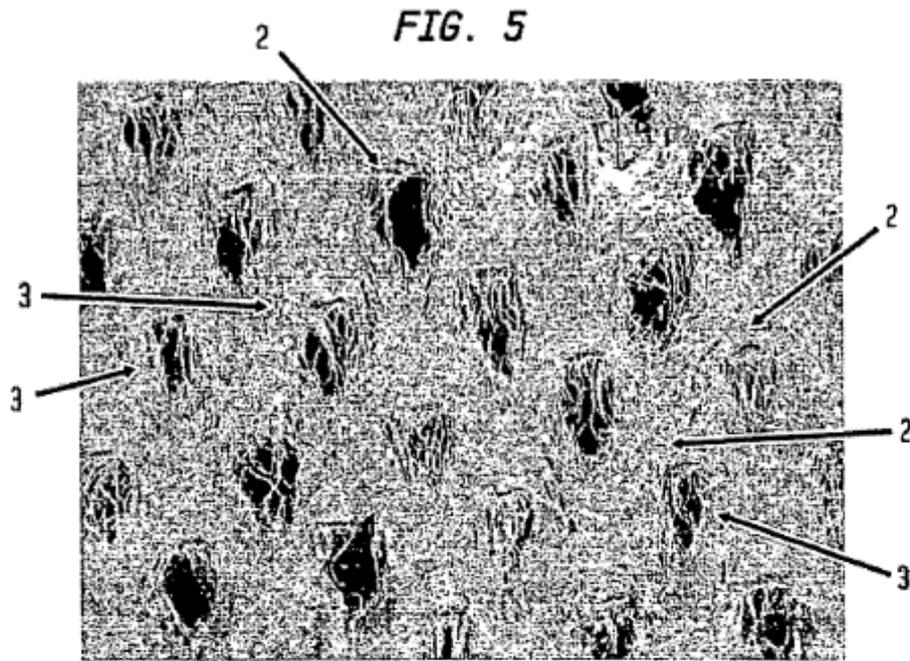


FIG. 7

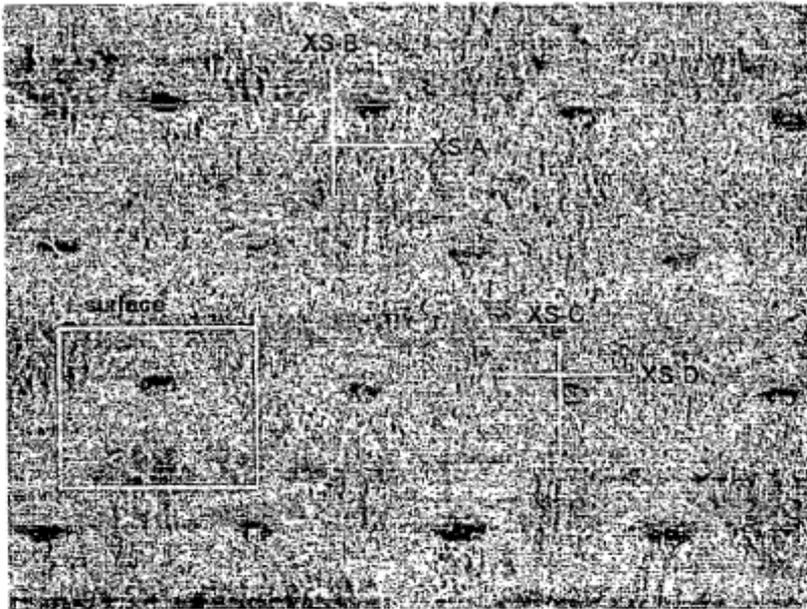


FIG. 8

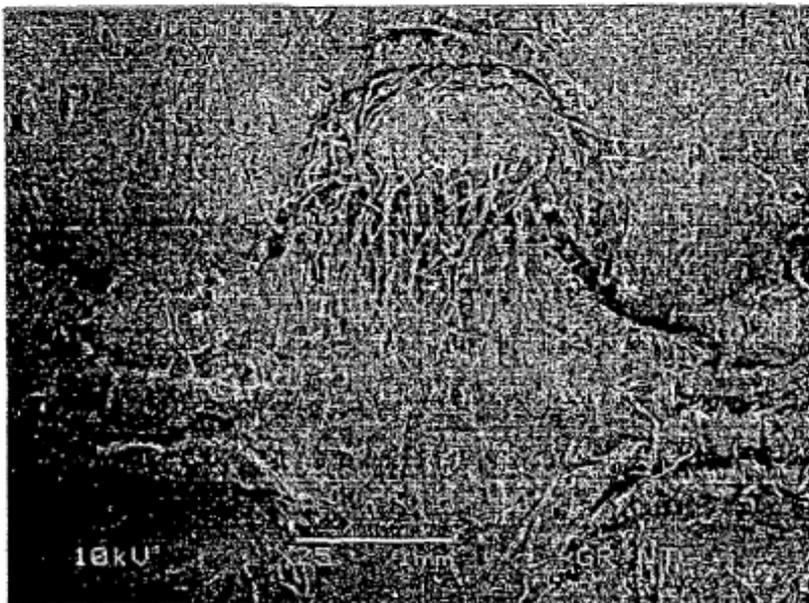


FIG. 9

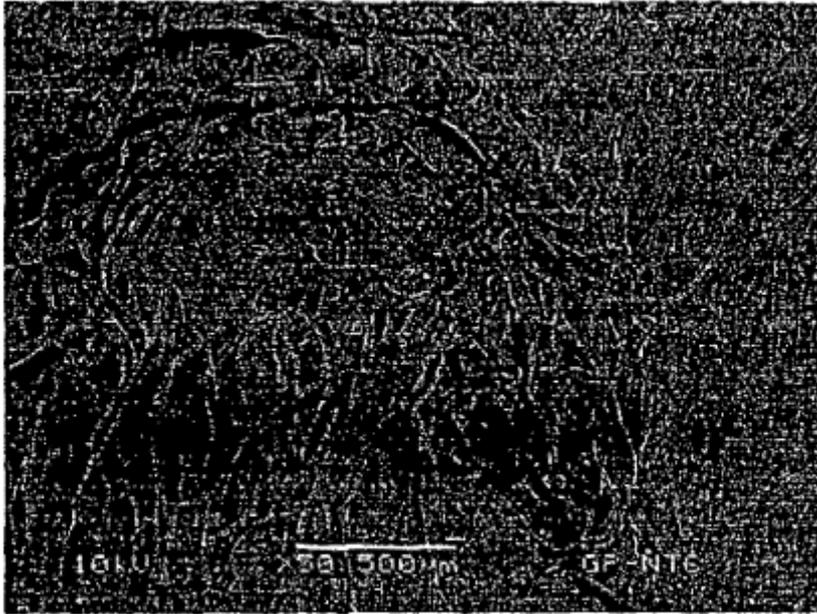


FIG. 10

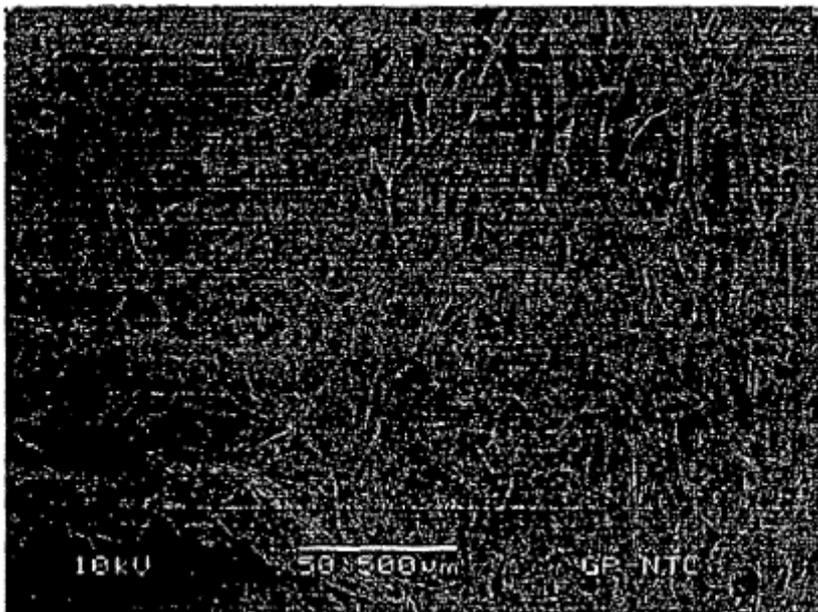


FIG. 11



FIG. 12

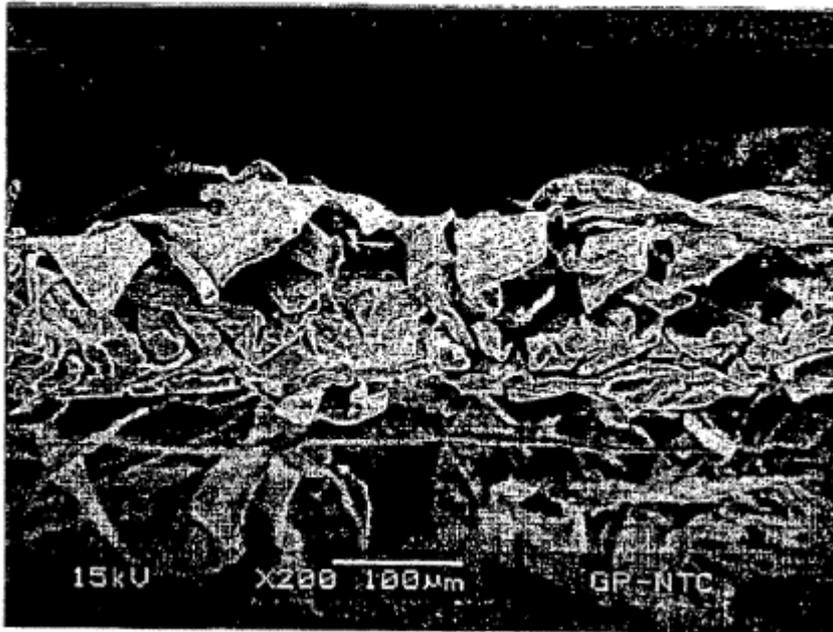


FIG. 13



FIG. 14

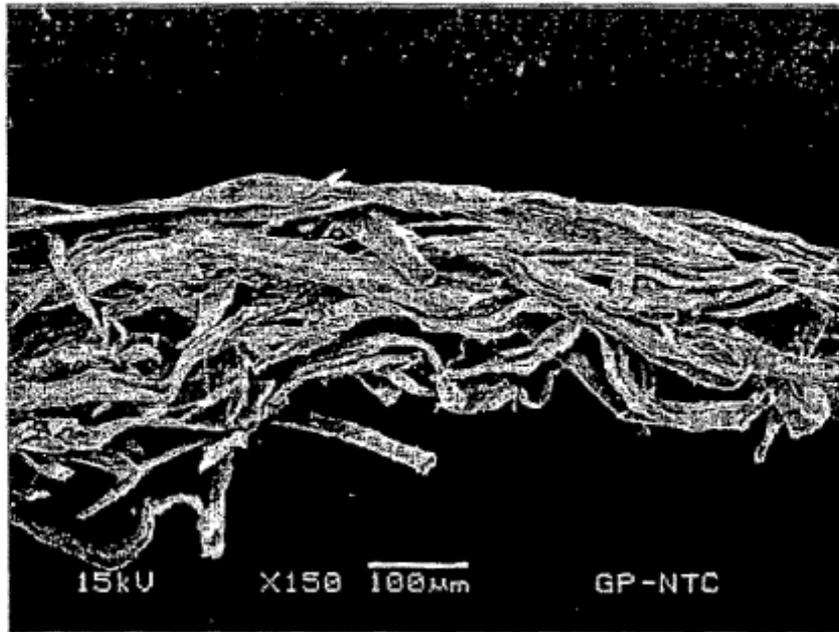


FIG. 15



FIG. 16

