
Propensión al pildeo de los tejidos de mezcla de fibras

A. Naik (1)

F. López-Amo (2)

0.1 RESUMEN

Los tejidos de mezcla de fibras tienen mayor propensión al pildeo ya que en la mayoría de casos no existe una compatibilidad adecuada entre las propiedades de las fibras constituyentes. En este estudio hemos analizado varios tejidos destacando la influencia de las características más importantes de las fibras responsables en la propensión del pildeo. Se ha establecido correlación entre distintos procedimientos de evaluación. Finalmente, se recomiendan sugerencias para reducir el pildeo en tejidos de malla y de calada.

0.2 RESUMÉ

Les tissus avec mélange de fibres ont une plus grande propension au boulochage, étant donné que dans la plupart des cas, il n'existe pas la compatibilité la plus convenable entre les propriétés des fibres qui interviennent. Nous avons étudié plusieurs tissus en détachant l'influence des caractéristiques les plus importantes des fibres, responsables sur la production du "pilling". On a établi une corrélation entre les divers méthodes d'évaluation. Et on fait quelques suggestions pour réduire le boulochage tant sur les tissus de foule que sur les tissus à maille.

0.3 SUMMARY

Blended fabrics have in general more tendency to pill as in majority of them, there does not exist a good correlation between the fibre properties. In this study we have analysed various fabrics indicating the influence of the most important fibre characteristics on pill formation. Different techniques used for evaluating pill have been applied and a possible correlation between two of them is established.

Finally suggestions are made as to how to decrease pilling propensity of blended textiles.

(1) Dr. Ing. Arún Naik Kardile. Jefe de los Laboratorios de Estructuras Textiles Laminares y Microscopía Textil de este Instituto. Profesor Titular de Universidad (U.P.C.)

(2) Dr. Ing. Federico López-Amo Marín. Secretario General de este Instituto. Catedrático de "Física Textil" de la E.T.S.I.I. de Terrassa.

1.- INTRODUCCION

El "pilling" o pildeo es un fenómeno que se produce en tejidos de fibras. Es un proceso físico que a menudo aparece sobre la superficie de la prenda o tejido en forma de pequeñas bolas o glomérulos de fibras, a veces con un núcleo de materias contaminantes. Con el desarrollo de fibras sintéticas y sus mezclas con otras fibras, se han conseguido propiedades deseables en los tejidos, a cambio de aumentar la propensión de estos tejidos de mezclas hacia el pildeo. Este pildeo puede considerarse como un primer signo del desgaste del tejido por abrasión.

Los primeros trabajos sobre "pilling" fueron publicados en el año 1954 (1). Se ha dicho que este fenómeno era desconocido o no existía antes del año 1945; y se puede decir que este comentario es cierto, ya que aparece una cierta relación entre el aumento en el pildeo y el hecho de que entre 1945 y 1950, las prendas de tejidos de malla empezaban a comercializarse. El empleo de fibras sintéticas y el aumento en su consumo durante los últimos 30 años ha contribuido a la causa del "pilling". La tendencia al pildeo de las fibras sintéticas se debe a su rigidez a la flexión y en una mayoría de casos, a su sección circular. Sin embargo, las productoras de fibras sintéticas, parece que, al menos en parte, han superado estas desventajas. Otra razón se basa en la reducción de la masa laminar de los tejidos. Hoy día, la tendencia es de utilizar tejidos más ligeros, especialmente por la moda actual y por su coste. Y finalmente, es necesario tener en cuenta la gran demanda por parte del consumidor, quien no está preparado y no entiende por qué el "pilling" se produce en unos tejidos y en otros no.

Cuando consideramos un tejido como una estructura elaborada, comprendemos que se trata de un producto formado por elementos caracterizados por sus varios parámetros; y, en él, una resistencia a la tracción elevada junto con una masa laminar baja y un alto grado de flexibilidad, significan que se trata de un tejido que posee un buen cayente, lo cual se traduce en el mejor ajuste sobre el cuerpo humano sin impedir su libre movimiento. También tendrán un aceptable grado de porosidad, que es un factor importante con respecto al confort y poder aislante. Otras propiedades considerables son el efecto estético y el tacto; y ellos, en muchos tejidos y prendas, son reducidos por la presencia de los "pils".

Tejidos fabricados con hilos texturados y filamentos no suelen ser propensos al pildeo; pero a medida que la prenda se va gastando y por la rotura de algunos filamentos, no es nada raro que aparezcan "pils".

2.- MECANISMO DE LA FORMACION DEL "PILLING"

El mecanismo de la formación del pildeo ha sido explicado por varios autores (2), (3), (4). Sin embargo, creemos conveniente hacer las siguientes observaciones: cualitativamente, hay tres distintas etapas en la "vida" de un pil. Primero, las fibras cortas de los hilados migran hacia la superficie del tejido como consecuencia de la acción abrasiva. Segundo, estas fibras se entrelazan, dando lugar a la bolita del pil. Finalmente, ese pil puede desprenderse del tejido por el uso normal de la prenda, o puede ser arrancado por una sollicitación imprevista, dependiendo de la tenacidad de las fibras que constituyen el pedúnculo de anclaje. La mayor tenacidad de las fibras sintéticas hace imposible el desprendimiento de estos pils y su propiedad de acumular la carga electrostática atrae partículas contaminantes que facilitan aún más el pildeo, actuando como núcleos (5). A este respecto, se pueden clasificar los pils en dos grupos:

- Pils con núcleos de partículas contaminantes.
- Pils formados por entrelazamiento de fibras exclusivamente.

Muchos investigadores han mostrado que las propiedades de las fibras, de los hilos y de los tejidos interactúan de una manera compleja en el fenómeno de pildeo (6), (7).

3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROPENSION AL PILDEO

Estos factores pueden clasificarse en cuatro distintas categorías.

3.1 Características de las fibras.

- Naturaleza.
- Finura.
- Longitud.
- Rizado.
- Sección transversal.
- Tenacidad.
- Rigidez.

3.2 Propiedades de los hilos.

- Título de hilo.
- Intensidad de torsión y coeficiente de torsión.
- Coeficiente de fricción entre fibras.
- Velloidad.
- Migración de las fibras.
- Distintas mezclas de fibras.

3.3 Características de los tejidos.

- Estructura y textura o ligadura (calada y malla).
- Tupa o factor de cobertura.
- Densidad y longitud de malla.
- Masa laminar.

3.4 Características de tintura y acabados.

- Descrudado.
- Tipo de colorante.
- pH del baño.
- Vaporizado.
- Termofijado.
- Perchado.

