

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 989**

51 Int. Cl.:

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>F16L 11/08</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 1/08</b>  | (2006.01) |
| <b>B32B 5/26</b>  | (2006.01) |
| <b>B32B 5/28</b>  | (2006.01) |
| <b>D02G 3/44</b>  | (2006.01) |
| <b>D02G 3/04</b>  | (2006.01) |

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2005 PCT/GB2005/000420**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2006 WO06000735**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2005 E 05708250 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 1761723**

54 Título: **Refuerzos de manguera híbrida**

30 Prioridad:

**23.06.2004 GB 0414022**

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

**28.01.2020**

73 Titular/es:

**DUNLOP OIL & MARINE LIMITED (100.0%)  
Moody Lane  
Pyewipe, Grimsby DN31 2SY, GB**

72 Inventor/es:

**ZANDIYEH, ALI REZA KAMBIEZ**

74 Agente/Representante:

**PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén**

**ES 2 738 989 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

## Refuerzos de manguera híbrida

La presente invención se refiere a mangueras, y en particular a capas de refuerzo en mangueras de gran calibre resistentes a aplastamientos.

5 Las mangueras de gran calibre se usan, por ejemplo, para transportar grandes volúmenes de petróleo, tal como en la carga y descarga de petroleros. Las mangueras están expuestas a duras condiciones y sometidas a altas cargas. Por lo tanto, las mangueras de gran calibre resistentes a aplastamientos están compuestas por varias capas, que incluyen típicamente un revestimiento interno, una carcasa de refuerzo, cables resistentes a aplastamientos y una capa de cubierta. Cada una de estas capas puede estar compuesta por varias subcapas separadas.

10 La capa de refuerzo está compuesta típicamente por un cordón o hilo que simplemente se enrolla alrededor de la manguera o se teje en una tela. Es necesario seleccionar las propiedades del cordón para darle a la manguera la resistencia física requerida. Se sabe que la tela o el cordón de la capa de refuerzo es de Nailon, Rayón, poliéster o aramidas tales como Kevlar™ o Twaron™. Sin embargo, estos materiales tienen propiedades físicas variables con sus propias ventajas y desventajas y no siempre proporcionan las mejores propiedades requeridas. Las mangueras de gran calibre resistentes a aplastamientos, tales como las descritas, se usan en aplicaciones dinámicas y, por lo tanto, es esencial que el material pueda soportar la fatiga. Se sabe que la tela o el cordón se hace de hilo de monofilamentos, de hilo de filamento discontinuo o de una combinación de cualquiera de estos. Sin embargo, las propiedades físicas de estas telas conocidas no presentan el nivel de resistencia a la fatiga que se requiere para una manguera resistente al aplastamiento usada en aplicaciones dinámicas.

15 El documento US4155394 divulga un cordón de refuerzo de caucho, en especial para el refuerzo de neumáticos de caucho, y comprende cabos de hilos textiles individuales cableados entre sí de forma helicoidal, comprendiendo los cabos 1-6 cabos de un hilo de aramida y 1-12 cabos de nailon y/o hilo de poliéster. La proporción del total de hilos de nailon y poliéster frente al total de hilos de aramida es de 1-4:1. El cordón también se puede usar para reforzar las correas en V, las correas de caucho industriales o las mangueras.

20 En consecuencia, la presente invención proporciona una manguera resistente al aplastamiento que comprende una pluralidad de capas, comprendiendo una de las capas una carcasa de refuerzo formada por un cordón, comprendiendo el cordón una pluralidad de cabos trenzados entre sí, estando al menos uno de los cabos formado por tres hilos de multifilamentos de aramida trenzados entre sí, y estando al menos uno de los cabos formado por tres hilos de multifilamentos de poliéster trenzados entre sí, en la que la cuerda comprende un número mayor de cabos de aramida que de poliéster. Usar tal como un material híbrido permite seleccionar y combinar las mejores propiedades físicas de cada material, lo que permite la construcción de una manguera significativamente más ligera y fuerte. El uso de un solo hilo de multifilamentos proporciona un material que es flexible y fuerte, y que presenta propiedades de fatiga óptimas. Los hilos de multifilamentos tienen preferentemente al menos 100 filamentos en cada hilo. Cada filamento tiene preferentemente una longitud del mismo orden que el hilo, preferentemente de sustancialmente la misma longitud del hilo.