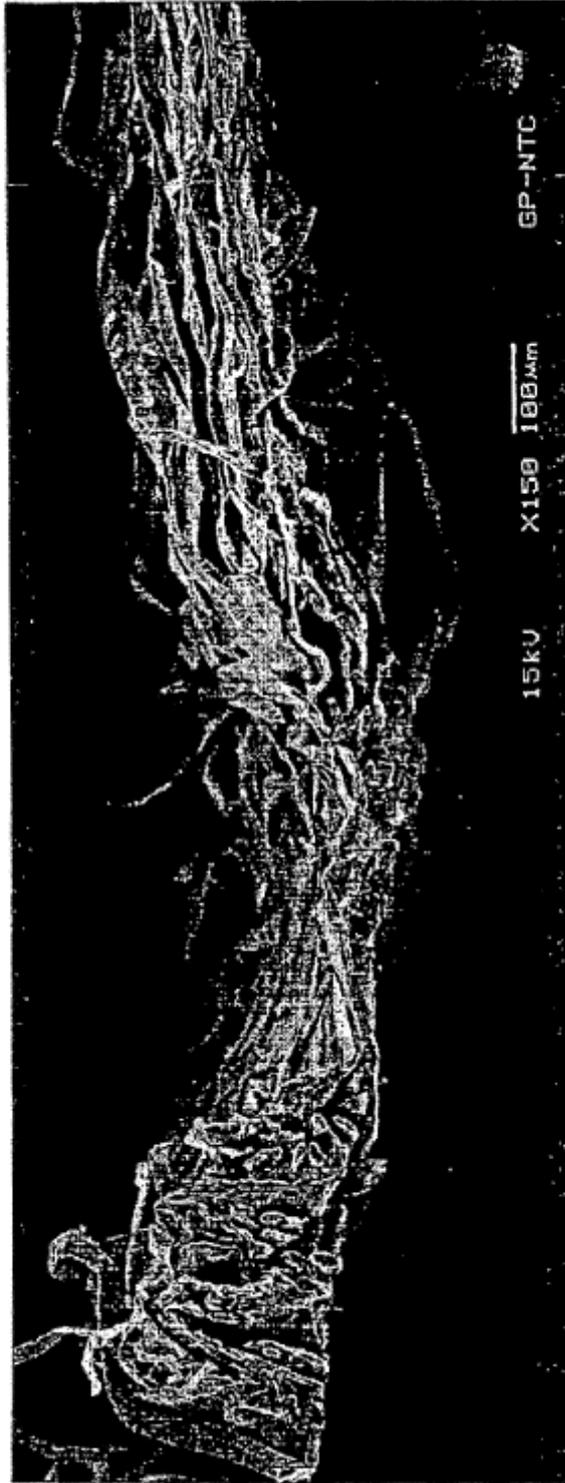


FIG. 17



FIG. 18

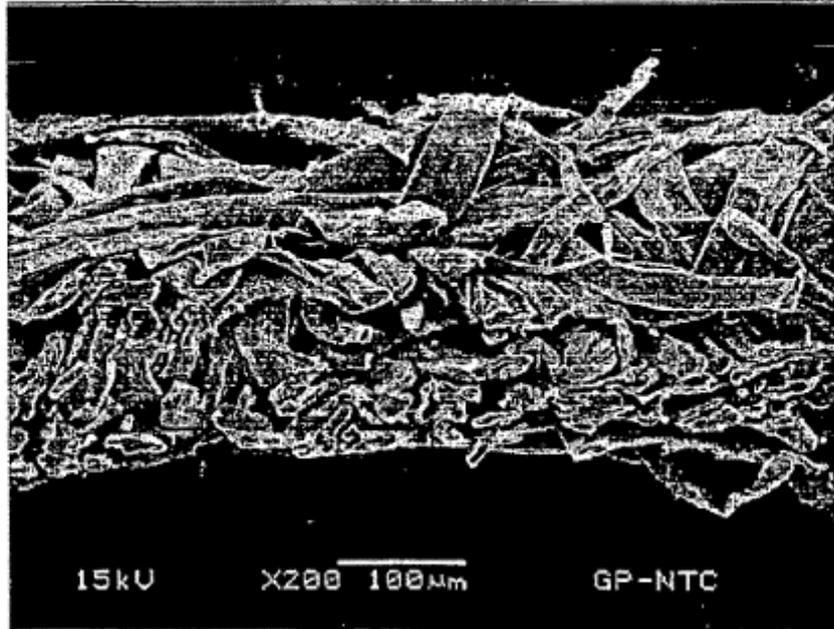


FIG. 19

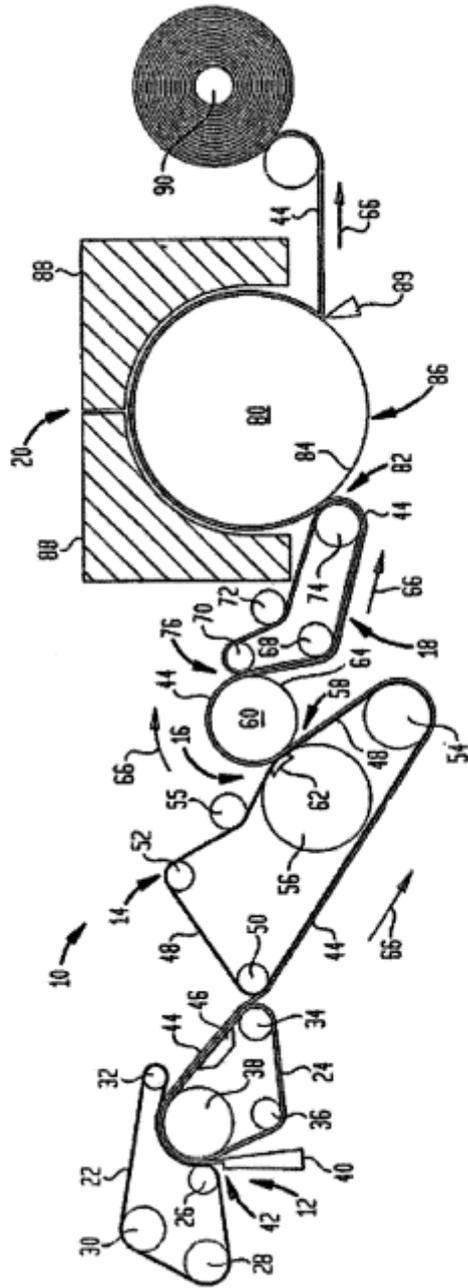


FIG. 20

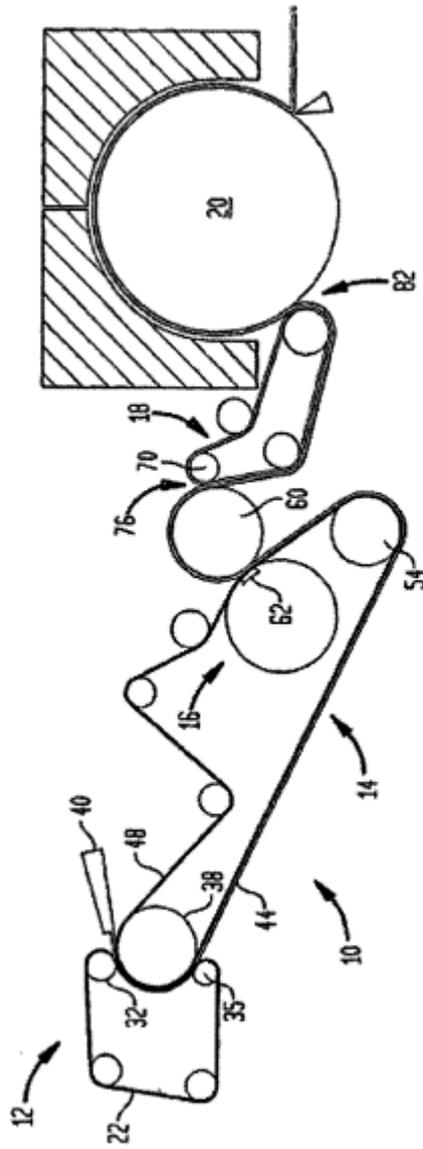


FIG. 21

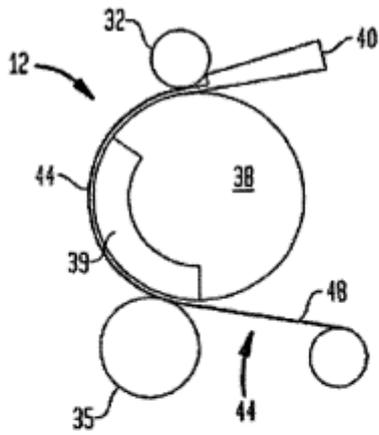


FIG. 22

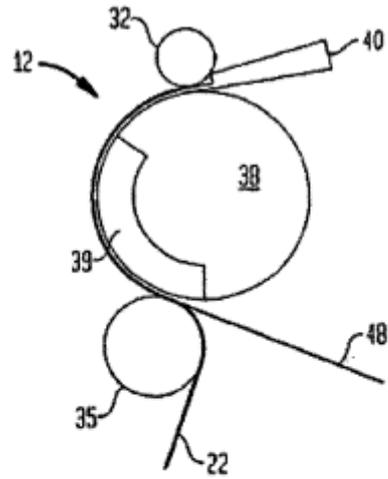


FIG. 23

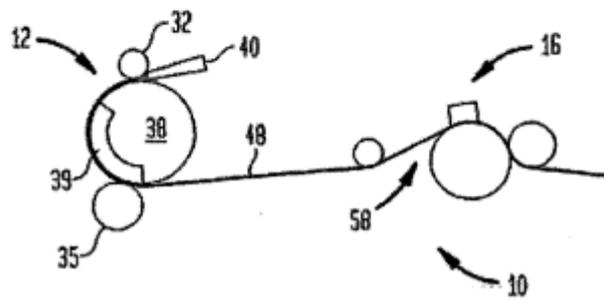
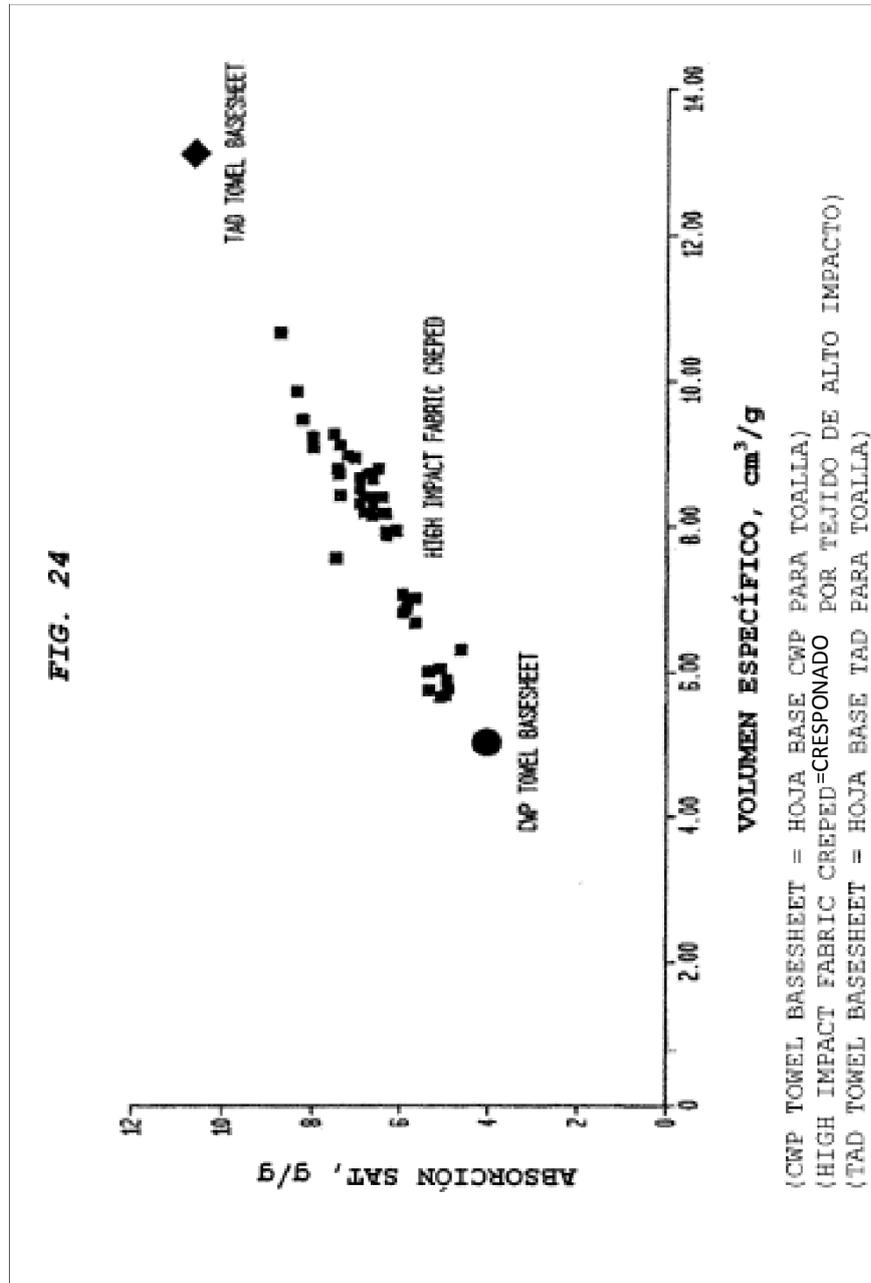