4.- OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo fueron dos: Primeramente, efectuar un estudio comparativo entre cinco distintos aparatos de laboratorio para producir el "pilling". Basándose en este estudio, se seleccionaría un procedimiento teniendo en consideración la sensibilidad del ensayo ante distintos factores, su rapidez y la reproducibilidad de los resultados.

En segundo lugar, ensayar diecisiete distintos tejidos para determinar su propensión al pildeo, empleando el aparato y el procedimiento elegidos.

5.- LABOR EXPERIMENTAL

5.1 Comparación entre distintos aparatos de Laboratorio.

De los varios ensayadores existentes, hemos seleccionado los siguientes:

- Random Tumble Pilling Tester.
- Accelerotor.
- ICI Tumble Pilling Tester.
- Brush and Sponge Pilling Tester.
- Universal Stoll Wear Tester.

5.11 *Random Tumble Pilling Tester. (RTPT)*

Es un aparato pildógeno que se emplea para determinar la propensión al pilleo de los tejidos ensayados en unas condiciones determinadas. El procedimiento es aplicable a todo tipo de tejidos de calada y de malla.

En este procedimiento (8) se consideran dos variables:

La superficie abrasiva y la preparación de las muestras.

5.12 *Accelerotor.*

Es otro pildógeno en el que el "pilling" se produce por la acción de una hélice que golpea las muestras contra una superficie abrasiva, siendo sometidas a flexión, rozamiento, compresión y otros esfuerzos mecánicos durante el ensayo. Este aparato no debe emplearse para ensayar aquellos tejidos cuya rigidez es muy elevada, ni para aquéllos de malla que tienen la tendencia de enrollarse sobre sí mismos.

5.13 *ICI Tumble Pilling Tester.*

Este aparato se compone de un juego, generalmente de 2 ó 4 cajas cúbicas de 23 cm de arista, que giran con una velocidad constante y están cubiertas interiormente de una superficie abrasiva de corcho, de 3'2 mm de espesor.

5.14 *Brush and Sponge Pilling Tester.*

Se trata de un aparato que emplea un cepillo de poliamida y una esponja de celulosa; el cepillo, con su movimiento circular, produce la aparición de una pelusilla en la superficie del tejido. A continuación, se sustituye el cepillo por la esponja de celulosa, que en su movimiento circular produce la formación del "pilling".

La muestra pilleada se evalúa visualmente comparando con unos "standards" o patrones.

5.15 *Universal Stoll Wear Tester.*

Una de las muchas posibilidades del aparato "Universal Stoll Wear Tester" es el ensayo de flexión con abrasión que es particularmente adecuado para evaluar la propensión al pilleo de los tejidos. En este ensayador, en la parte móvil se coloca una superficie abrasiva, y el tejido en su movimiento circular roza contra esta superficie, produciendo pils (10).

5.2 Material empleado.

Para efectuar este estudio, hemos empleado dos series de hilos que fueron convertidos en tejidos de malla "interlock".

- Hilos de sólo una materia.
- Hilos de mezcla de materias.

Se determinaron las características de los hilos que pueden influir en la formación de pils, que quedan indicadas en la tabla I; y la tabla II resume los valores de los parámetros de los tejidos de malla.

TABLA I
Características del hilo que influyen sobre el pileo.

Hilo Ref.	Composición	Longitud de fibra mm.	Finura de fibras μm	Torsión V/m	Título Tex	CV % (Uster)
1	Poliéster 67% Lana 33%	76 46	20 28	461	55	16.5
2	Poliéster 67% Lana 33%	97 54	38 22	423	70	15.2
3	Poliéster 65% Viscosa 35%	109 52	20 26	400	50	11.8
4	Poliéster 65% Viscosa 35%	112 41	24 30	435	55	13.4
5	Poliéster 65% Algodón 35%	56 22	26 12	458	74	11.9
6	Poliéster 65% Algodón 35%	85 32	22 10	502	72	16.5
7	Fibra Texturada de Poliéster 67% Algodón 33%	45 36	20 11	650	25	10.5
8	Poliéster 67% Algodón 33%	45 33	18 11	635	25	12.6
9	Poliéster 50% Acrílica 50%	90 90	28 28	450	55	12.6
10	Poliéster 50% Acrílica 50%	90 90	28 28	458	55	12.4
11	Estambre 100%	86	28	469	53	13.4
12	Lana Hercosett 100%	55	25	554	70	13.5
13	Poliéster Texturado 100%	filamento cont.	20	-	16.7	-
14	Poliéster 100% Fibra Texturada	82	22	556	70	12.5
A	Poliéster 100%	38	14	850	14.3	13.6
B	Poliéster 100%	38	14	780	14.3	12.8
C	Poliéster 100%	38	14	720	14.3	13.0

TABLA II
Parámetros de los tejidos que influyen sobre el pileo.

Tejido Ref.	Masa Laminar g/m ²	Densidad de Mallas cm. ²	ASTM Grado	Reutlinger Grado	Peso de pils g/dm ²
1	302	43	1	8	2.324
2	349	50	4	2	1.453
3	420	50	2	6	1.065
4	460	48	4	2	0.513
5	363	50.4	1	8	1.892
6	352	52	3	4	0.627
7	1637	141	4	2	0.568
8	138	125	2	6	1.236
9	306	209	3	4	0.784
10	314	209	4	2	0.602
11	458	50.4	3	4	0.721
12	343	48	5	1	0.005
13	289	75	5	1	0.000
14	322	52	3	4	0.755
A	254	296	3	4	0.718
B	240	296	2	6	1.235
C	236	297	1	8	2.469

5.3 Preparación de las muestras.

Los tejidos a ensayar fueron lavados en una lavadora doméstica. Después de acondicionarlos, se cortaron en tamaños adecuados.

En el caso del RTPT, los bordes de las muestras fueron cubiertos con un pegamento.

En nuestras experiencias anteriores (11) hemos observado que los bordes engomados actúan como otro medio adicional de abrasión y contribuyen a la formación de "pilling" sobre el tejido. Este factor enmascara los resultados y hace difícil correlacionar los obtenidos en laboratorio con los resultados prácticos en el uso de la prenda. Por el contrario, la influencia de sujetar los bordes de la muestra mediante costuras "Over-lock", puede considerarse análoga con la que producen las costuras en una prenda. Para comparar esta influencia, hemos ensayado muestras preparadas bajo estas dos formas.

6.- RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION.

