

COMPORTAMIENTO FRICCIONAL DE HILOS TEXTILES. PARTE I: DESARROLLO DE LA TÉCNICA DE MEDICIÓN Y SU APLICACIÓN A LOS HILOS ACRÍLICOS HB.

A. Naik * y M. Escusa **

0.1. Resumen

El conocimiento sobre el comportamiento friccional de fibras e hilos es muy importante para analizar el proceso de hilatura. Estos sufren rozamiento continuo durante el proceso de fabricación y la intensidad de esta fricción puede llegar a alterar las características. En este trabajo se han estudiado 145 hilos de distinta composición e hilados por diferentes técnicas de hilatura. El comportamiento friccional es evaluado a través de rozamiento contra distintas superficies. También se ha evaluado la influencia del ensimaje empleado.

Palabras clave: Coeficiente de fricción, superficie abrasiva, ensimaje, estructura del hilo, proceso de hilatura.

0.3. Résumé. COMPORTEMENT À LA FRICTION DE FILS TEXTILES. PART I: DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUE DE MIDITIM ET LES APLICATIONS SUR LES FILS ACRYLIQUES HB.

La connaissance sur le comportement à la friction des fibres et des fils est très importante pour l'analyse du processus de filature. Les fibres et les fils subissent un frottement continu pendant le processus de fabrication et l'intensité de cette friction peut arriver à altérer les caractéristiques. Dans ce travail on a étudié 145 fils à différente composition, filés par différentes techniques de filature. Le comportement à la friction est évalué à travers le frottement contre différentes surfaces. Ona évalué, aussi, l'influence de l'ensimage utilisé.

Mots-clés: Coefficient de frottement; surface abrasive; ensimage structure du fil, processus de filature.

0.2. Summary. FRICTIONAL BEHAVIOUR OF TEXTILE YARNS. PART I: MEASURING TECHNIQUE APPLIED TO ACRYLIC YARNS HB.

Knowledge on the frictional behaviour of fibres and yarns is very useful in analysing the spinning process. Fibres and yarns undergo friction continuously during the manufacturing process and this can alter certain characteristics. In this study 145 yarns of different composition and spun by different techniques are studied. Their friction behaviour is evaluated through different rubbing surfaces at different test speeds. Influence of spin finish applied is also evaluated.

Key words: Coefficient of friction, friction surface, spin finish, yarn structure, spinning process.

* Dr. Ing. Arún Naik Kardile. Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (UPC). Jefe del Laboratorio de Parametría Física Textil de este Instituto.

** Ing. Tec. Mercedes Escusa Julián. Laboratorio de Parametría Física Textil.

1. INTRODUCCIÓN

El movimiento diferencial entre dos superficies en estado dinámico involucra fricción. Durante cualquier proceso de manufactura textil el componente básico, que es la fibra, está continuamente en movimiento junto con los hilos y tejidos, estos rozan contra varios tipos de superficies metálicas como la guarnición de la carda, superficies de guía como el cursor de la continua de anillos, las agujas de las máquinas de punto, las bolsas de estiraje en las continuas, y en varias otras operaciones durante el bobinado y tisaje ¹⁾.

La complejidad de los procesos y un gran número de variables que influyen sobre la fricción, hace difícil correlacionar muchos datos de laboratorio con la práctica ²⁾.

Se han publicado muchos trabajos relacionados con la medición de la fricción y en la mayoría de los casos se ha empleado un equipo que mide la tensión de entrada y salida del hilo, después de haber rozado con una superficie cilíndrica ^{3,4,5,6,7)}.

Hansen y otros ⁸⁾ han estudiado la influencia del coeficiente de torsión de los hilos, rozando contra superficies metálicas, bajo distintas condiciones de trabajo. Ellos han demostrado que el comportamiento friccional de un hilo es análogo al del cojinete de bolas.

Olsen ⁹⁾ también ha estudiado el comportamiento friccional de los hilos textiles en relación con las diferentes superficies, siendo la única variante a considerar el efecto de la temperatura y su influencia sobre la afinidad a la tintura de las fibras.

Según la norma ASTM ¹⁰⁾, la definición del coeficiente de fricción es la siguiente:

"La relación entre la fuerza tangencial necesaria para comenzar a mantener un movimiento relativo y uniforme entre dos superficies de contacto y la fuerza perpendicular que le mantiene en el contacto".