FIG. 24



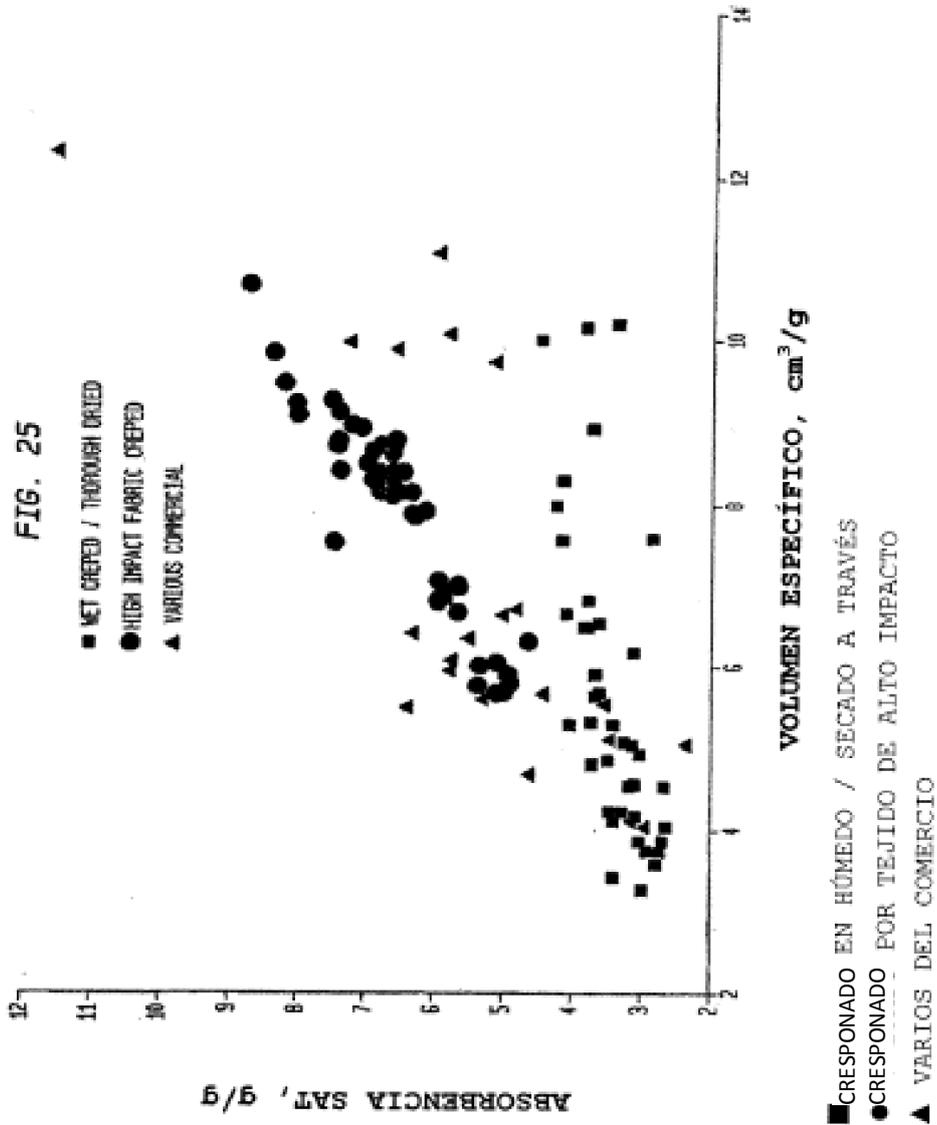


FIG. 26

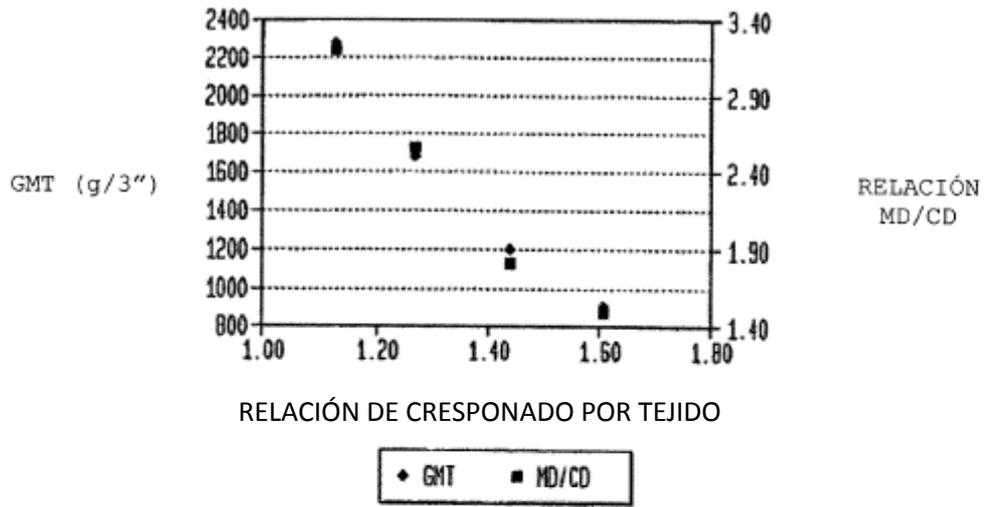


FIG. 27

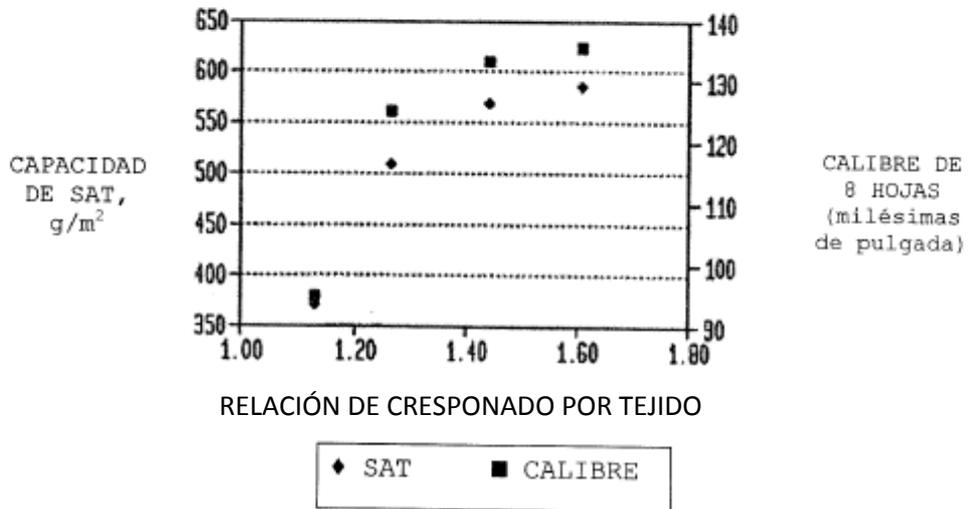


FIG. 28

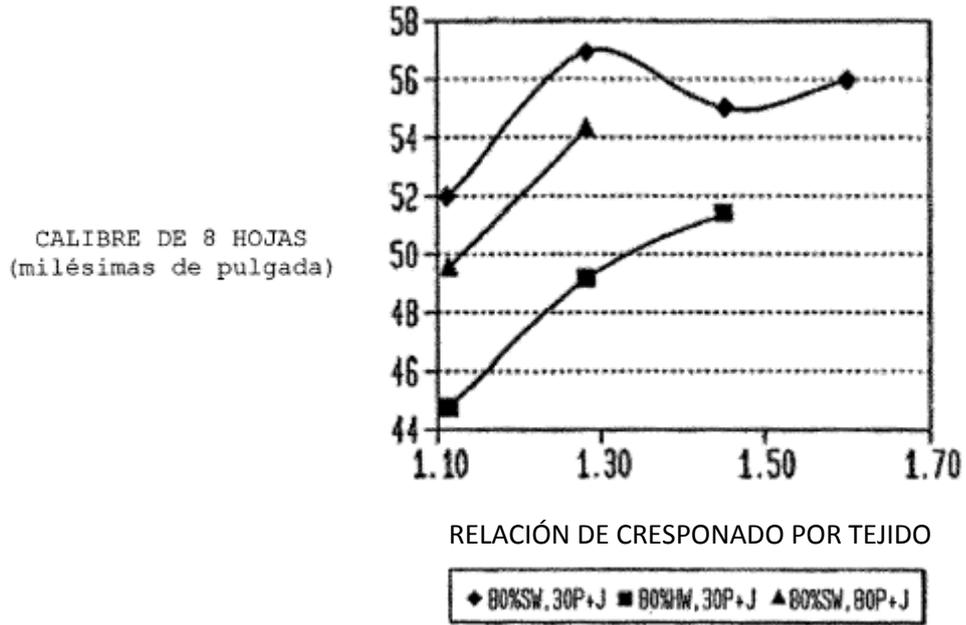


FIG. 29

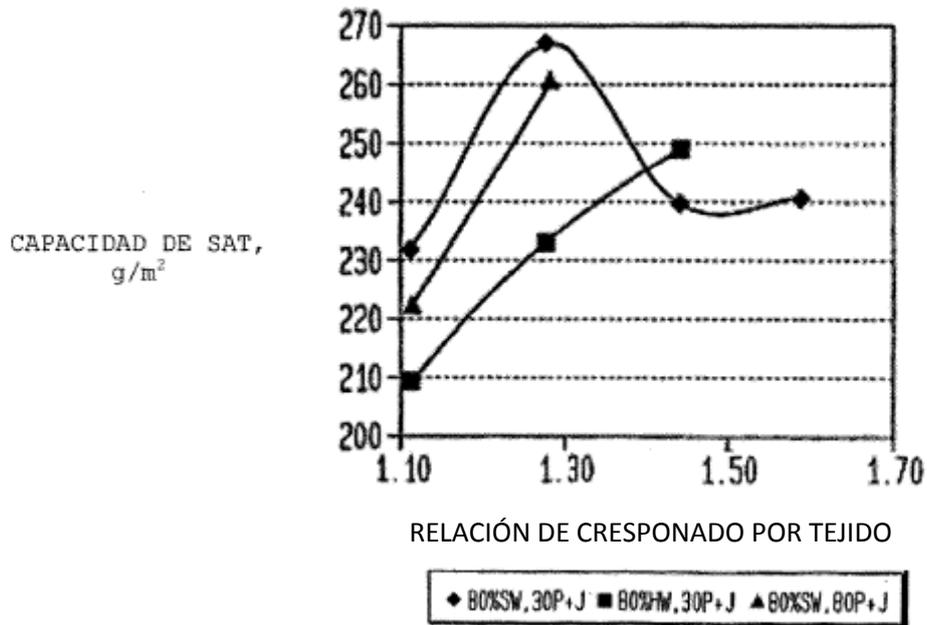


FIG. 30

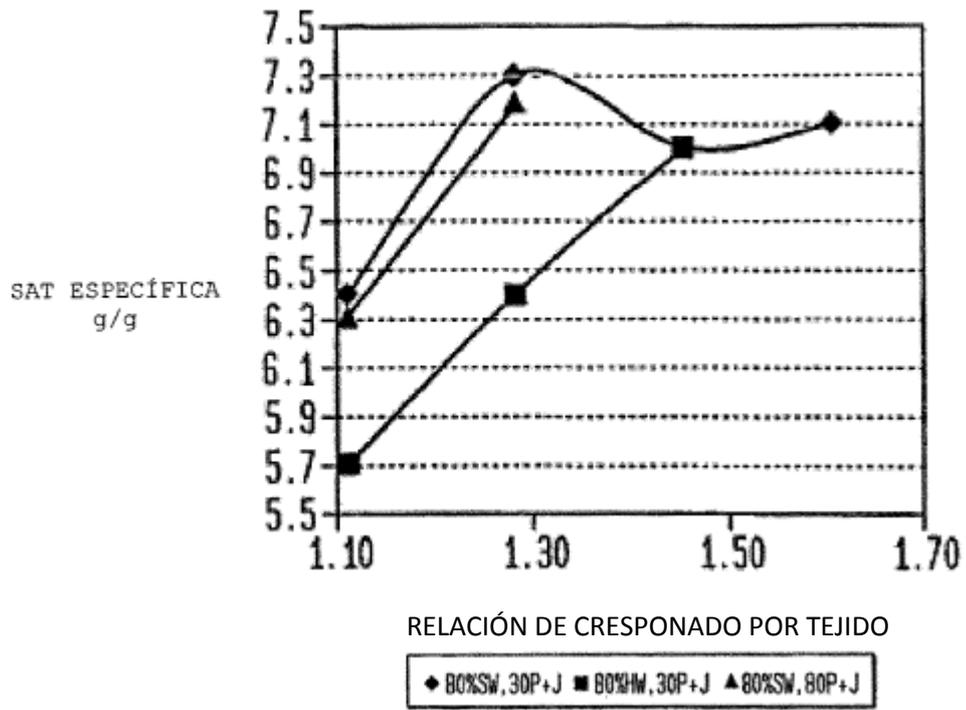
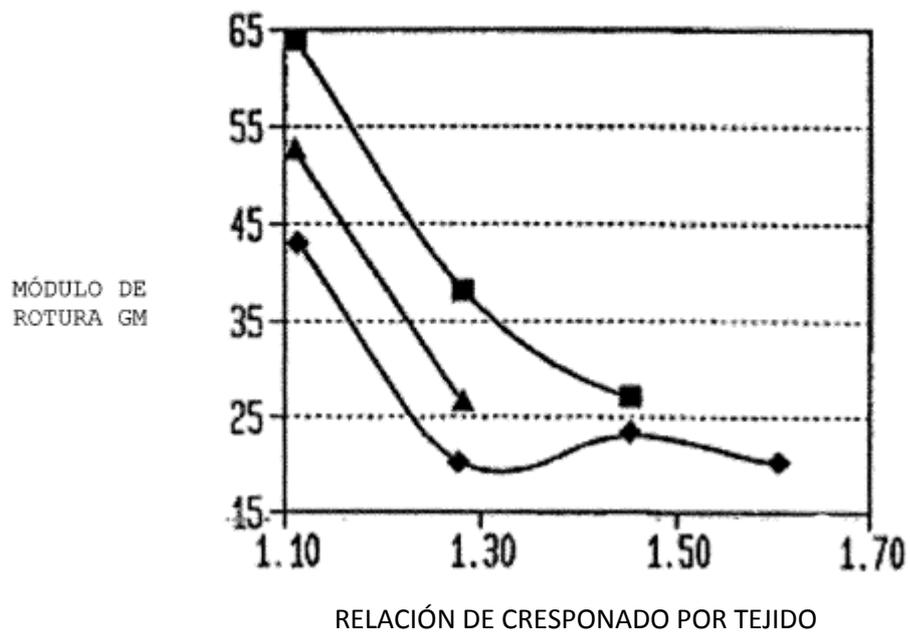
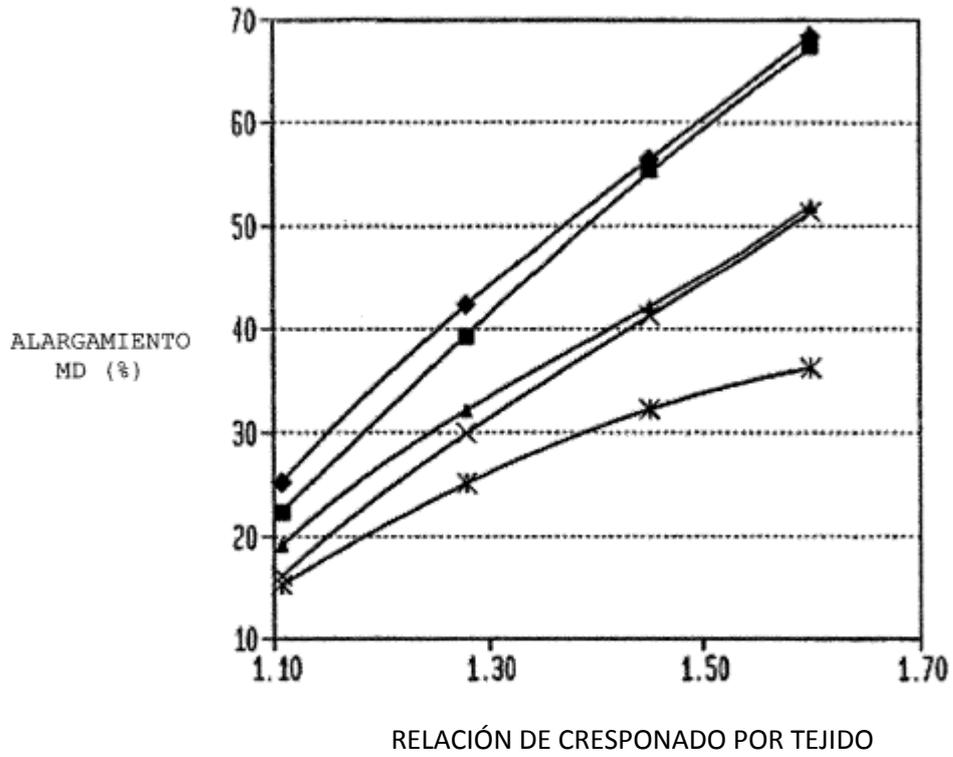


FIG. 31



◆ 80%SW,30P+J ■ 80%HW,30P+J ▲ 80%SW,80P+J

FIG. 32



◆ 80% SW, 21 Mallas, 80 P+J ■ 80% SW, 21 Mallas, 30 P+J
 ▲ 80% SW, 90 Mallas, 30 P+J X 80% SW, 90 Mallas, 80 P+J
 ✱ 80% HW, 90 Mallas, 30 P+J

CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE CWP



FIG. 33
(ESTADO
TÉCNICO AN-
TERIOR)

DIRECCIÓN A

CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE CWP



FIG. 34
(ESTADO
TÉCNICO AN-
TERIOR)

DIRECCIÓN B

CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE TAD



FIG. 35
(ESTADO
TÉCNICO AN-
TERIOR)

DIRECCIÓN A

CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE TAD



FIG. 36
(ESTADO
TÉCNICO AN-
TERIOR)

DIRECCIÓN B

FIG. 37

CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE CRESPONADA POR TEJIDO



DIRECCIÓN A

FIG. 38

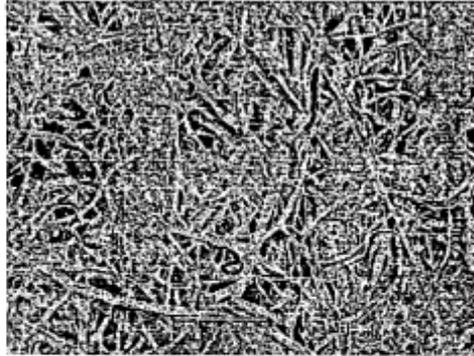
CORTE TRANSVERSAL DE UNA HOJA BASE CRESPONADA POR TEJIDO



DIRECCIÓN B

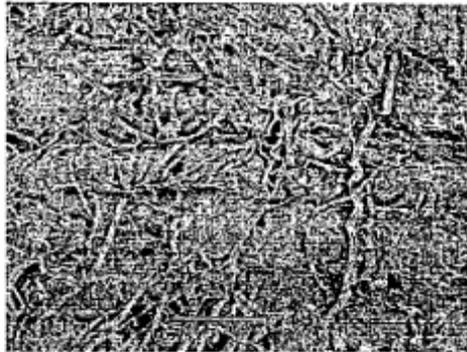
FIG. 39

(ESTADO TÉCNICO ANTERIOR)



TAD

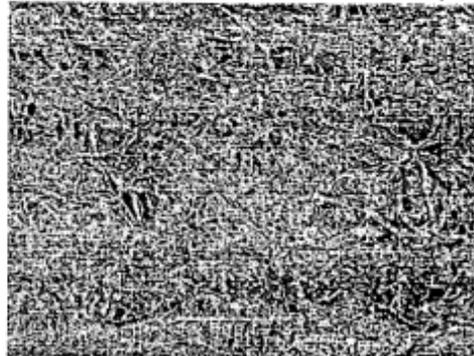
FIG. 40



CRESPONADO POR TEJIDO

FIG. 41

(ESTADO TÉCNICO ANTERIOR)