La acción abrasiva del aparato "Accelerotor" produce el pildeo sobre el tejido en un tiempo relativamente breve y, por lo tanto, ha sido muy difícil relacionar esa propensión del tejido con el uso práctico de la prenda. Además, la reproductibilidad de los ensayos de laboratorio, no era tan buena. Considerando estas desventajas, este aparato en principio, fue descartado como un ensayo fiable en la producción de pils sobre el tejido.

El "Brush and Sponge Pilling Tester" también produce los pils sobre el tejido en un tiempo muy corto. El tratamiento sobre el tejido es muy severo y el número de pils producido es tan abundante que incluso los tejidos conocidos como "anti-pilling" tienden a producir pils. Fue difícil emplear un método adecuado para la valoración del grado de "pilling" y prácticamente no se encontró ninguna correlación entre los ensayos de laboratorio y el comportamiento de la prenda durante el uso práctico. Considerando estos puntos, este procedimiento fué rechazado.

En el caso del ensayo con el "Universal Stoll Wear Tester", la superficie del tejido sometida a la abrasión es muy pequeña (9 cm²). Consideramos que esta superficie no es representativa del tejido, y como consecuencia, los resultados tampoco. Basándonos en estos argumentos, se rechazó este ensayo igualmente.

El "ICI Pilling Tester" dió buenos resultados; y sin embargo, presenta dos inconvenientes este procedimiento: primero, el tiempo de ensayo es muy largo (de 5 a 7 horas); y segundo, la preparación de las muestras es muy laboriosa.

El "Random Tumble Pilling Tester" fue considerado como el aparato más adecuado para determinar la propensión al pildeo de los tejidos. El tiempo de ensayo es relativamente corto (30 min para ensayar cuatro muestras). La reproductibilidad de los resultados es muy buena y se ha encontrado una correlación aceptable entre los ensayos de laboratorio y el "pilling" producido por el uso de la prenda. En este ensayo se pueden considerar dos posibles variables: el tipo de superficie abrasiva y la preparación de las muestras.

6.1 Evaluación de los resultados.

El método ideal de evaluación no debe tener en cuenta solamente el aspecto cualitativo de la propensión al pildeo, sino también el aspecto subjetivo. Ya que es necesario predecir el comportamiento de la prenda a través de ensayos de laboratorio, también es muy importante tener en consideración la persona que vestirá la prenda, o la que verá la que lleva otra persona: lo juzgará subjetivamente teniendo en cuenta el conjunto, el color, el uso que le dé, etc.

El día en que el "pilling" pueda ser considerado como un defecto fácilmente remediable, el aspecto subjetivo podrá ser despreciado, ya que serán sólo aceptables para el usuario, los productos sin "pildosidad".

Por otra parte, es posible medir el grado de "pilling" bajo la forma de un parámetro físico definido. En efecto, la forma esférica o alargada, su dimensión, la formación completa fácilmente visible o, por el contrario, una apariencia muy baja de pils con una envoltura exterior muy imprecisa, la masa y la solidez de los pils varían en función de los parámetros ya anteriormente citados.

Se pueden considerar cinco distintos métodos de evaluación de la pildosidad.

6.11 Densidad de pildeo, o "pildosidad".

Entendemos por densidad o población de pils, el número medio de ellos por unidad de superficie del tejido.

La abundancia de pils es a menudo evaluada en términos de densidad numérica, y los tejidos que tienen una propensión elevada al pildeo pero que al mismo tiempo desprenden los pils con mucha facilidad, son considerados mejores desde un punto de vista estético, que aquéllos que, aun no siendo muy "pildosos" no desprenden los pils formados.

Brand ha estudiado el equilibrio entre la velocidad de formación de pils y la velocidad de su desprendimiento; y ha demostrado que las fibras sintéticas tienen una velocidad moderada de pildeo mientras la tienen muy baja en su desprendimiento. Esta velocidad muy baja ha sido relacionada con la alta resistencia a la flexión de las fibras sintéticas. Y ésto da lugar, con el uso de la prenda, a una alta pildosidad, especialmente en los tejidos de malla.

El método del recuento de pils no lo consideramos muy práctico de aplicar, puesto que a veces resulta difícil distinguir los pequeños pils de las simples fibras entrelazadas o de las bolitas mal formadas; y además, tanto los pequeños como los grandes gránulos son puestos en pie de igualdad, a la hora del recuento.

6.12 Determinación de la masa de los pils.

Generalmente la pildosidad de un tejido es valorada por el aspecto estético que presenta y no por la resistencia o la larga vida de la prenda. Sin embargo, creemos que el desprendimiento de los pils causa problemas graves para la prenda. Si disminuye el número de fibras en la población seccional del hilo, el coeficiente de torsión disminuye también, y esto da lugar a la disminución de su poder cubriente y en las partes donde la prenda es sometida a una flexión frecuente se observa una deformación permanente, la que deteriora el tejido y la prenda. Este fenómeno es más corriente en los tejidos de malla.

Una evaluación de la pildosidad por la masa de los pils resulta más objetiva y, por lo tanto, distintos tipos de tejidos ensayados pueden ser comparados más fácilmente. Primero se pesan las muestras de tejidos ensayados, y a continuación, con unas tijeras se cortan todos los pils formados en ambas caras del tejido. Se vuelven a pesar las muestras y se determina el peso de los pils, que puede darse en tanto por ciento.

6.13 Método mixto: Combinación de los anteriores.

En este caso deben considerarse los siguientes parámetros en función del tiempo:

$$\begin{array}{l} \text{Pils/dm}^2 \dots\dots\dots N \\ \text{La masa media de los pils } M \\ \text{El cociente} \dots\dots\dots \frac{N \cdot M}{t} \end{array}$$

siendo 't' el tiempo de ensayo.

6.14 Comparación con tipo patrón.

Por este método las muestras, después de un cierto tiempo de tratamiento, son comparadas con fotos-patrón, teniendo cada una un grado de pildeo diferente, señalado con un índice numérico. En ciertos casos, los pils obtenidos son coloreados para su fácil identificación.

Este método, si bien es muy rápido, presenta algunas veces ciertas limitaciones, ya que para ser válida la comparación, debe hacerse a partir de patrones obtenidos en las mismas condiciones que las muestras examinadas, es decir, que esos patrones no son evidentemente válidos más que para un aparato de pildeo dado y un tipo de tejido determinado.

6.15 Método de Reutlingen (12).

Este método, propuesto por el Instituto de Investigación Textil de REUTLINGEN (Alemania) se basa en la tipificación del defecto, que se numera de 1 a 8, según la magnitud de los pils formados en la muestra.