Creo que esta definición no refleja el auténtico comportamiento friccional de los hilos textiles, ya que no tiene en consideración, muchas variables del ensayo que pueden sensiblemente modificar el valor de fricción. Por todo esto, un estudio detallado de este comportamiento, teniendo en cuenta tanto los variables del ensayo, como el estado físico de la materia textil, puede resultar muy interesante para correlacionar los resultados del laboratorio con la práctica.

El conocimiento de las propiedades de la superficie de las fibras, es de importancia vital para estudiar su comportamiento durante las distintas etapas de hilatura. Estas propiedades dependen principalmente de los productos añadidos o de la naturaleza de la fibra. Se sabe, que un ensimaje debe cumplir cinco funciones primordiales ¹¹⁾:

- Contener el componente lubricante.
- Llevar incorporado el producto anti-estático.
- Poseer el componente anti-oxidante.
- Ser estable a las distintas condiciones del ambiente.
- Ser eliminado con facilidad durante el descudado.

Conseguir una influencia significativa de estos

productos sobre las fibras, es mucho más importante para su procesamiento, durante las distintas etapas de hilatura ¹²⁾.

La presencia del producto lubricante, hace que las fibras se deslicen con el mínimo esfuerzo cuando están en contacto unas con otras, también durante el rozamiento de las fibras con distintas superficies metálicas, en especial con la guarnición de la carda, ya que el componente lubricante ayuda a mantener el flujo constante de las fibras a través de los distintos cilindros de la carda.

En la lubricación que se emplea para metales se distinguen dos regiones: región límite y región hidrodinámica ¹³⁾. En las condiciones de límite, las superficies deslizantes están separadas por una película de lubricante, y muy raras veces existe contacto entre las dos superficies sólidas. Por el contrario, en las condiciones hidrodinámicas, las superficies deslizantes están completamente separadas por una película de un fluido continuo ¹⁴⁾.

Las fibras textiles son malas conductoras de la carga electrostática, por lo tanto el componente antiestático en el ensimaje tiene la misión de convertir estas fibras en conductoras, como consecuencia cualquier carga producida es rápidamente descargada, evitando de esta manera los graves problemas de encorronadas que se producen habitualmente durante los distintos procesos de hilatura.

Los ensimajes comerciales se hacen a base de emulsiones y estos deben permanecer inalterables a las distintas condiciones de temperatura. También, deben ser incoloros y fáciles de ser eliminados durante los procesos de descudado, sea sobre madejas de hilos o sobre tejidos en crudo.

En la emulsión de estos ensimajes se ha utilizado el agua como disolvente. Para evitar cualquier efecto de oxidación de las superficies metálicas, es imprescindible que estos ensimajes lleven incorporado algún agente antioxidante.

La tendencia hoy en día en la tecnología de hilatura es de procesar la materia a altas velocidades, empezando desde cardas de alta producción hasta continuas de hilar con una producción máxima de 200 m/min. A estas altas velocidades, el rozamiento de las fibras en el rotor de Open-end e hilos con distintas superficies, genera energía en forma de calor y esta puede alterar las propiedades tintóreas de las fibras. Como consecuencia debe procurarse conseguir el efecto de rozamiento mínimo ¹⁵⁾.

Considerando todos estos puntos, creo que un estudio del comportamiento friccional de los hilos textiles es muy importante y merece una atención detallada para estudiar la influencia de varios ensimajes que hoy en día nos ofrece la industria química como producto auxiliar para la industria textil.

Los ensimajes estudiados en este trabajo no se referenciarán por su nombre comercial para evitar posibles conflictos, como consecuencia simplemente se ha referido a ellos con una denominación numérica.

2. OBJETO

En este trabajo de investigación, se pretende estudiar el comportamiento friccional de hilos textiles, elaborados a base de distintas materias y diferentes técnicas de hilatura, teniendo en cuenta los siguientes factores que pueden influir:

- Naturaleza de la superficie de rozamiento.
- Tipo de ensimaje aplicado a la fibra durante su procesamiento así como la concentración de éste.
- Proceso seguido en la hilatura.
- Composición en los hilos de mezcla.
- Grado de torsión.
- Velocidades empleadas.

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Acondicionamiento de la materia

Debido a que el coeficiente friccional viene influido tanto por la temperatura como por la humedad, todas las muestras de hilo fueron acondicionadas previamente en ambiente standard, durante un periodo mínimo de 24 horas antes de ensayar.

Según la norma ASTM D 3374 se considera ambiente standard a una temperatura de $20 \pm 1^\circ \text{C}$ y $65 \pm 5\%$ de humedad relativa.