CWF

FIG. 42

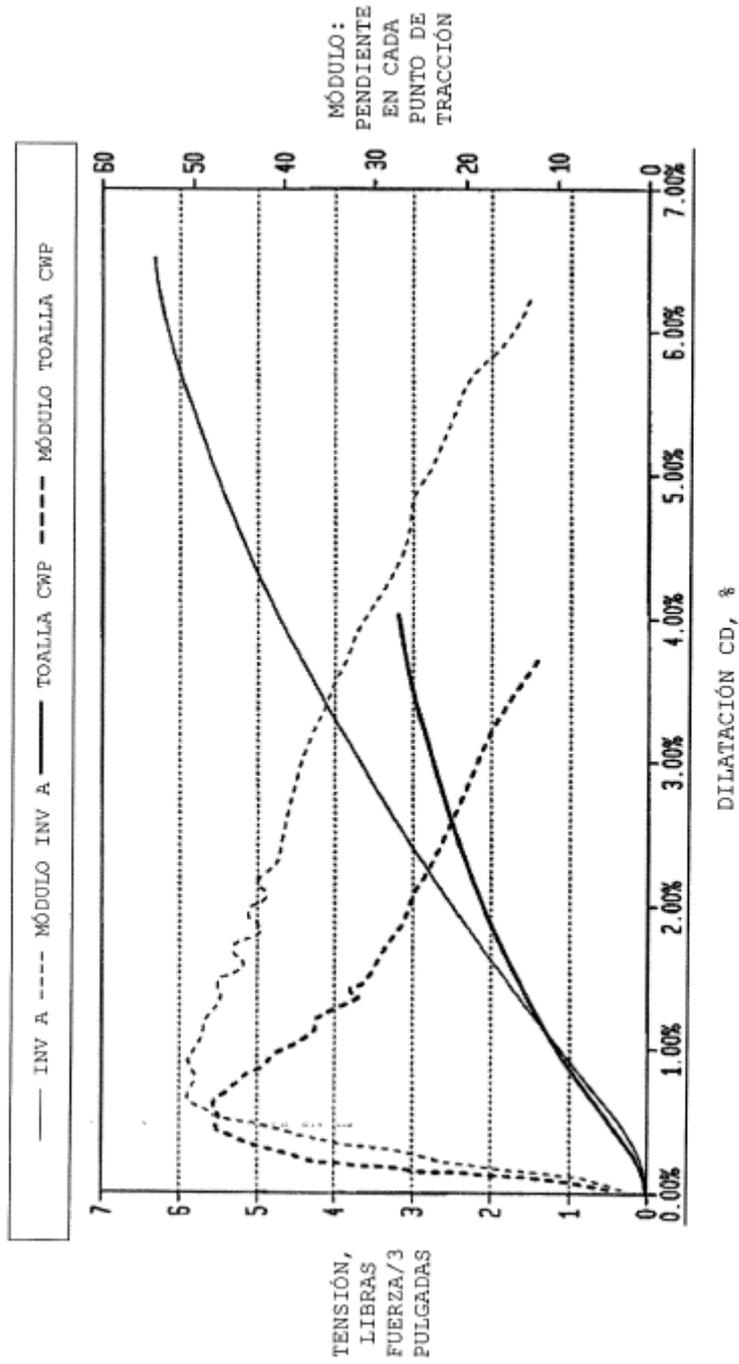


FIG. 43

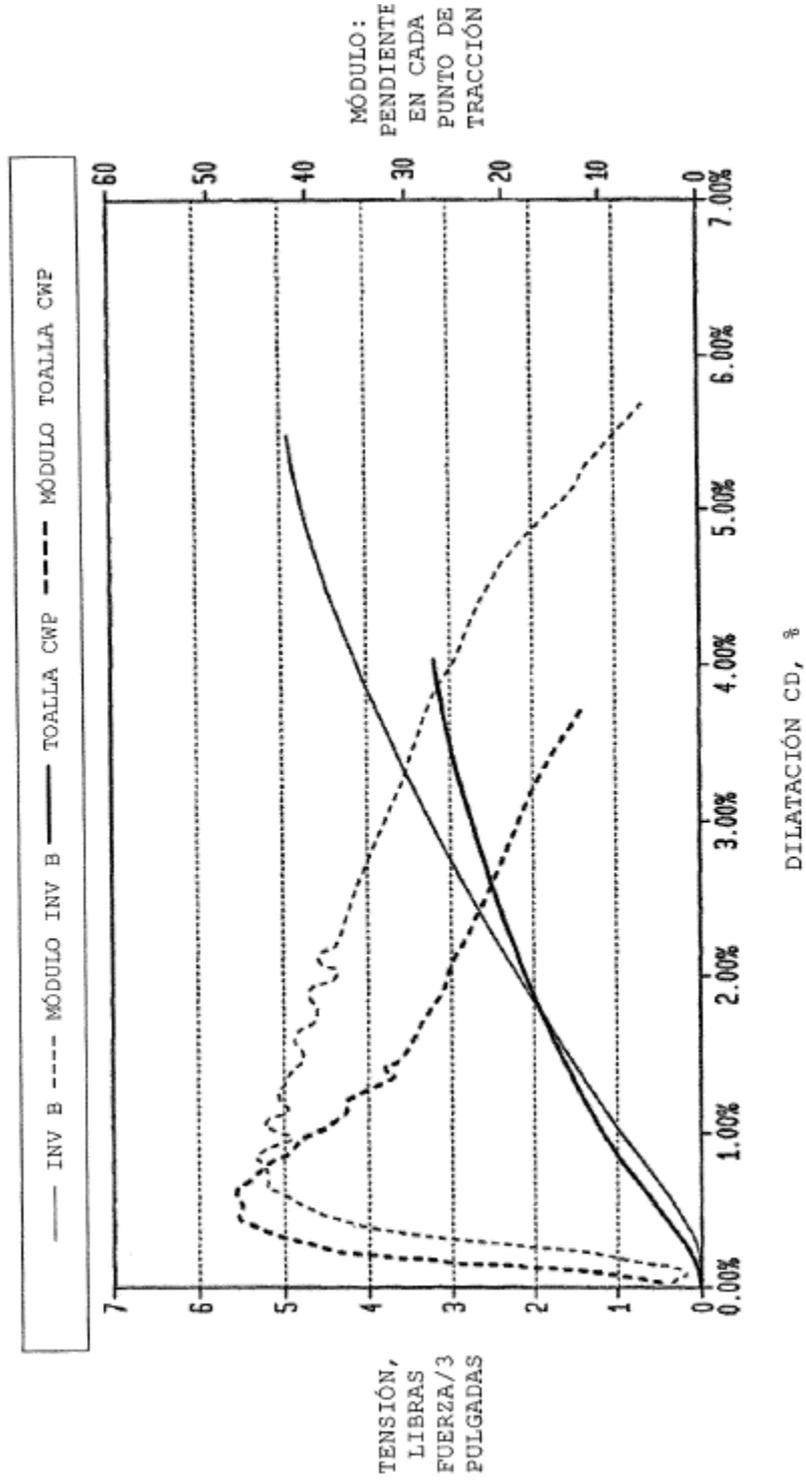


FIG. 44

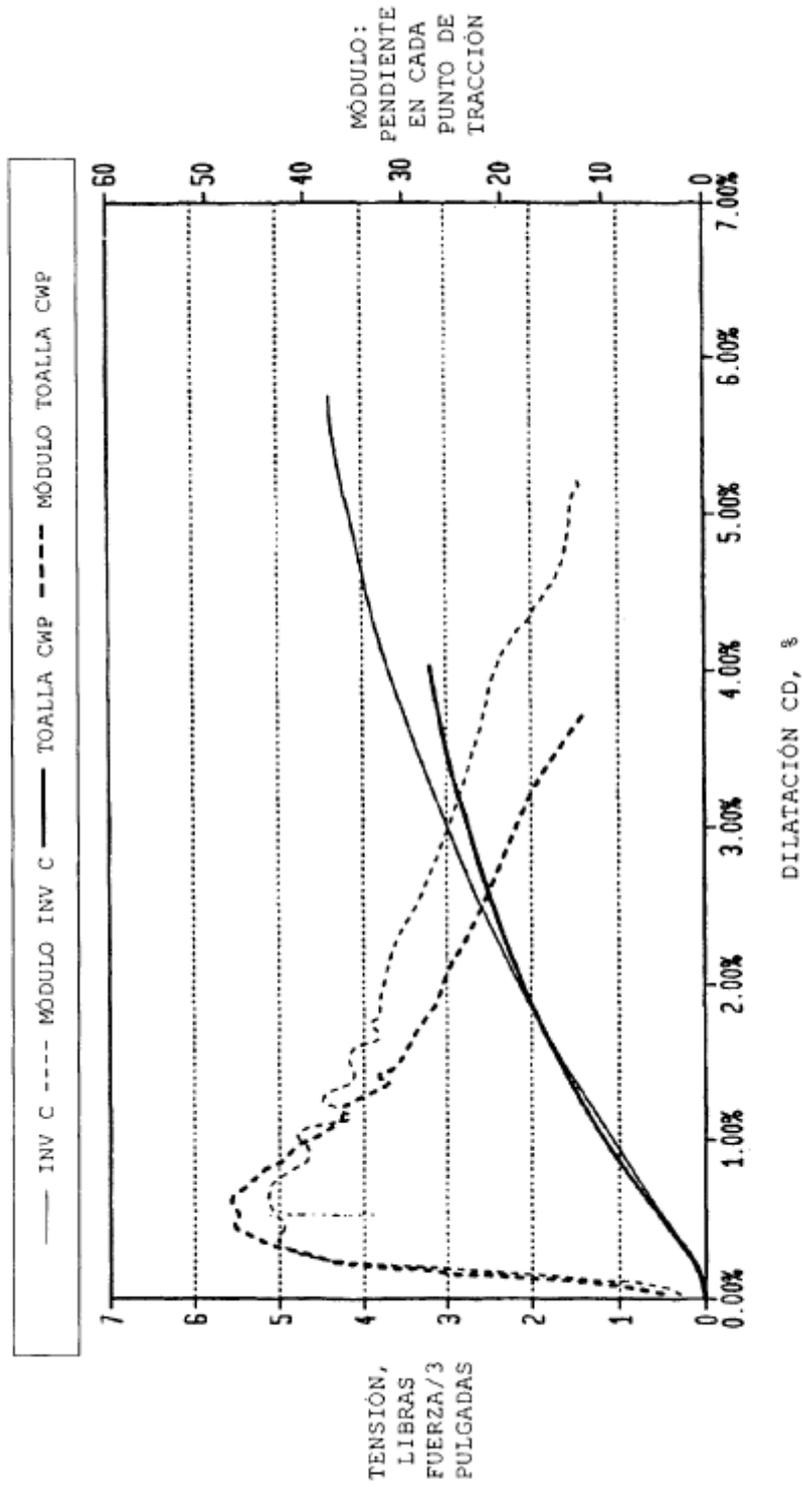


FIG. 45