Se comprende que la diferencia del grado de "pilling" en 8 estados conlleva que el experto observador tenga una gran práctica en la aplicación del método.

Este método presenta, sin embargo, otro defecto, ya que no tiene en cuenta la desaparición de los pils luego de alcanzada la pildosidad máxima.

6.2. Sistemas de valoración adoptados.

Para conseguir una máxima información y para establecer una posible correlación entre ellos, hemos elegido los siguientes cuatro métodos.

- Determinación de la masa de los pils.
- Número de pils por dm².
- Empleo de fotografías estandard o patrones.
- Método Reutlingen.

6.3 Discusiones.

Según la *norma ASTM D 1375*, los tejidos ensayados en el "Random Tumble Pilling Tester" son evaluados según la siguiente escala:

5	.....	no hay pilling
4	.....	ligero pilling
3	.....	moderado pilling
2	.....	abundante pilling
1	.....	muy abundante pilling

Tal como puede apreciarse en esta escala, no se ha tenido en consideración el tamaño de los pils. Por este motivo, todos los tejidos de ensayo fueron evaluados por el método de Reutlingen también (RGP.)

Reutlingen Grado de Pilling.

- 1 formación de pelusilla.
- 2 fibras entrelazadas y pequeños pils.
- 3 formación de pils no maduros.
- 4 formación de algunos pils maduros.
- 5 pils maduros junto con no maduros.
- 6 pils maduros de tamaño pequeño
- 7 pils maduros de tamaño grande
- 8 pils maduros en abundancia

La correlación posible entre el método de masa de pils y la norma ASTM D 1375, está indicada en la Tabla III.

TABLA III

Norma ASTM	Peso del pil [g]	Margen de peso	Observación
1	1,90	1,50-	muy mal
2	1,05	0,9 - 1,4	mal
3	0,75	0,55- 0,85	aceptable
4	0,50	0,40- 0,50	
5	0,00	- -	muy bueno

Después de evaluar varios tejidos comerciales junto con los de este estudio, hemos establecido la siguiente correlación entre ASTM D 1375 y Reutlingen (RGP):

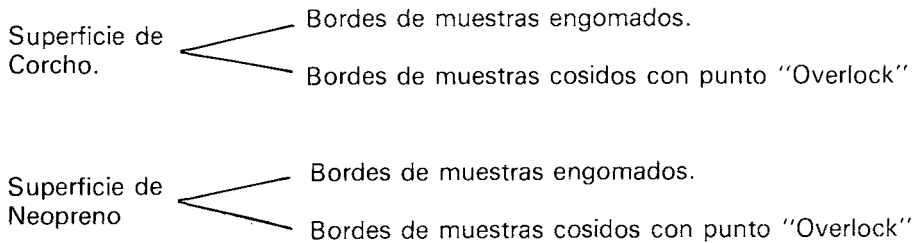
TABLA IV

Grado de Pilling Reutlingen ASTM D 1375

1	4,5 - 5
2	4
3	3,5
4	3
5	2,5
6	2
7	1,5
8	1

Tal como indicamos anteriormente, para este estudio hemos empleado solamente el "Random Tumble Pilling Tester" para ensayar los tejidos. Las dos variables estudiadas fueron las dos superficies de abrasión:

- Superficie de corcho.
- Superficie de Neopreno.



6.31 Composición de los pils.

Pils formados sobre prendas usadas y sobre muestras ensayadas en el laboratorio, han sido analizados microscópicamente.

Las fibras en un tejido son sometidas a esfuerzos de fatiga en distintos ambientes. Las fibras sometidas a una acción abrasiva sufren mayor desgaste. Para confirmar ésto, pils procedentes de prendas y muestras ensayadas en laboratorio, revelaron en su análisis microscópico que efectivamente, ambas clases de pils mostraban las mismas características en el sentido de que estaban formados de fibras rotas y, en muchos casos, los extremos de las fibras estaban desfibrados. Una mayoría de estas fibras eran finas, e inferiores a 20 μ m en su diámetro. Es evidente que es mucho más fácil romper fibras finas que fibras gruesas. En caso de tejidos con mezcla de fibras sintéticas y fibras naturales, las fibras que formaban el pedúnculo de anclaje eran sintéticas, ya que poseen mayor tenacidad.

También se observó la presencia de partículas contaminantes en la composición de los pils, que forman como un núcleo.

6.32 Comentarios sobre los ensayos de laboratorio.

Las muestras ensayadas fueron evaluadas según la norma ASTM D 1375. Basándonos en las características de los tejidos, hemos considerado conveniente dividirlos en distintos grupos.

Grupo I. Tejidos 1 y 2 (PES/WOL).

Se ha observado que el tejido n.º 1 tiene mayor propensión al pildeo con respecto al tejido n.º 2. Teniendo en consideración las características de las fibras, hemos encontrado que la finura de las fibras es responsable en la manifestación del distinto comportamiento de estos dos tejidos. Cuanto mayor es la masa lineal (finura) menor es la propensión al pildeo. La Fig. 1 representa el "pilling" producido en el tejido empleando el RTPT, con la superficie abrasiva de corcho; y la Fig. 2 corresponde a la superficie abrasiva de neopreno. A simple vista se puede decir que se produce mucha más pildosidad empleando la superficie de corcho que la de neopreno. La fuerte acción abrasiva del corcho hace que los pils formados se desprendan después de un cierto tiempo de tratamiento, mientras que en el caso del neopreno, no se llega a alcanzar este tiempo.

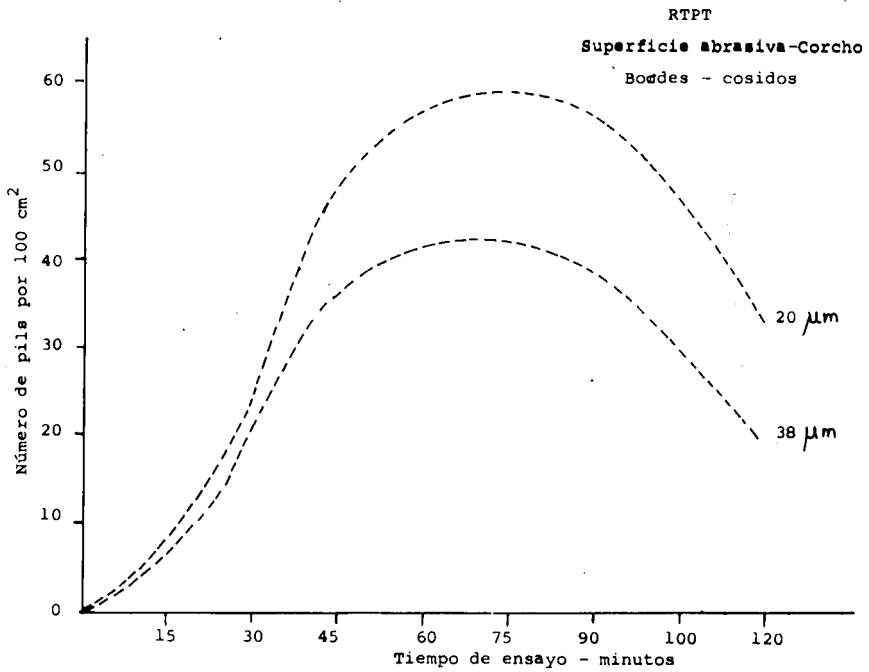


Fig. 1.- Influencia de la finura de fibras sobre la propensión al pildeo.