25 La mezcla de fibras comprende una proporción mayor de aramida que de poliéster. Preferentemente, la mezcla comprende una proporción de 2 cabos de aramida frente a un cabo de poliéster. Sin embargo, puede comprender una proporción de entre 1:1 y 4:1, preferentemente de entre 1,5:1 y 3:1. Esta mezcla de poliéster y fibras de aramida aumenta la resistencia de la capa de refuerzo.

30 La capa de refuerzo está formada por un cordón que comprende una pluralidad de fibras. Preferentemente, los cordones se tejen en la tela y se pueden recubrir de caucho antes de aplicarlos a la manguera. Los cordones pueden estar en un ángulo  $\alpha$  respecto al eje longitudinal de la manguera. El ángulo  $\alpha$  puede ser de entre 30° y 55°, siendo el límite inferior más preferentemente de 35° y el límite superior más preferentemente de 50°, aún más preferentemente de 45°, y lo más preferentemente es de aproximadamente 40°. La tela tejida crea una capa de refuerzo que puede soportar las duras condiciones y las altas cargas experimentadas por la manguera. De forma alternativa, el cordón se puede enrollar alrededor de la manguera sin tejerse en una tela.

35 El cordón puede comprender 2 cabos de aramida y 1 cabo de poliéster trenzados entre sí. Preferentemente, los cabos se trenzan en aproximadamente 190 vueltas por metro. Cada cabo de aramida puede comprender 3 cabos de hilo, que se pueden trenzar entre sí en aproximadamente 190 vueltas por metro. Cada cabo de poliéster también puede comprender 3 cabos de hilo, que de nuevo se pueden trenzar en aproximadamente 190 vueltas por metro. De forma alternativa, cada cabo puede comprender una mezcla de cabos de diferentes materiales, por ejemplo dos de hilo de aramida y uno de hilo de poliéster. De nuevo, se pueden usar otras proporciones, por ejemplo, 3:1, 3:2, 4:1 o 4:3.

40 Se pueden usar cualquier aramida y cualquier poliéster adecuados. Sin embargo, la aramida más preferente es Twaron™ 1008 y el poliéster más preferente es Diolen™ 164S.

Ahora se describirán modos de realización preferentes de la presente invención a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la **Figura 1** es una sección transversal de una pared de una manguera de acuerdo con un modo de realización de la invención;

5 la **Figura 2** muestra la composición de una capa de refuerzo de la manguera de la Figura 1;

la **Figura 3** es una tabla que muestra las propiedades físicas de los híbridos y otros materiales; y

la **Figura 4** muestra la composición de una capa de refuerzo adicional de la manguera de la Figura 1.

10 Con referencia a la Figura 1, una manguera resistente al aplastamiento 10 de acuerdo con un modo de realización de la invención comprende varias capas. Comenzando a partir del interior de la manguera y con un movimiento desde el exterior, estas capas incluyen un revestimiento 12, una capa de refuerzo interna 14, una capa de refuerzo externa 16, una capa resistente al aplastamiento 18 y una cubierta 20. La capa resistente al aplastamiento 18 comprende una o más capas separadas de cable resistente al aplastamiento 22, en este caso dos, y la cubierta 20 comprende dos capas de cubierta 24, 26. Todas las capas, aparte de las capas de refuerzo, son convencionales y se pueden producir para ser adecuadas para cualquier aplicación específica.