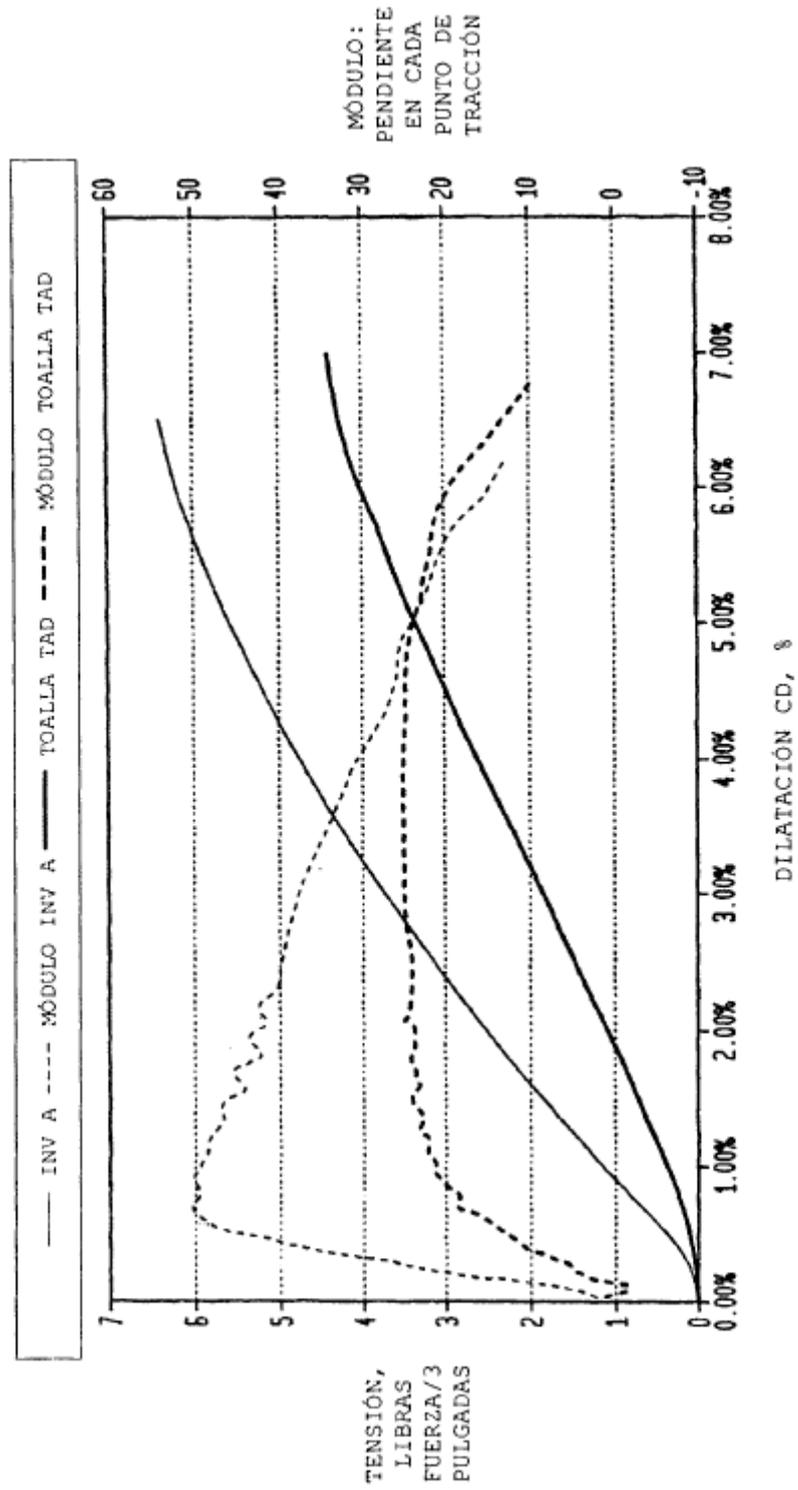


FIG. 46

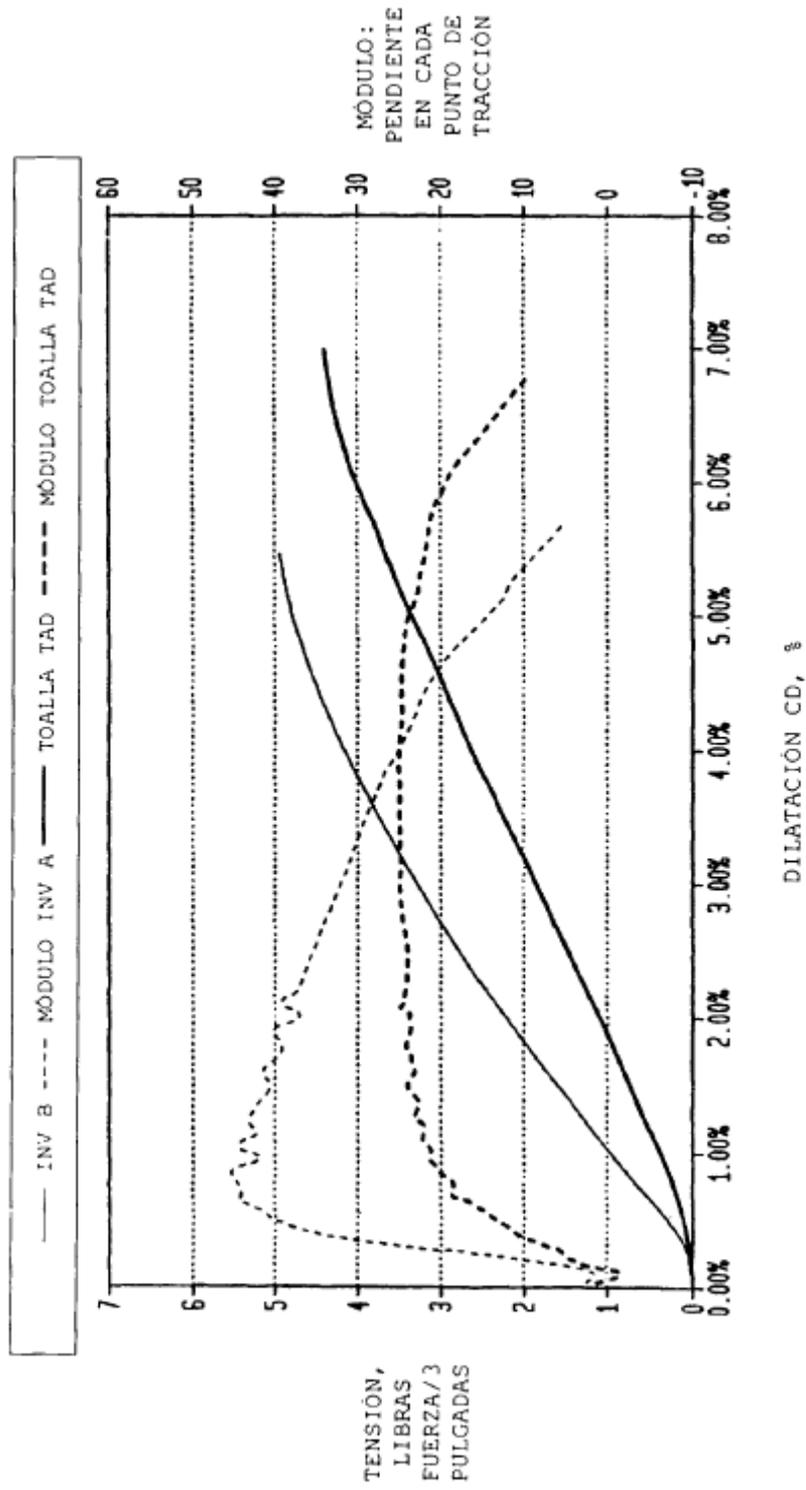


FIG. 47

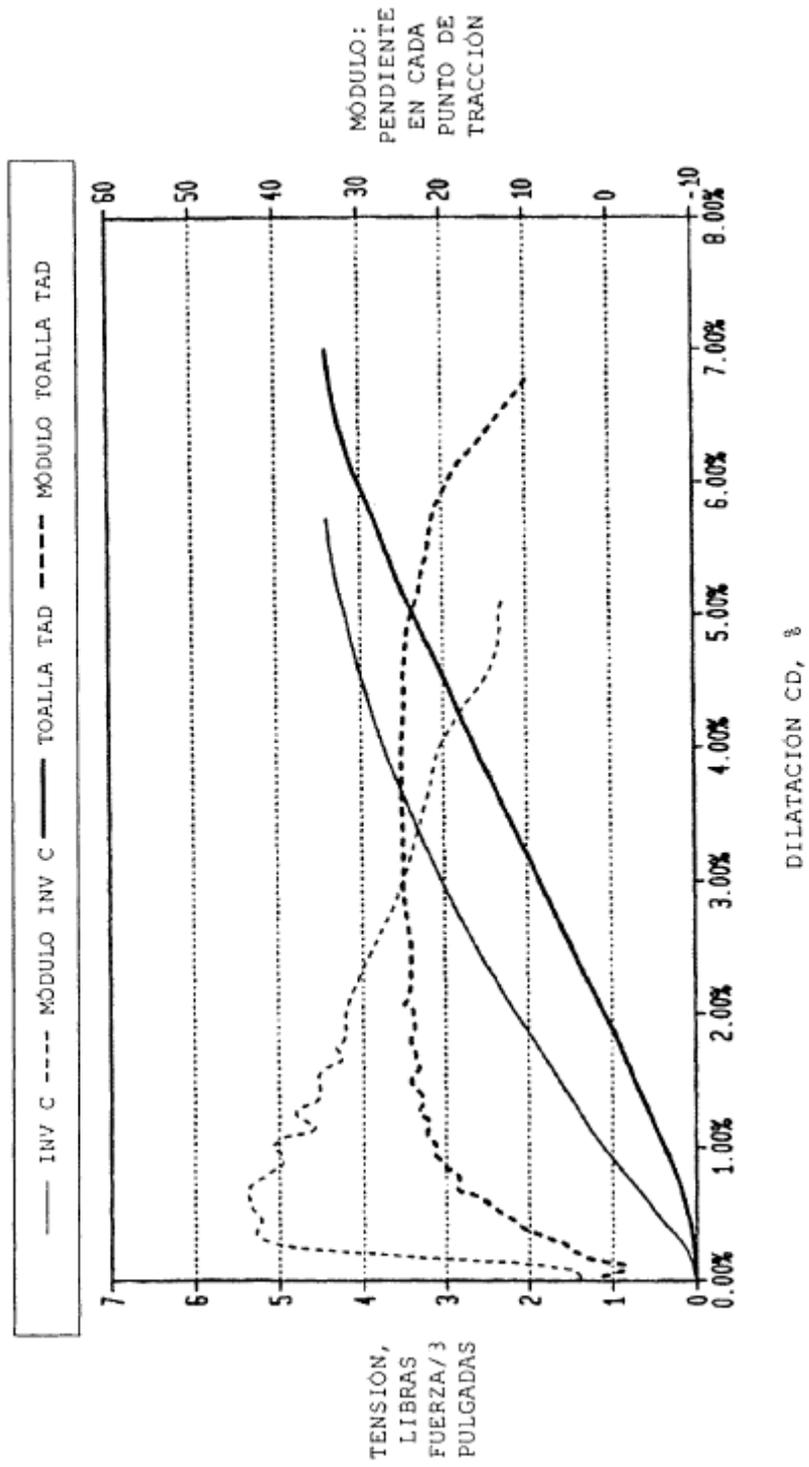


FIG. 48