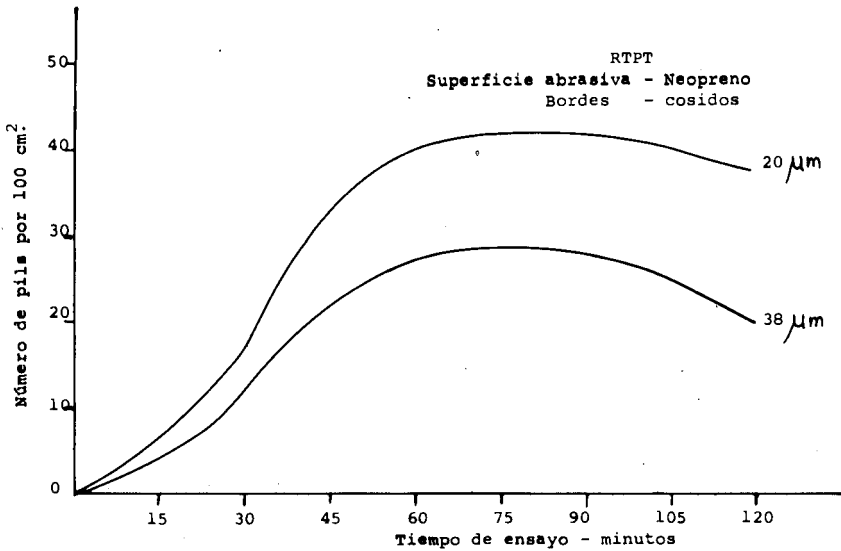


Fig. 2.- Influencia de la finura de fibras sobre la propensión al pildeo.

Grupo II. Tejidos 3 y 4 (PES/CVX).

Estos dos tejidos son de la misma composición (poliéster y viscosa); la única diferencia está en que el poliéster del tejido n.º 4 tiene una tenacidad relativamente más baja con respecto al poliéster del tejido n.º 3, que es de alta tenacidad. La observación microscópica de los pils revela que el porcentaje de ambas fibras es aproximadamente igual. La razón aparente de que el tejido n.º 4 produce menor cantidad de pils sobre su superficie, se debe a la menor tenacidad del poliéster.

Las fibras de anclaje se rompen con cierta facilidad y los pils desaparecen. Esta tendencia se ve claramente manifestada en la Fig. 3. Los pils conteniendo poliéster de alta tenacidad, siguen adheridos al tejido y requieren mucho más tiempo para su desprendimiento. En la Fig. 4 se observa la misma tendencia, salvo el tiempo necesario para desprender los pils, que es más elevado.

Grupo III. Tejidos 5 y 6 (PES/COT).

Estos tejidos son de mezcla de poliéster y algodón. La variable más significativa a considerar es la longitud de las fibras de algodón. Por el frecuente mantenimiento de la prenda, las fibras cortas tienden a migrar hacia el exterior del hilo, mientras que para las fibras largas este movimiento migratorio es bastante restringido por la torsión del hilo. Además, la abundancia de las extremidades salientes de las fibras del hilo por unidad de longitud, es mucho más elevada para las fibras cortas. Las Figs. 5 y 6 manifiestan la influencia de la longitud de fibra sobre la propensión al pildeo. La diferencia entre los tejidos 5 y 6 es más marcada cuando se ensaya con la superficie abrasiva de corcho.

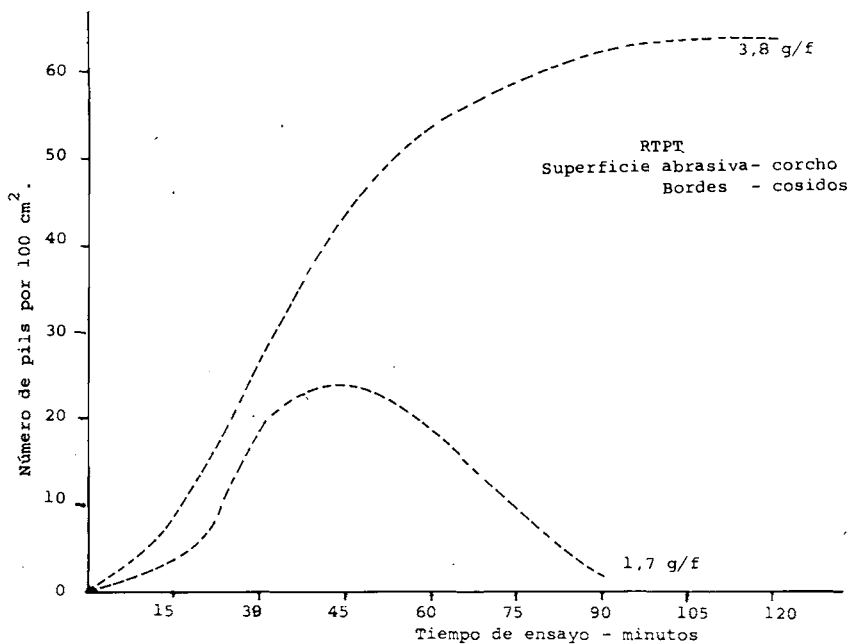


Fig. 3.- Influencia de la tenacidad de fibras sobre la propensión al pildeo.