15 Las capas de refuerzo 14, 16 están formadas por una mezcla de poliéster y fibras de multifilamentos de aramida. Con referencia a la Figura 2, la capa de refuerzo interna está hecha de cordones 28 tejidos en una tela 30. Aunque los cordones 28 se muestran separados en un tejido holgado para mayor claridad, en la práctica se tejen muy juntos entre sí para formar la tela. En este modo de realización, la tela 30 se recubre de caucho antes de aplicarse a la manguera. Los cordones 28 de la tela se sitúan en un ángulo  $\alpha$  respecto al eje longitudinal de la manguera 10, un ángulo de aproximadamente  $40^\circ$  en este modo de realización. El ángulo  $\alpha$  controla las propiedades físicas de la manguera y se elige para satisfacer la mayor cantidad posible de requisitos de diseño. El ángulo  $\alpha$  variará para diferentes diseños de manguera y en general se sitúa en el rango de  $35^\circ$  a  $55^\circ$ .

20 En este modo de realización, cada cordón 28 está compuesto de 2 cabos de aramida Twaron™ 1008 y un cabo de poliéster Diolen™ 164S. Los tres cabos se trenzan entre sí en aproximadamente 190 vueltas por metro para formar el cordón 28. Este cordón 28 tiene típicamente un grosor de aproximadamente 1,55 mm. Cada cabo Twaron™ está compuesto de tres cabos de hilo decitex 1680 de multifilamentos trenzados entre sí en aproximadamente 190 vueltas por metro. Cada cabo de poliéster está compuesto de tres cabos de hilo decitex 1670 de multifilamentos, también trenzados en aproximadamente 190 vueltas por metro. Se ha encontrado que el uso de hilo de multifilamentos en lugar de hilo de monofilamentos, hilo de filamento discontinuo o una combinación de estos produce un material que presenta una mejor resistencia a la fatiga. Los hilos de multifilamentos comprenden cientos de filamentos individuales continuos juntos en un hilo. Por ejemplo, un hilo decitex Twaron™ 1670 típico comprende aproximadamente 1000 filamentos, cada uno con un diámetro de 12 micrones. Los hilos de multifilamentos son muy flexibles y fuertes, y presentan unas propiedades óptimas de fatiga por flexión y de fatiga por tracción en comparación con los monofilamentos, que son mucho más rígidos y presentan malas propiedades de fatiga. El hilo de filamento discontinuo comprende tramos cortos de filamento envueltos entre sí, transfiriendo la carga a lo largo del filamento a través de la fricción entre los filamentos. Por lo tanto, el hilo de filamento discontinuo carece de la resistencia que se encuentra en el hilo de multifilamentos continuo.

25 Con referencia a la Figura 3, se llevaron a cabo pruebas en las diferentes propiedades de tres muestras ligeramente diferentes del cordón híbrido. La tabla también muestra los resultados para las muestras de control de Twaron, Rayón y Nailon. Cada uno de los tres híbridos tiene un número ligeramente diferente de vueltas por metro, el único giro de Twaron™ o poliéster del híbrido 1 es de aproximadamente 183 tpm, 190 tpm para el híbrido 2 y 175 tpm para el híbrido 3. El número de vueltas por metro de los 3 cabos en el cordón, el giro del cordón, es de aproximadamente 179 tpm para el híbrido 1, 180 tpm para el híbrido 2 y 163 tpm para el híbrido 3. Las tres muestras también tienen un grosor de cordón ligeramente diferente. Esto es de aproximadamente 1,55 mm para los híbridos 1 y 3 y 1,59 mm para los híbridos 2. La densidad lineal también varía entre las tres muestras híbridas, los valores son de aproximadamente 17679 dtex, 18430 dtex y 17740 dtex respectivamente. Estos valores son similares a la densidad lineal de 17670 dtex para la muestra de control de Twaron™, pero son mucho mayores que el valor de 8250 dtex para el control de rayón y más pequeños que el valor de 25380 dtex para el control de nailon.

30 Se puede ver en los resultados que la resistencia de rotura (N) de cada uno de estos híbridos es considerablemente mayor que la del control de rayón y también es mayor que el control de nailon. Las resistencias de rotura de los tres híbridos son de 1845 N, 1620 N y 1894 N, respectivamente, en comparación con una resistencia de rotura de 293,8 N para el control de rayón. Solo la muestra de 100 % Twaron™ tiene una resistencia de rotura mayor de 2822 N. La tenacidad de rotura de los híbridos también es mucho mayor que la del control de rayón. Los híbridos tienen una tenacidad de rotura de 1087 mN/tex, 932 mN/tex y 1115m N/tex, respectivamente, en comparación con una tenacidad de rotura de 372 mN/tex para el control de rayón. Nuevamente, solo la muestra de 100 % Twaron™ tiene una mayor tenacidad de la rotura de 1664 mN/tex.