3.2. Equipo científico empleado

Para estudiar el comportamiento friccional de los hilos, existen en el mercado tres equipos científicos:

- Shirley yarn friction tester
- Staff G.555 friction texter de Zweigle
- Friction F-Meter R-1183 de Rothschild

En este estudio hemos empleado el F-Meter R-1183 de Rothschild con el enrollador R-1083.

3.3. Material empleado

Para la realización de este estudio, se han elegido hilos textiles de distintas naturalezas para abarcar prácticamente todo el sector de hilatura.

3.4. Hilos acrílicos

Dentro de los hilos acrílicos estudiados se realizó la siguiente clasificación:

- Sin vaporizar
 - Vaporizados
 - Suavizados
 - Hilos de Crilenka
- a) Crudos
 - b) Relajados en aire caliente
 - c) Relajados en vapor

Hilos de Leacril:

- a) Crudos
- b) Relajados en aire caliente
- c) Relajados en vapor

Excepto el hilo sin vaporizar todos los demás tenían el volumen desarrollado.

Como la característica más importante de estos hilos H.B. es su voluminosidad, para desarrollarla fueron sometidos a tratamientos térmicos en las siguientes condiciones:

- Aire caliente: a 120°C durante 30 min.
- Vaporización: a 100°C durante 30 min.

Hilos de Crilenka y Leacril:

Para la siguiente clasificación de los hilos acrílicos H.B. se eligieron hilos de Crilenka y Leacril en los cuales teníamos:

- Variación en el porcentaje de la mezcla de fibras retráctiles y relajadas
- Distinto método de relajación

Los hilos son de 33 tex, con una torsión de 500 v/m y una retorsión de 350 v/m aproximadamente.

En los hilos de Crilenka, los porcentajes de la mezcla fueron:

- 35% retráctil + 65% relajada
- 45% retráctil + 55% relajada
- 55% retráctil + 45% relajada
- 80% retráctil + 20% relajada
- 100% relajada

En los hilos de Leacril:

- 45% retráctil + 55% relajada
- 100% retráctil
- 100% relajada

Ambos tipos de hilos fueron obtenidos y ensayados en crudo, relajados en aire caliente y relajados en vapor.

Las superficies para las que se ensayaron han sido el aluminio, acero inoxidable, vidrio y cerámica. La velocidad empleada fue de 100 m/min.

3.5. Hilos de poliéster

En el grupo de las fibras químicas, una parte muy importante la cubren los hilos de poliéster y dentro de estos los hilos texturados. La texturación nos permite obtener una sensible modificación en la estructura de los hilos, que se traduce, proporcionándonos mayores alargamientos, volúmenes, capacidades de absorción, bucles, espirales o rizos por medio de tratamiento físico, químicos y térmicos combinados.

Por lo tanto, dentro de este tipo de hilos hicimos la siguiente distinción:

- Según el método de obtención.

Los hilos que ensayamos fueron:

- Sin texturar
- Texturados por fricción
- Texturados por aire
- De fibras texturadas
- Texturados por husillo de falsa torsión

Las superficies de rozamiento sobre las que se efectuaron las pruebas fueron, de aluminio, acero

inoxidable, cerámica y vidrio. Para cada una de estas combinaciones, las velocidades de ensayo eran de 50, 100 y 150 m/min. no se realizó a velocidades superiores ya que no se apreciaba una diferencia significativa del coeficiente de fricción con respecto a la mayor de las velocidades que nosotros empleamos.

3.6. Hilos de fibrana

Entre las fibras artificiales escogimos la fibrana por considerarse la más utilizada. Para este tipo de hilos se hizo la siguiente clasificación:

- En función del producto de ensimaje empleado y la concentración de este.

Los productos de ensimaje empleados fueron dos, los cuales denominamos como A y B.

En el primer caso, se obtuvieron hilos con un 0,65, 1, 1,45 y 1,70% s.p.f. del producto A, todos ellos así como el hilo de fibrana original y el de una fibrana comercial con ensimaje fueron ensayados sobre una superficie de cerámica y a la velocidad de 50 m/min.

En el segundo caso, se obtuvieron hilos con un 1, 1,45 y 1,70% s.p.f. del producto denominado B, que junto con el hilo original y el de fibrana comercial con ensimaje fueron ensayados en las mismas condiciones que el caso anterior.

3.7. Hilos de algodón y sus mezclas

En el sector de fibras cortas escogimos hilos de algodón 100% e hilos de mezcla con poliéster.

Dentro de los hilos de algodón peinado hicimos la clasificación de estos, teniendo en cuenta:

- Producto de ensimaje empleado
- Variación de la concentración del producto

En un primer grupo, se obtuvieron hilos crudos, descrudados y con una concentración de 1,2 y 3% s.p.f. para cada uno de los productos que denominamos del AL-1 al AL-5.