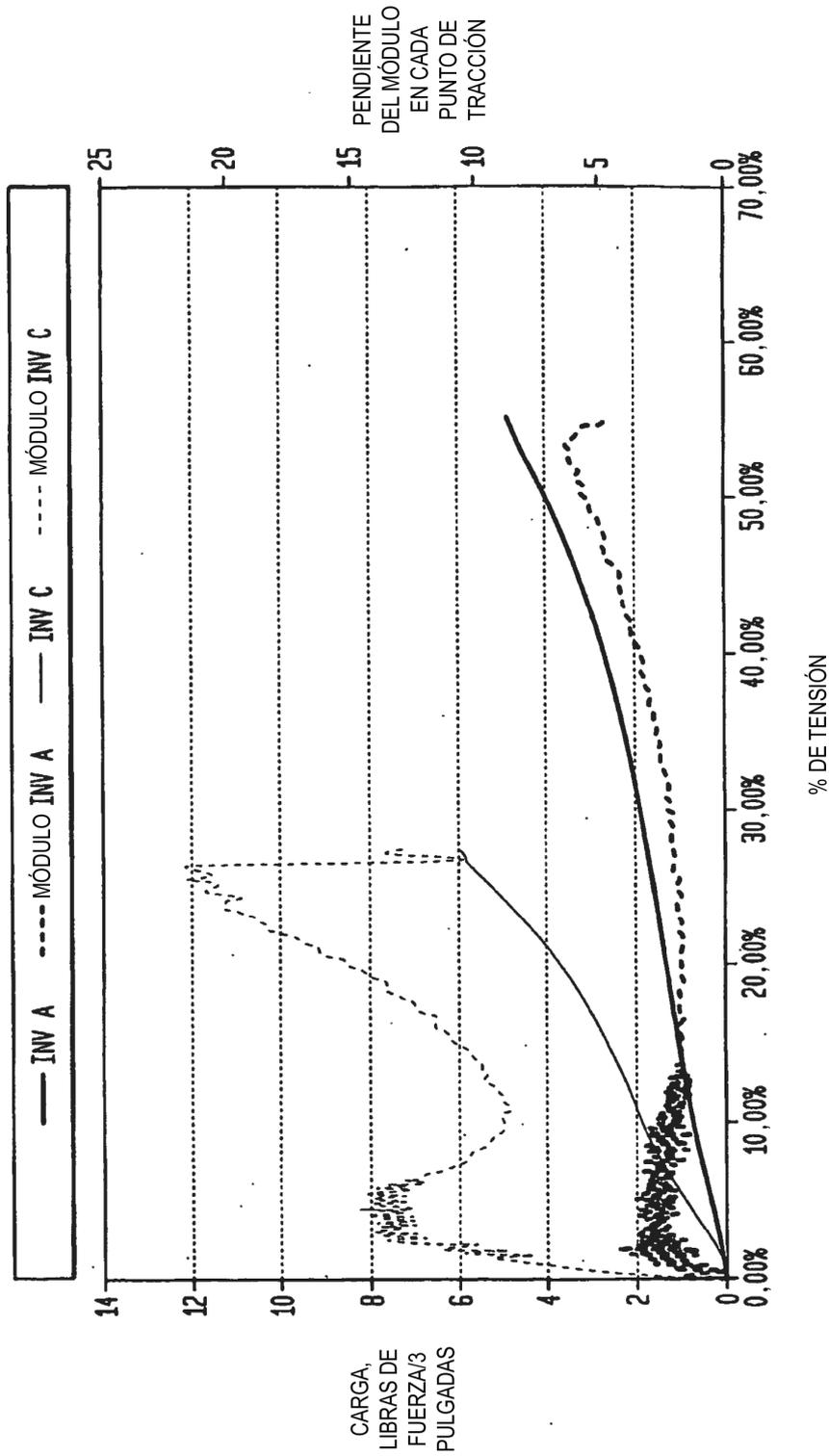


FIG. 49

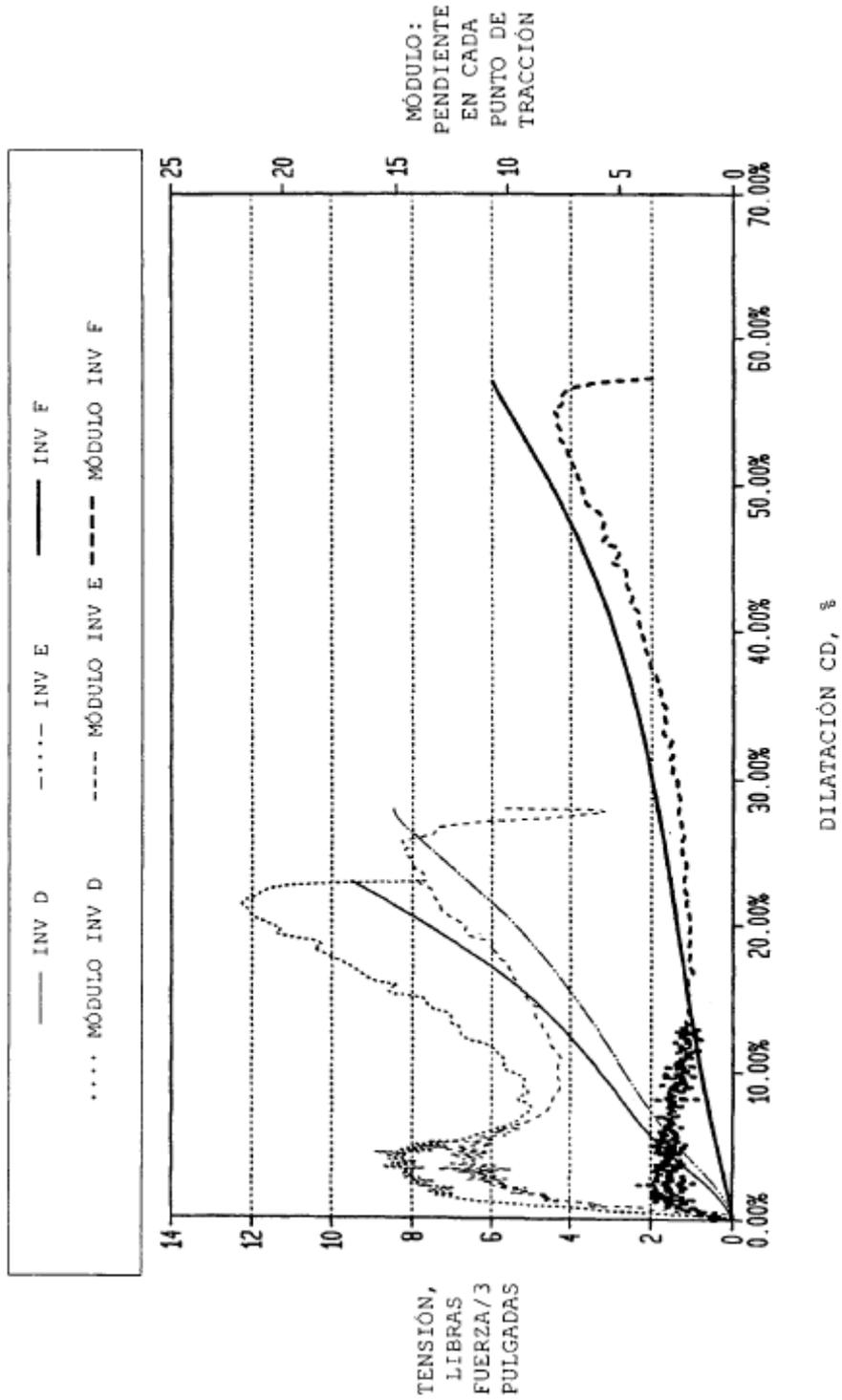


FIG. 50

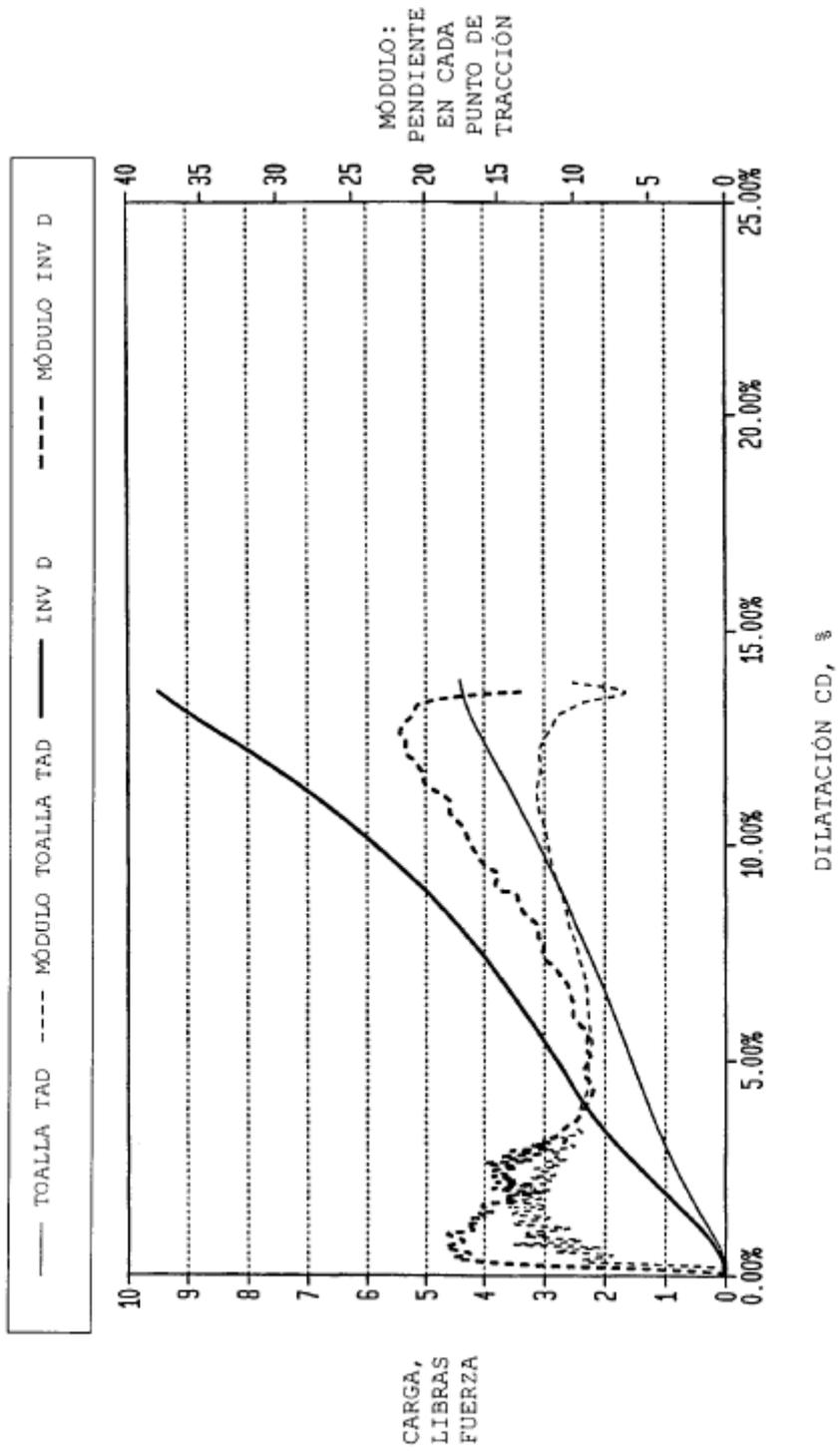


FIG. 51

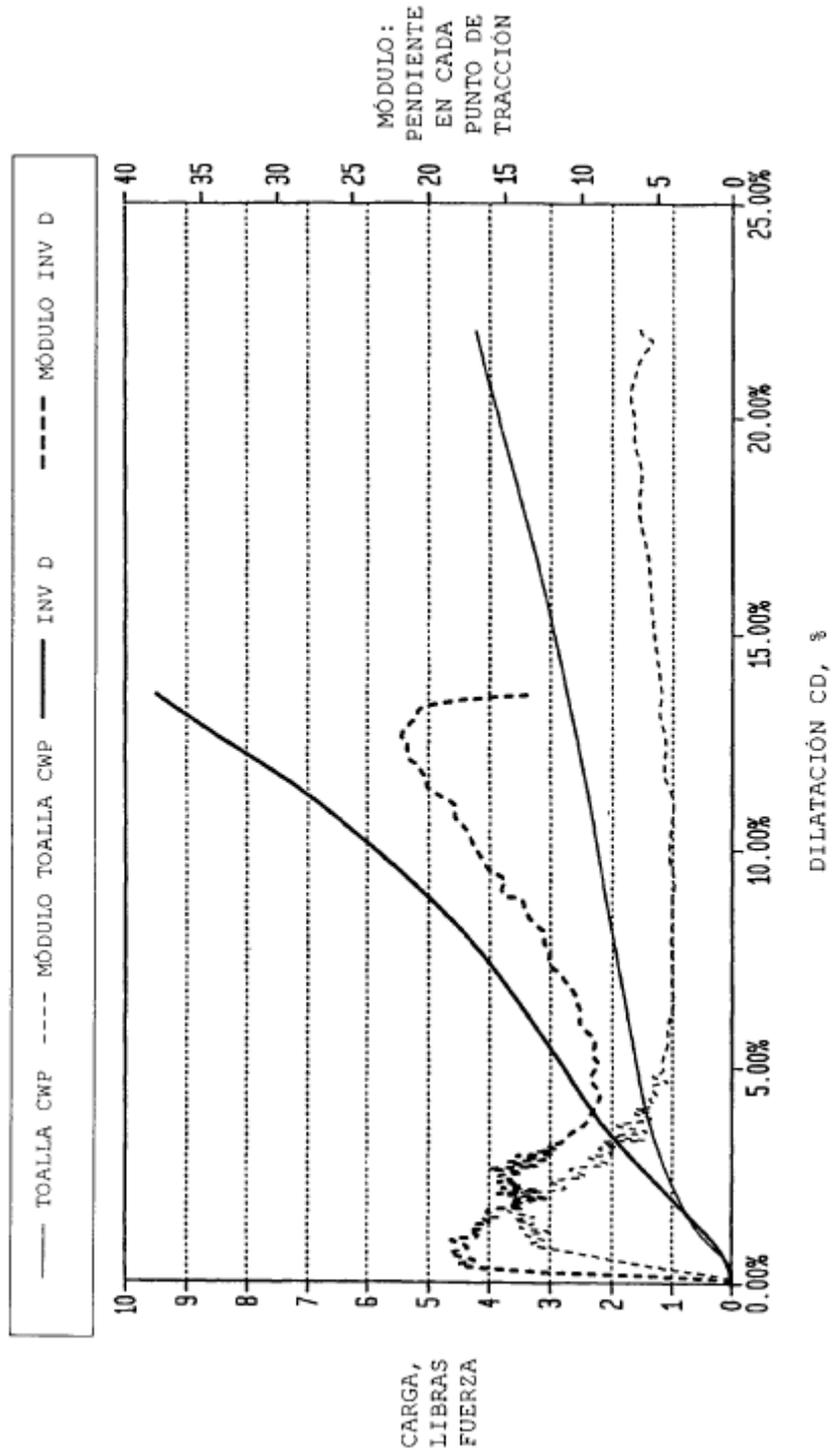