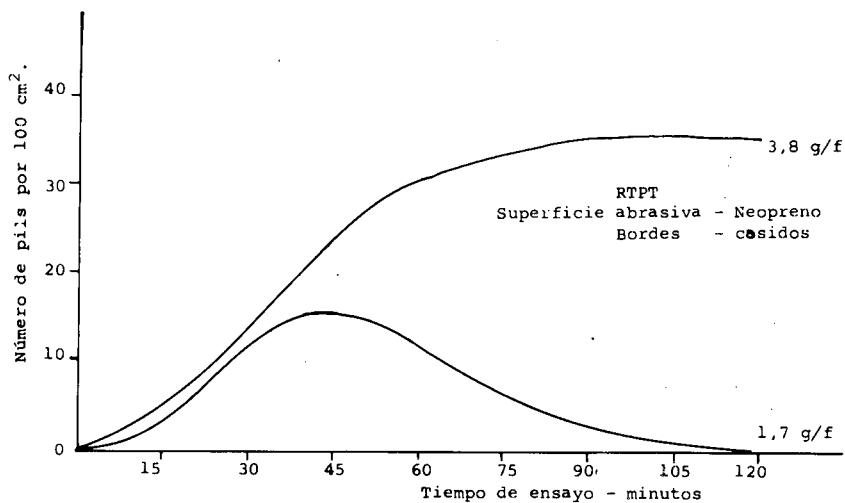


Fig. 4.- Influencia de la tenacidad de fibras sobre la propensión al pildeo.

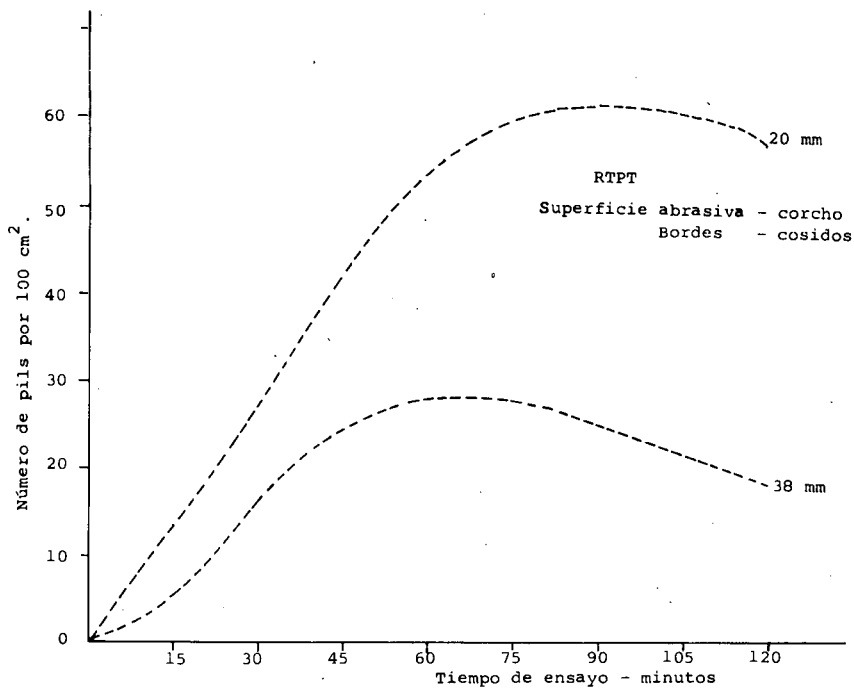


Fig. 5.- Influencia de la longitud de fibras sobre la propensión al pildeo.

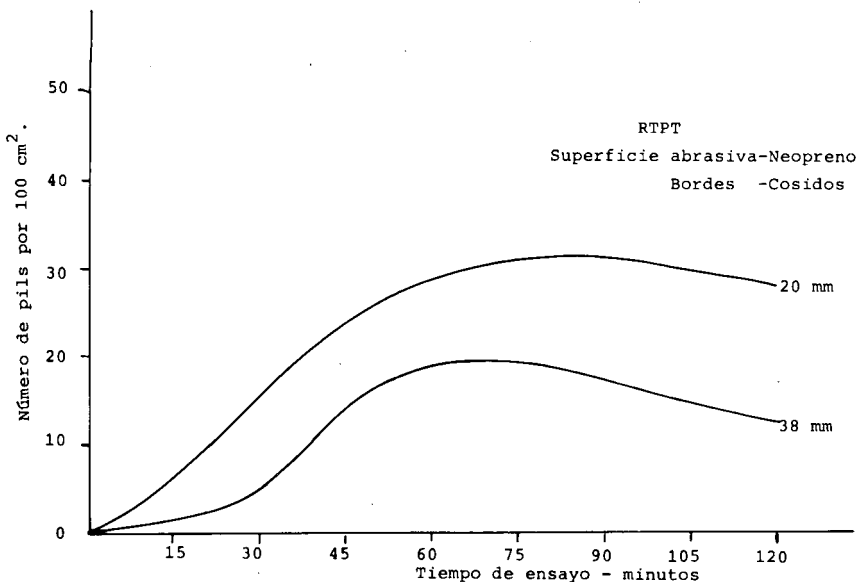


Fig. 6.- Influencia de la longitud de fibras sobre la propensión al pildeo.

Grupo IV. Tejidos números 7 y 8 (PES/COT).

En este grupo, dos factores tienen una influencia significativa sobre la propensión al pildeo: la presencia del rizado permanente en la fibra y su muy baja rigidez. Se ha mostrado en un trabajo anterior (13), que las fibras texturadas tienen un índice de rigidez muy bajo. Tejidos fabricados a partir de estos hilos tienen muy buena resistencia al pildeo. El tejido n.º 7, cuya composición es de 67% poliéster texturado y 33% algodón, prácticamente no produce pildosidad, mientras que el tejido n.º 8, que es de la misma composición excepto que el componente poliéster no está texturado, tiene una propensión al pildeo muy elevada. También, debido a la baja tenacidad de las fibras texturadas con respecto a las fibras originarias, el pil producido, después de un largo tiempo de ensayo tiende a desprenderse, mientras que no ocurre así en el tejido comparativo.

Grupo V. Tejidos números 9 y 10 (PES/ACR).

Estos tejidos son de poliéster/acrílica en proporción de 50/50. La única diferencia entre ellos es la de que el componente poliéster procede de los distintos fabricantes. El motivo de estudiar estos dos tejidos era de demostrar que dos fibras de idénticas condiciones puedan dar lugar a distinta propensión al pildeo. El origen de la fibra también es un factor importante a tener en cuenta cuando se estudia el tema de pildeo. El tejido n.º 9 tiene mayor propensión que el n.º 10, aunque esta diferencia no es muy acusada. Las Fig. 7 y 8 representan gráficamente esta diferencia.