Tanto para los hilos tratados con uno u otro producto las superficies de rozamiento que empleamos fueron las mismas, acero inoxidable, cerámica y aluminio. La velocidad de ensayo fue de 200 m/min.

En los hilos de mezcla con poliéster, considerando que el coeficiente de torsión influye significativamente sobre las características friccionales de los hilos, para comprobarlo hemos hecho la clasificación siguiente:

- Según el nivel de torsión

Cada tipo de hilo se obtuvo para tres niveles de torsión, 400, 600 y 800 v/m aproximadamente.

Además, de esta clasificación general para todos los hilos de mezcla ensayados hemos realizado las siguientes distinciones entre ellos:

- Variación en el porcentaje de la mezcla.
- Variación del proceso de hilatura.

Para ello, se obtuvieron hilos de algodón/poliéster peinados en los que se variaron las proporciones de las mezclas siendo estas, 67/33, 50/50 y 40/60, cada uno de ellos con las tres torsiones especificadas anteriormente.

Otro grupo de estos hilos, se obtuvo manteniendo la proporción de mezcla 67/33, pero fueron hilados por distintos sistemas, consiguiéndose así hilos de:

- Poliéster/algodón peinado mercerizado.
- Poliéster/algodón peinado.
- Poliéster/algodón cardado.

Los ensayos fueron realizados sobre una superficie de cerámica y a la velocidad de 100 m/min.

3.8. Hilos de lana y sus mezclas

Los hilos de lana obtenidos se clasificaron, según su proceso de hilatura en:

- Hilos de lana cardada.
- Hilos de estambre.

Las superficies de rozamiento utilizadas fueron el vidrio, acero inoxidable, aluminio y cerámica. Las velocidades empleadas fueron 50, 100, 150, 200, 250 y 300 m/min.

Dentro de este grupo de hilos de lana, también tenemos los de sus mezclas con poliéster en la proporción 67/33, que fueron ensayados en las mismas condiciones que los anteriores.

3.9. Hilos de lino

En el sector de las fibras vegetales, se consideró el lino como la de mayor aplicación, escogiendo dos tipos de este en función de las operaciones de acabado.

- Lino crudo
- Lino blanqueado

Las superficies de rozamiento escogidas para este estudio fueron, acero inoxidable, cerámica y aluminio, realizándose a una velocidad de 50 m/min.

3.10. Hilos de seda

Las pruebas fueron realizadas para hilos de seda natural y seda artificial. Los ensayos se realizaron en ambos casos con superficies de aluminio, acero inoxidable y vidrio a las velocidades de 50, 100 y 150 m/min.