Otra de las propiedades probadas fue la elongación del punto de rotura. Se encontró que esta elongación era del 7,5 %, 7,7 % y 6,6 % respectivamente para los 3 híbridos. Estos se comparan con un valor más bajo del 5,4 % para la muestra de control de Twaron™ y los valores considerablemente más altos del 16,6 % y 29,1 % para las muestras de control de rayón y nailon. El módulo de la cuerda también difiere entre los tres híbridos y el Twaron™, siendo de 16,7 GPa, 15,4 GPa y 19,4 GPa para los híbridos y un valor mucho más alto de 31,8 GPa para el Twaron™. La mayor elongación del punto de rotura del híbrido en comparación con el control de Twaron™, junto con su módulo inferior, es una de las ventajas clave del híbrido sobre el Twaron™. Permite para el híbrido la carga compartida mejor que el 100% Twaron™, un factor importante al construir mangueras gruesas.

La tela híbrida también se puede recubrir de caucho antes de aplicarse a la manguera 10. El recubrimiento de caucho aumenta más la resistencia de la tela y, por lo tanto, la durabilidad de la manguera 10 cuando se expone a altas cargas. La fuerza de desprendimiento de la correa, una prueba de adherencia estándar, se midió para dos tipos diferentes de caucho aplicado a cada uno de los tres híbridos. Para el caucho r838, los valores de la fuerza de desprendimiento de la correa para los híbridos son de 258 N/cm<sup>2</sup>, 258 N/cm<sup>2</sup> y 241N/cm<sup>2</sup> respectivamente, que son muy similares a 255 N/cm<sup>2</sup> para el Twaron™ y 240 N/cm<sup>2</sup> para el rayón. Para el caucho 5320, los valores de fuerza de desprendimiento de la correa son de 165 N/cm<sup>2</sup>, 123 N/cm<sup>2</sup> y 185N/cm<sup>2</sup> para cada uno de los híbridos, que son de nuevo similares al valor de 176 N/cm<sup>2</sup> para el Twaron™ y 169 N/cm<sup>2</sup> para el rayón.

La adherencia en T también se midió para cada una de las muestras. Este es un procedimiento para evaluar la adherencia entre el caucho y los cordones y es la prueba usada por los fabricantes de cordones. Varios cordones se moldean en un bloque de caucho, el bloque tiene aproximadamente 10 cm de largo y una sección cuadrada de aproximadamente 1 cm. El bloque se construye en capas y los cordones se colocan sobre el caucho en ángulos rectos a la longitud del bloque a medida que se acumula. Luego se cura la muestra. Los cordones se extraen individualmente del bloque y se mide la fuerza necesaria para hacer esto. Los cordones sobresalen en un lado para permitir que se tire de ellos, y 1 o 2 mm desde el otro borde del bloque para garantizar que se extiendan a través del bloque, lo que da una longitud de tracción de 10 mm. Para el caucho 5320, los valores para cada uno de los tres híbridos son de 870N, 670N y 740N respectivamente, que se comparan con un valor de 770 N para el control de Twaron™ y que son mayores que el valor de 284 N para el control de rayón. Los valores que usan el caucho 5320 son menores que los obtenidos para el caucho r838. Esto dio valores de 1110 N, 1160 N y 1140 N para los tres híbridos, 1200 N para el Twaron™ y 262 N para el rayón.

Estas pruebas de adherencia son importantes, ya que la resistencia de la manguera depende de la capacidad de la tela para unirse con el caucho y la capacidad de las capas de caucho para unirse entre sí.