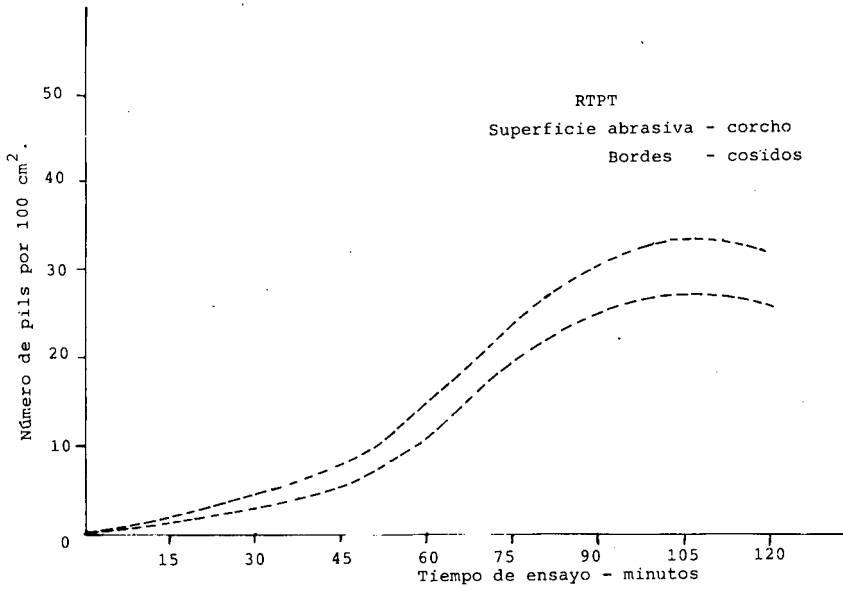


Fig. 7.-Influencia de distintos tipos de poliéster sobre la propensión al pileo.

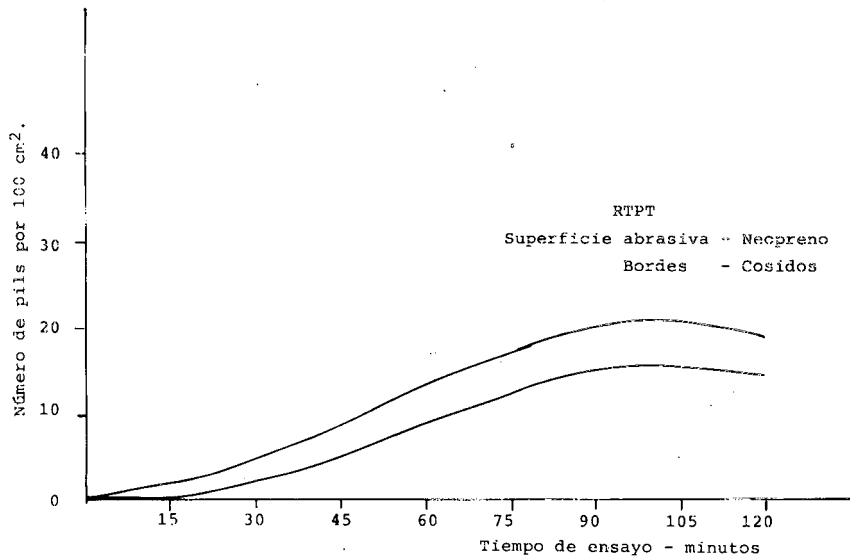


Fig. 8.- Influencia de distintos tipos de poliéster sobre la propensión al pileo.

Grupo VI. Tejidos números 11 y 12 (WOL).

Estos tejidos están compuestos de solamente una materia: lana. La única diferencia está en que el n.º 12 es de lana Hercoset 52. Se puede decir que la resistencia al pildeo de estos tejidos es mejor que aquellos tejidos similares, pero compuestos de fibras en mezcla. Además, si se emplea lana tratada con resina, como la Hercoset 52, se puede mejorar todavía más la resistencia al pildeo. Es conocido que el tratamiento de Hercoset reduce la pildosidad (14).

Grupo VII. Tejidos números 13 y 14 (PES).

Se ha visto que el tejido de poliéster texturado de filamento continuo es muy resistente al pildeo, mientras que tejidos de fibras de poliéster tienen mayor propensión a producirlo.

Grupo VIII. Tejidos A-B-C (PES).

Estos tejidos están formados de 100% poliéster. Los tres poliésteres proceden de tres distintos fabricantes y el factor tecnológico que les distingue es que todos ellos están constituídos con hilos que varían en su intensidad de torsión. Se ha observado que cuanto mayor es la torsión, menor es la propensión al pildeo.

6.33 Correlación entre los ensayos de laboratorio y el uso práctico de la prenda.

Los ensayos prácticos del uso de la prenda han mostrado que el nivel de pildeo producido varía según el uso final de la prenda; y las diferencias de pildeo entre individuos que usaron prendas similares, eran muy significativas. Esto principalmente se debe al hecho de que durante los ensayos de laboratorio cada muestra es sometida al mismo tratamiento, mientras que en el uso práctico el tratamiento al que está sometida la prenda, en cada caso es muy diferente.

De esta observación podemos concluir que para obtener una correlación aceptable, sería mejor comparar prendas utilizadas solamente por una persona, con los resultados de laboratorio.

Basándonos en esta comparación, hemos establecido la siguiente correlación: con la superficie abrasiva de neopreno y un tratamiento de seis minutos, corresponde a un día del uso de la prenda, mientras que con la superficie de corcho, y un tratamiento de cuatro minutos, corresponde a un día también.

Aquí nos gustaría aclarar que, de ninguna manera estos ensayos de pildeo en laboratorio pueden substituir con resultados fiables, a las pruebas prácticas de la prenda en uso diario; pero se puede considerar que simulan las condiciones más próximas a las que está sometida una prenda.

7.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, podemos deducir las siguientes conclusiones:

- 7.1 Se ha comprobado que los tejidos con mezcla de fibras tienen mayor propensión al pildeo que los tejidos de una sola composición.
- 7.2 Cuanto mayor es la incompatibilidad entre las características de las fibras de mezcla, mayor es la propensión al pildeo.
- 7.3 La observación microscópica de los pils ha revelado que las fibras con extremos rotos por la flexión a que fueron sometidas, son fibras de 28 a 30 μm es decir, fibras relativamente gruesas.