FIG. 52

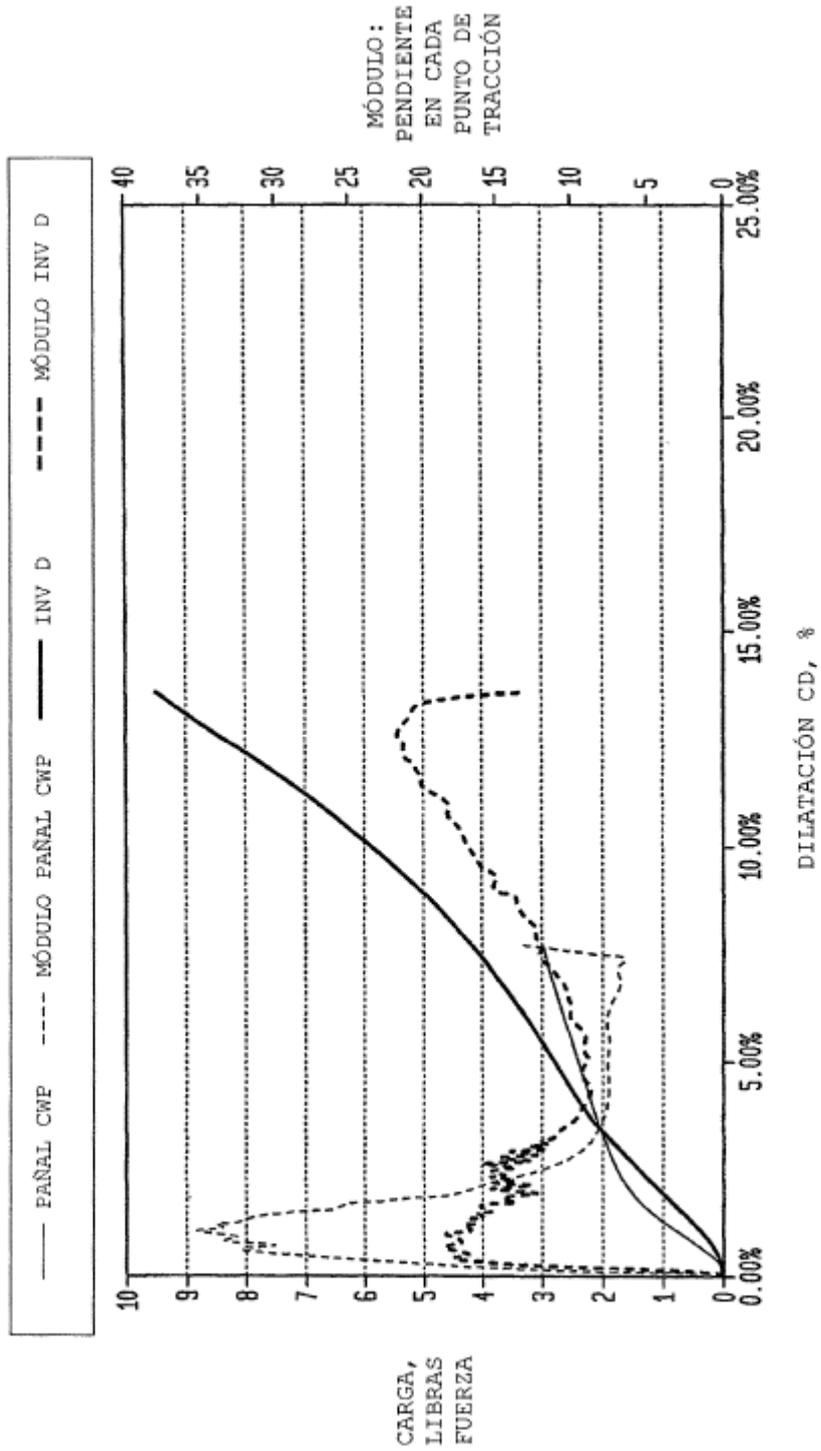


FIG. 53

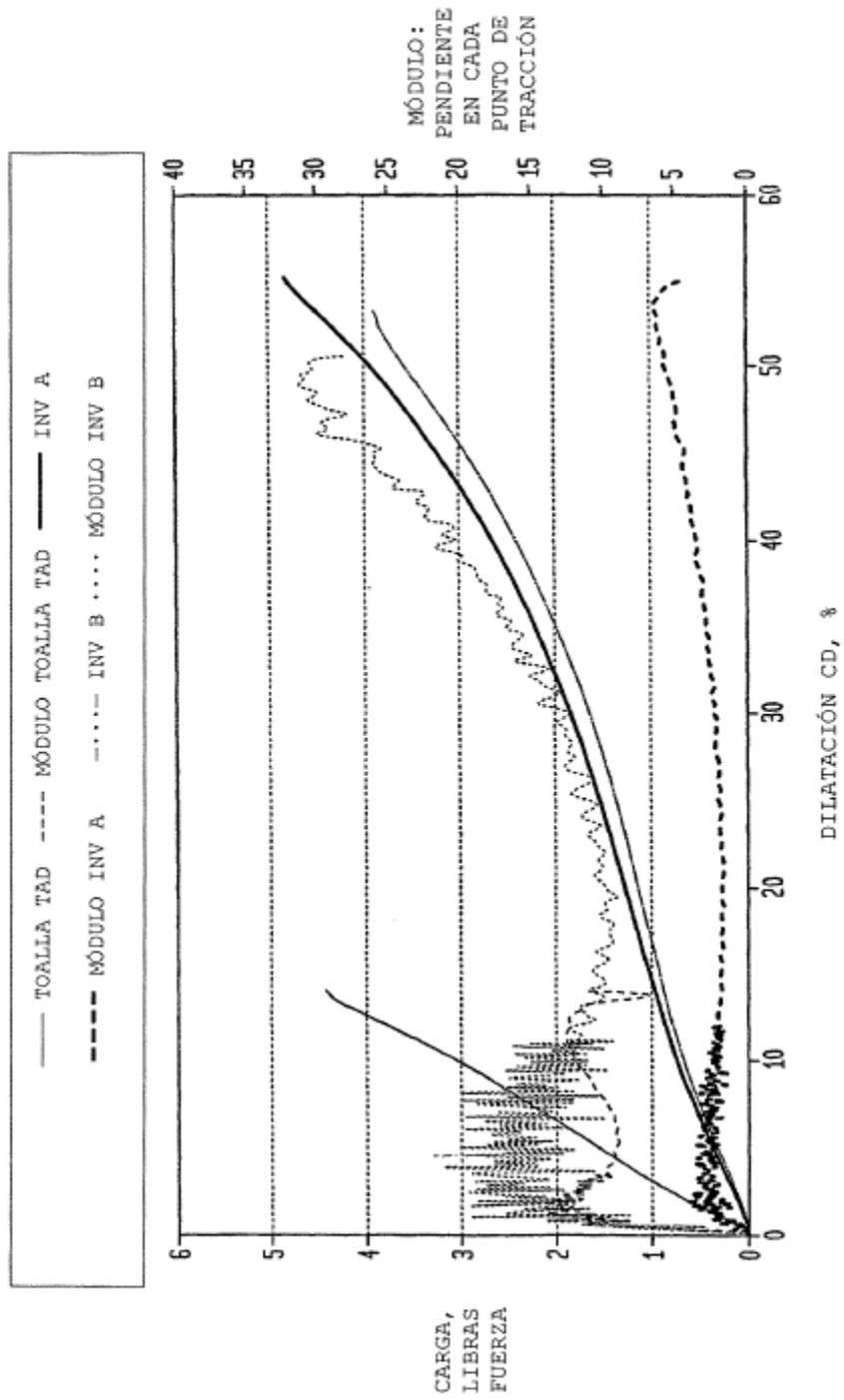


FIG. 54

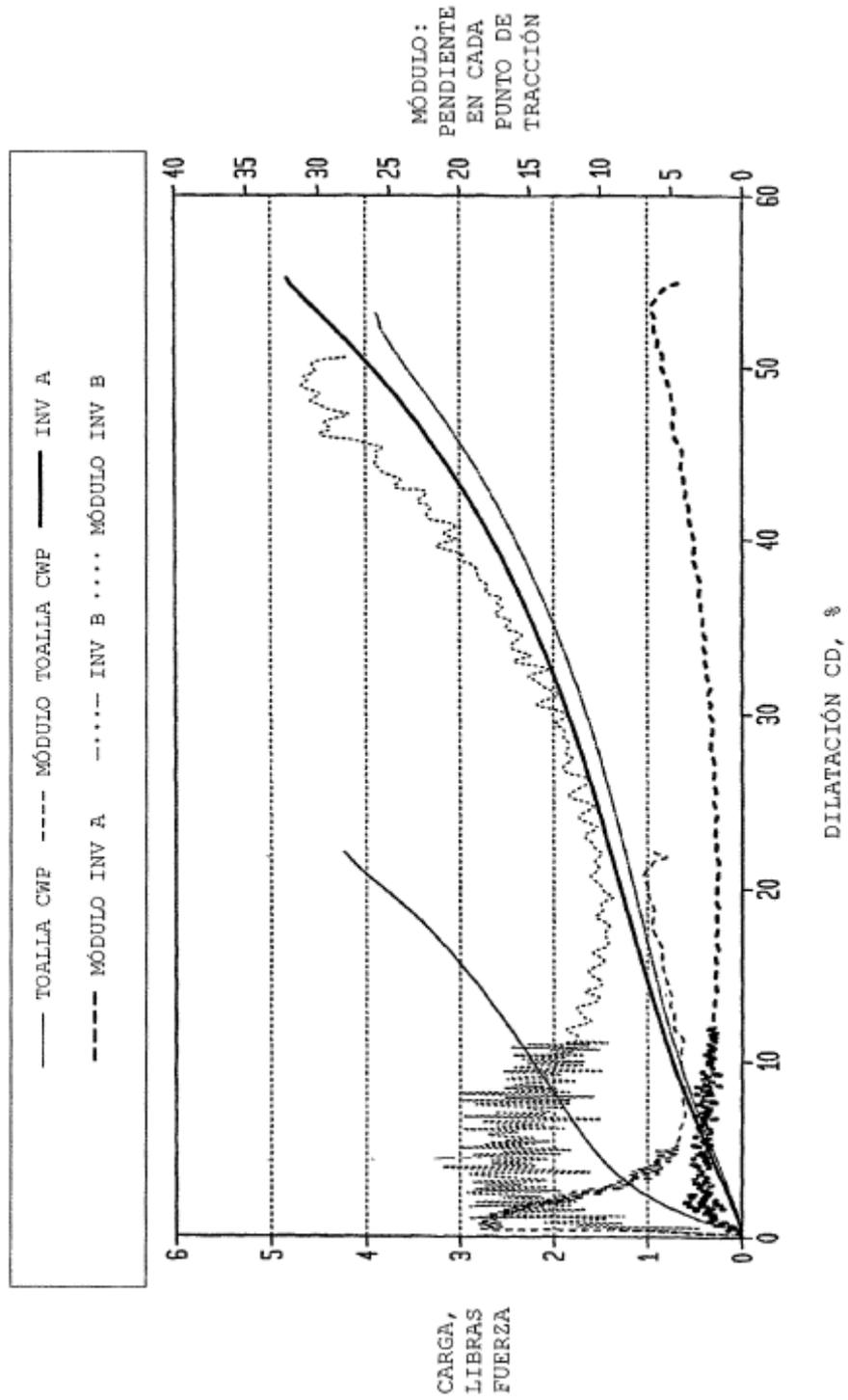


FIG. 55