La resistencia retenida después de la fatiga es otra propiedad importante de los materiales. Esto se mide usando la prueba de fatiga por flexión de Akzo Nobel (AFF). Una tira de caucho de aproximadamente 25 mm de ancho se flexiona alrededor de un eje en una carga específica. La tira de caucho comprende dos capas de cordón, la capa superior que contiene un material de un módulo muy alto tal como Twaron™ y la capa de cordón inferior que contiene los cordones que se van a probar. La capa de Twaron™ soporta casi toda la carga de tracción debido a su rigidez comparativamente alta. Los cordones de prueba de la capa inferior experimentan flexión, deformación debido a la compresión axial y presión de la capa superior del cordón. La flexión y la deformación en presencia de esta presión lateral causan la degradación del cordón. Después de que la tira se ha flexionado, los cordones se retiran cuidadosamente de la tira y la resistencia retenida se determina usando abrazaderas de cabrestante. En este caso, se usó caucho r838 y los valores se midieron tanto en Newtons como en porcentaje. El porcentaje es la proporción de la resistencia retenida frente a la resistencia de la tira no flexionada. Los valores obtenidos son el 46 %, el 73 % y el 32 % y 850 N, 1190 N y 620 N respectivamente para los tres híbridos y son el 32 % y 910 N para el Twaron™ y el 12,7 % y 37 N para el rayón.

En general, la resistencia de la tela hecha con el cordón híbrido es aproximadamente 4 veces mayor que la resistencia de la tela de rayón usada anteriormente. Las 3 muestras híbridas tienen una resistencia de la tela de 962 kN/m, 822 kN/m y 988 kN/m, respectivamente, en comparación con una resistencia de la tela de 235 kN/m para el rayón. Cuatro capas de esta tela de rayón pueden, por lo tanto, reemplazarse con una capa de la tela tejida del cordón híbrido.

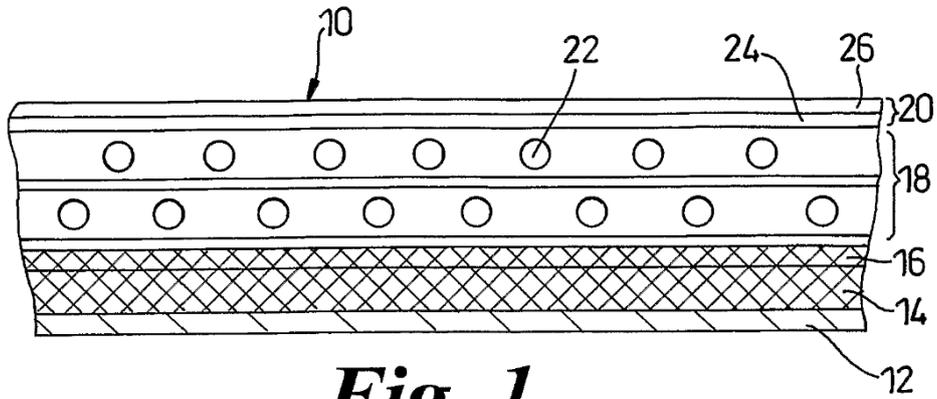
Con referencia a la Figura 4, en un modo de realización alternativo, la capa de refuerzo 14 está formada por cordones 28 que se enrollan alrededor de la capa de revestimiento 12. Aunque los cordones se muestran separados para mayor claridad, en la práctica se enrollan estrechamente para formar una capa de refuerzo 14 sustancialmente continua. El cordón 28 se enrolla en un ángulo  $\beta$  relativo al eje longitudinal de la manguera 10 para proporcionar a la manguera las propiedades requeridas. El valor del ángulo  $\beta$  determina las propiedades físicas de la manguera y, por lo tanto, se elige para satisfacer la mayoría de los requisitos de diseño. Como en el modo de realización anterior, el cordón está formado por dos cabos de aramida Twaron™ 1008 y un cabo de poliéster Diolen™ 164S trenzados entre sí. El cabo de Twaron se hace de nuevo a partir de tres cabos de hilo decitex 1680 de multifilamentos y el poliéster se hace a partir de tres cabos de hilo decitex 1670 de multifilamentos.

Los modos de realización descritos anteriormente también son aplicables al uso de aramidas y poliésteres adecuados distintos de Twaron™ 1008 y Diolen™ 164S.