- 7.4 La presencia en los pils de fibras finas, de 17 a 20 μm , se debe principalmente a su migración y posterior incorporación al pil. Estas fibras no presentan sus extremos rotos, ya que han sido arrancadas del hilo durante el proceso de formación de los pils.
- 7.5 La pérdida de fibras en el hilo, sea por rotura, como en el caso de fibras gruesas, sea por migración, como en el de fibras finas, disminuye su población seccional, lo que se traduce en una pérdida de su poder cubriente. Esto da lugar a la deformación de la prenda.
- 7.6 Las características de las fibras más directamente relacionadas con la propensión al pildeo de los tejidos con mezcla, son: finura, longitud, tenacidad y presencia de rizado.
- 7.7. Las propiedades más importantes del hilo que contribuyen a la pildosidad de un tejido, son: la estabilidad de su estructura y la torsión.
- 7.8 La masa laminar del tejido viene influida por varios parámetros, y ella es uno de los más importantes en la propensión al pildeo.

8.- APENDICE

8.0 Algunas recomendaciones para reducir la pildosidad.

Todas las fibras (naturales, artificiales y sintéticas) cuando son empleadas en mezcla, manifiestan una mayor o menor tendencia a la formación de pils. Puede tenerse en cuenta lo siguiente para minimizar el pildeo en tejidos de mezcla, cuando es imposible cambiar su composición:

8.1 Características de las fibras.

- 8.11 Para el mismo título del hilo, la propensión al pildeo disminuye con el aumento de la masa lineal de las fibras. Si es difícil cambiar la de las fibras naturales, debe aumentarse la de la fibra sintética hasta el valor máximo aceptable.
- 8.12 Para el mismo título del hilo, la propensión al pildeo disminuye con el aumento en la longitud de la fibra. A menudo ocurre que en tejidos con mezcla, hay varios componentes de fibras, con longitudes muy variadas. Debe procurarse evitar este tipo de mezclas.
- 8.13 La presencia del rizado en la fibra es muy importante durante las distintas etapas de hilatura. Tiene una influencia muy significativa sobre las características del hilado y también sobre la propensión al pildeo.
- 8.14 En caso de fibras artificiales y sintéticas, la propensión al pildeo disminuye cuando se emplean fibras con sección no circular.

8.2 Características del hilado.

- 8.21 Hilos con mucha vellosidad tienden a producir pildeo con mucha más facilidad que los hilos poco vellosos. Generalmente, los hilos de mezcla tienen mayor vellosidad que los hilos de solamente un componente (15). El sistema de hilatura también influye sobre la vellosidad. Un cepillado de estos tejidos puede contribuir a la reducción del pildeo. Esta técnica no es aconsejable para los tejidos de malla. Sin embargo, técnicamente donde sea posible, el cepillado y el tundido deben emplearse. Según Hunter (16) el chamuscado funde los extremos salientes de las fibras sobre la superficie del tejido. Estos extremos, ahora en forma de pequeñas bolitas invisibles al ojo humano, impiden la migración de las fibras.

- 8.22 El coeficiente de torsión en el hilado influye sobre la facilidad con que puede migrar una fibra. Es conocido que la propensión al pildeo disminuye con el aumento de este coeficiente (17). Sin embargo, hay un valor máximo para el coeficiente de torsión, por encima del cual no se aprecia ninguna disminución en el pildeo. Este máximo, en la práctica, nunca es alcanzado.

8.3 Parámetros de los tejidos.

- 8.31 La masa laminar ejerce una influencia muy significativa sobre el pildeo. Este disminuye a medida que aumenta la masa laminar, a igualdad de otros parámetros.
- 8.32 Para evaluar la influencia de la longitud de malla, uno de los hilos fue tricotado empleando distintas longitudes. Se ha observado que cuanto mayor es la longitud de malla, mayor es la propensión al pildeo.
- 8.33 La termofijación de los tejidos también contribuye a la reducción del pildeo. Una patente Británica (18) consiste en termofijar tejidos de poliéster a la temperatura en que la fibra empieza a encogerse. Este encogimiento controlado hace que las fibras tiendan a migrar hacia el centro del hilo.
- 8.34 En tejidos de lana/poliéster, el batanado produce el mismo efecto que el termofijado (19), (20). Las fibras de poliéster se sitúan en la parte interior del hilo, mientras que la lana forma la parte exterior.
- 8.35 El proceso de termofijado es importante para tejidos de poliéster y sus mezclas. Las temperaturas de termofijado recomendadas por Haden (21) para diferentes mezclas, son las siguientes:

Mezcla	Temperaturas de termofijado °C.
Poliéster/Lana	170
Poliéster/Algodón	
Poliéster/Viscosa	180
Poliéster/Lino	

8.4 Tratamientos especiales.

- 8.41 Du Pont de Nemours recomienda un tratamiento distinto para los tejidos de Dacron (22).
- 8.42 Batanado en estado húmedo antes del tundido.
- 8.43 Tratamientos químicos con latex y resinas vinílicas, contribuyen a la reducción del pildeo. (23)

9.-BIBLIOGRAFIA

1. Wool Science Review. 1972. No. 4 P. 32
2. D. Gintis and E. Mead. Text. Res. J. 1959. No. 7
3. R. Brand and B. Bohmfak. Text. Res. J. 1967. No. 6
4. Methodes de controle du pilling: Centre Recherche de la Bonneterie de Troyes. 1955. No. 2/3
5. Fortier, Pierre. Textile Forum, University of North Caroline. 1965.
6. Merriman. The dyer. 1956, 104, June 22.
7. N. M. Mimms. Man-made Textiles, 1957, 46, April

8. 1976 Annual Book of ASTM Standards. D. 1375
9. Technical Manual of the American Association of Textile Chemists and Colorists. 1976 Test method 93/1976.
10. Annual Book of ASTM Standards.
11. F. López Amo, A. Naik y J.M. Pons. Boletín del Instituto de Investigación Textil, 1980. No. 76.
12. Reutlingen method. Reutlingen Research Institute, Aachen, Germany.
13. Naik. A. Ph.D. Thesis. Universidad Politécnica de Barcelona, 1980.
14. Van Trouont. Rayon et fibres synthétiques. Nov. 1960. No 11
15. Barella, A. Bulletin Institute Textile de France. 61-65. 1956.
16. S. Hunter. Fachorgan fur Textilveredlung. 1957. 7. P. 400.
17. P. Doyle. J. Text. Inst. 1953. 44 Proceedings.
18. British Patent No. 664.663, 1965. Celanese Corporation of America.
19. Driesch. Melliand Textilberichte, 1956, 37 P. 789.
20. Belleli. Textilis, 1959 2. P. 24.
21. I. Haden. J. Text. Inst. 1962. P. 820.
22. Modern Textiles Magazine. 1954, 35, 68.
23. Industrie Textile Belge. 1966. March. No. 3. PP 67-73.