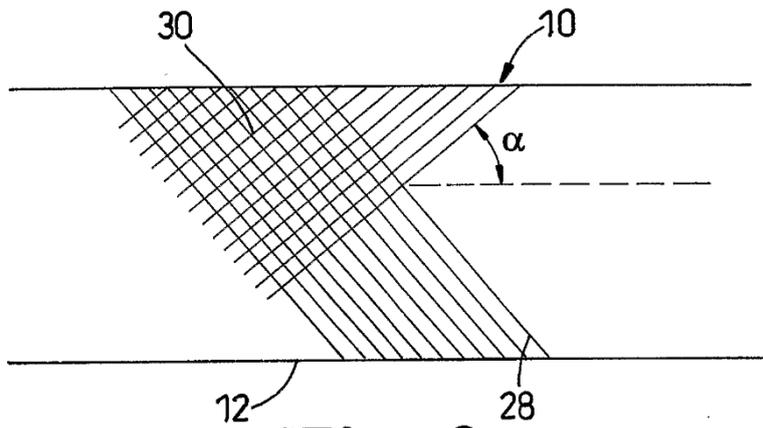
La combinación y las proporciones de las fibras usadas se pueden seleccionar para obtener las propiedades requeridas del cordón, ya que diferentes combinaciones proporcionarán diferentes propiedades.

**REIVINDICACIONES**

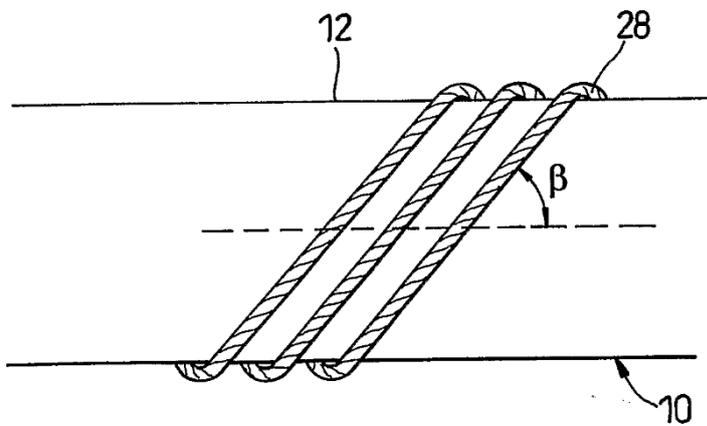
- 5 **1.** Una manguera resistente al aplastamiento (10) que comprende una pluralidad de capas (12, 14, 16, 18, 20), comprendiendo una de las capas (12, 14, 16, 18, 20) una carcasa de refuerzo (14) formada por un cordón (28), comprendiendo el cordón (28) una pluralidad de cabos trenzados entre sí, estando al menos uno de los cabos formado por tres hilos de multifilamentos de aramida trenzados entre sí, y estando al menos uno de los cabos formado por tres hilos de multifilamentos de poliéster trenzados entre sí, en la que el cordón (28) comprende un número mayor de cabos de aramida que de poliéster.
- 2.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el cordón (28) comprende una proporción de 1:1 a 4:1 cabos de aramida frente a poliéster.
- 10 **3.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el cordón (28) comprende una proporción de 1,5:1 a 3:1 cabos de aramida frente a poliéster.
- 4.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el cordón (28) comprende una proporción de 2 cabos de aramida frente a 1 cabo de poliéster.
- 15 **5.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la carcasa de refuerzo (14) comprende una tela tejida de los cordones (28).
- 6.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que los cordones (28) de la tela forman un ángulo de 30° a 55° con respecto al eje longitudinal de la manguera.
- 7.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en la que los cordones (28) de la tela forman un ángulo de aproximadamente 43° con respecto al eje longitudinal de la manguera (10).
- 20 **8.** Una manguera (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la capa de refuerzo (14) comprende un revestimiento, y el cordón (28) se enrolla alrededor de un revestimiento para formar una capa sustancialmente continua.
- 9.** Una manguera (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cordón (28) comprende 2 cabos de aramida y 1 cabo de poliéster trenzados entre sí.
- 25 **10.** Una manguera (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 9, en la que cada cabo comprende de 160 a 200 vueltas por metro.
- 11.** Una manguera (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la capa de refuerzo (14) está recubierta de caucho.
- 12.** Una manguera (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la tenacidad de rotura del cordón (28) es de 800 mN/tex a 1300 mN/tex.
- 30 **13.** Una manguera (10) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la elongación de rotura del cordón (28) es del 5,5 % al 13%.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 4**

| Descripción                                         | hibrido 1 |            | hibrido 2 |            | hibrido 3 |            | control de Twaron |            | control de rayón |            | control de nailon |            |
|-----------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
|                                                     | $\bar{X}$ | $\pm$ c.i. | $\bar{X}$ | $\pm$ c.i. | $\bar{X}$ | $\pm$ c.i. | $\bar{X}$         | $\pm$ c.i. | $\bar{X}$        | $\pm$ c.i. | $\bar{X}$         | $\pm$ c.i. |
| DPU no corregida de LD                              | 17679     | $\pm$ 56   | 18430     | $\pm$ 90   | 17740     | $\pm$ 140  | 17670             | $\pm$ 60   | 8250             | $\pm$ 120  | 25380             | $\pm$ 230  |
| Recogida de inclinación (procedimiento LD)          | 4,2       | $\pm$ 0,0  | 6,0       | $\pm$ 0,1  | 4,4       | $\pm$ 0,1  | 4,2               | $\pm$ 0,1  | 6,2              | $\pm$ 0,8  | 6,2               | $\pm$ 0,8  |
| Resistencia de rotura                               | 1845      | $\pm$ 53   | 1620      | $\pm$ 110  | 1894      | $\pm$ 33   | 2822              | $\pm$ 38   | 293,8            | $\pm$ 2,3  | 1597              | $\pm$ 37   |
| Tenacidad de rotura                                 | 1087      | $\pm$ 32   | 932       | $\pm$ 64   | 1115      | $\pm$ 20   | 1664              | $\pm$ 23   | 372              | $\pm$ 2,9  | 629               | $\pm$ 16   |
| Elongación de rotura                                | 7,5       | $\pm$ 0,1  | 7,7       | $\pm$ 0,3  | 6,6       | $\pm$ 0,1  | 5,4               | $\pm$ 0,1  | 16,6             | $\pm$ 0,4  | 29,1              | $\pm$ 2,1  |
| Fuerza con elongación específica 0,5                | 116       | $\pm$ 3    | 107       | $\pm$ 3    | 127       | $\pm$ 2    | 198               | $\pm$ 5    | 23               | $\pm$ 1    | 30                | $\pm$ 1    |
| Fuerza con elongación específica 1                  | 187       | $\pm$ 4    | 169       | $\pm$ 4    | 210       | $\pm$ 2    | 382               | $\pm$ 6    | 45               | $\pm$ 1    | 50                | $\pm$ 2    |
| Fuerza con elongación específica 2                  | 328       | $\pm$ 5    | 285       | $\pm$ 6    | 380       | $\pm$ 5    | 769               | $\pm$ 8    | 73               | $\pm$ 1    | 84                | $\pm$ 2    |
| Fuerza con elongación específica 3                  | 491       | $\pm$ 11   | 417       | $\pm$ 10   | 585       | $\pm$ 9    | 1232              | $\pm$ 11   | 84               | $\pm$ 1    | 107               | $\pm$ 2    |
| Fuerza con elongación específica 5                  | 941       | $\pm$ 23   | 786       | $\pm$ 23   | 1187      | $\pm$ 18   | 2515              | $\pm$ 22   | 107              | $\pm$ 2    | 149               | $\pm$ 3    |
| Elongación con fuerza específica 550                | 3,3       | $\pm$ 0,1  | 3,8       | $\pm$ 0,1  | 2,8       | $\pm$ 0,0  | 1,4               | $\pm$ 0,0  | #NA              |            | 14,1              | $\pm$ 0,2  |
| Elongación con fuerza específica 1590               | 6,9       | $\pm$ 0,1  | 7,6       | $\pm$ 0,2  | 6,0       | $\pm$ 0,1  | 3,6               | $\pm$ 0,0  | #NA              |            | 28,4              | $\pm$ 0,3  |
| Módulo de la cuerda                                 | 16,7      | $\pm$ 0,4  | 15,4      | $\pm$ 0,3  | 19,4      | $\pm$ 0,2  | 31,8              | $\pm$ 0,4  | #NA              |            | 5,3               | $\pm$ 0,1  |
| Inclinación eficaz-absoluta                         | 97,7      | $\pm$ 5,4  | 108       | $\pm$ 12   | 100,7     | $\pm$ 3,4  | 107,6             | $\pm$ 3,2  | #NA              |            | #NA               |            |
| Inclinación del giro eficaz-absoluta                | 56,8      | $\pm$ 2,4  | 49,9      | $\pm$ 3,8  | 58,3      | $\pm$ 2    | 86,9              | $\pm$ 2,9  | #NA              |            | #NA               |            |
| Un solo giro (S: neg)                               | -183      | $\pm$ 4    | -190      | $\pm$ 1    | -175      | $\pm$ 3    | -177              | $\pm$ 3    | 228              | $\pm$ 12   | 165               | $\pm$ 5,2  |
| Giro del cordón (S: neg)                            | 179       | $\pm$ 8    | 180       | $\pm$ 5    | 163       | $\pm$ 2    | 164               | $\pm$ 3    | -224             | $\pm$ 6    | -134              | $\pm$ 7    |
| Grosor del cordón                                   | 1,55      | $\pm$ 0,02 | 1,59      | $\pm$ 0,02 | 1,55      | $\pm$ 0,02 | 1,51              | $\pm$ 0,04 | 1,01             | $\pm$ 0,06 | 1,95              | $\pm$ 0,24 |
| Fuerza de desprendimiento de la correa              | 258       | $\pm$ 24   | 258       | $\pm$ 11   | 241       | $\pm$ 9    | 255               | $\pm$ 14   | 240              | $\pm$ 14   | #NA               |            |
| Cobertura de caucho de desprendimiento de la correa | 95-100    |            | 95-100    |            | 95-100    |            | 95-100            |            | 100              |            | #NA               |            |
| Fuerza de desprendimiento de la correa              | 165       | $\pm$ 28   | 123       | $\pm$ 23   | 185       | $\pm$ 21   | 176               | $\pm$ 46   | 169              | $\pm$ 31   | #NA               |            |
| Cubierta de caucho de desprendimiento de la correa  | 0-5*      |            | 0-5*      |            | 0-5*      |            | 0-5*              |            | 0-5*             |            | #NA               |            |
| Adherencia en T                                     | 870       | $\pm$ 170  | 670       | $\pm$ 250  | 740       | $\pm$ 150  | 770               | $\pm$ 170  | 284              | $\pm$ 14   | #NA               |            |
| Adherencia en T                                     | 1110      | $\pm$ 80   | 1160      | $\pm$ 210  | 1140      | $\pm$ 130  | 1200              | $\pm$ 70   | 262              | $\pm$ 49   | #NA               |            |
| AFF-por resistencia retenida                        | 46        | $\pm$ 19   | 73        | $\pm$ 21   | 32        | $\pm$ 11   | 32                | $\pm$ 10   | 12,7             | $\pm$ 5,5  | #NA               |            |
| AFF-resistencia retenida                            | 850       | $\pm$ 350  | 1190      | $\pm$ 320  | 620       | $\pm$ 210  | 910               | $\pm$ 280  | 37               | $\pm$ 16   | #NA               |            |
| Recuento final de la urdimbre                       |           |            |           |            |           |            |                   |            | 80               | $\pm$ 6    | 41,5              | $\pm$ 1,4  |
| Recuento final calculado w                          | 52,1      |            | 50,8      |            | 52,2      |            | 53,5              |            | 235              |            | 663               |            |
| Resistencia calculada de la tela                    | 962       |            | 822       |            | 988       |            | 1511              |            |                  |            |                   |            |

\* ennegrecimiento de los cordones, sin cobertura suficiente

Fig. 3