3.11. Relación de los hilos estudiados

Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición	Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición
1	—	HB-1	Acrílica 100%	51	Vapor	HB-5	Acrílica 100%
2	—	HB-1	Acrílica 100%	52	Vapor	HB-6	Acrílica 100%
3	—	HB-1	Acrílica 100%	53	Vapor	HB-6	Acrílica 100%
4	—	HB-1	Acrílica 100%	54	Vapor	HB-6	Acrílica 100%
5	Vapor	HB-1	Acrílica 100%	55	Vapor	HB-7	Acrílica 100%
6	Vapor	HB-1	Acrílica 100%	56	Vapor	HB-7	Acrílica 100%
7	Vapor	HB-1	Acrílica 100%	57	Vapor	HB-7	Acrílica 100%
8	Vapor	HB-1	Acrílica 100%	58	Vapor	HB-8	Acrílica 100%
9	—	HB-2	Acrílica 100%	59	Vapor	HB-8	Acrílica 100%
10	—	HB-2	Acrílica 100%	60	Vapor	HB-8	Acrílica 100%
11	—	HB-2	Acrílica 100%	61	Vapor	HB-9	Acrílica 100%
12	—	HB-2	Acrílica 100%	62	Vapor	HB-9	Acrílica 100%
13	Vapor	HB-2	Acrílica 100%	63	Vapor	HB-9	Acrílica 100%
14	Vapor	HB-2	Acrílica 100%	64	—	—	Acrílica 100%
15	Vapor	HB-2	Acrílica 100%	65	Crudo	—	35% R + 65% N
16	Vapor	HB-2	Acrílica 100%	66	Crudo	—	45% R + 55% N
17	—	HB-3	Acrílica 100%	67	Crudo	—	55% R + 45% N
18	—	HB-3	Acrílica 100%	68	Crudo	—	80% R + 20% N
19	—	HB-3	Acrílica 100%	69	Crudo	—	100% N
20	—	HB-3	Acrílica 100%	70	Aire cal.	—	35% R + 65% N
21	Vapor	HB-3	Acrílica 100%	71	Aire cal.	—	45% R + 55% N
22	Vapor	HB-3	Acrílica 100%	72	Aire cal.	—	55% R + 45% N
23	Vapor	HB-3	Acrílica 100%	73	Aire cal.	—	80% R + 20% N
24	Vapor	HB-3	Acrílica 100%	74	Aire cal.	—	100% N
				75	Vapor	—	35% R + 65% N
Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición	Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición
25	—	HB-4	Acrílica 100%	76	Vapor	—	45% R + 55% N
26	—	HB-4	Acrílica 100%	77	Vapor	—	55% R + 45% N
27	—	HB-4	Acrílica 100%	78	Vapor	—	80% R + 20% N
28	—	HB-4	Acrílica 100%	79	Vapor	—	10% N
29	Vapor	HB-4	Acrílica 100%	80	Crudo	—	45% R + 55% N
30	Vapor	HB-4	Acrílica 100%	81	Crudo	—	100% R
31	Vapor	HB-4	Acrílica 100%	82	Crudo	—	100% N
32	Vapor	HB-4	Acrílica 100%	83	Aire cal.	—	45% + 55% N
33	Vapor	HB-5	Acrílica 100%	84	Aire cal.	—	100% R
34	Vapor	HB-5	Acrílica 100%	85	Aire cal.	—	100% N
35	Vapor	HB-5	Acrílica 100%	86	Vapor	—	45% R + 55% N
36	Vapor	HB-6	Acrílica 100%	87	Vapor	—	100% R
37	Vapor	HB-6	Acrílica 100%	88	Vapor	—	100% N
38	Vapor	HB-6	Acrílica 100%	89	—	—	Poliéster
39	Vapor	HB-7	Acrílica 100%	90	—	—	Poliéster
40	Vapor	HB-7	Acrílica 100%	91	—	—	Poliéster
41	Vapor	HB-7	Acrílica 100%	92	—	—	Poliéster
42	Vapor	HB-8	Acrílica 100%	93	—	—	Poliéster
43	Vapor	HB-8	Acrílica 100%	94	Original	—	Fibrana
44	Vapor	HB-8	Acrílica 100%	95	—	A	Fibrana
45	Vapor	HB-9	Acrílica 100%	96	—	A	Fibrana
46	Vapor	HB-9	Acrílica 100%	97	—	A	Fibrana
47	Vapor	HB-9	Acrílica 100%	98	—	A	Fibrana
48	—	—	Acrílica 100%	99	—	—	Fibrana
49	Vapor	HB-5	Acrílica 100%	100	—	B	Fibrana
50	Vapor	HB-5	Acrílica 100%	101	—	B	Fibrana

Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición
102	—	B	Fibrana
103	—	—	Fibrana
104	Crudo	—	Algodón
105	Descrudado	—	Algodón
105	—	AL-1	Algodón
106	—	AL-1	Algodón
107	—	AL-1	Algodón
108	—	AL-2	Algodón
109	—	AL-2	Algodón
110	—	AL-2	Algodón
111	—	AL-3	Algodón
112	—	AL-3	Algodón
113	—	AL-3	Algodón
114	—	AL-4	Algodón
115	—	AL-4	Algodón
116	—	AL-4	Algodón
117	—	AL-5	Algodón
118	—	AL-5	Algodón
119	—	AL-5	Algodón
120	—	—	Algodón
121	—	—	Pes/Co
122	—	—	Pes/Co
123	—	—	Pes/Co
124	—	—	Pes/Co
125	—	—	Pes/Co
126	—	—	Pes/Co
127	—	—	Pes/Co

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Hilos de fibras acrílicas

El comportamiento friccional de estos hilos, fue estudiado bajo tres puntos de vista:

- Influencia del ensimaje
- Comportamiento de los hilos crudos
- Tipo de tratamiento para desarrollar el volumen

El comportamiento friccional del hilo crudo, debemos tenerlo en consideración ya que en algunas ocasiones se emplean estos hilos para elaborar tejidos - de calada y de punto - con el fin de conseguir ciertas características especiales al someter los tejidos a tratamiento térmico. Como consecuencia, se han considerado cuatro superficies de rozamiento como las más representativas para evaluar estas características.

Es práctica habitual, aplicar ensimaje a las fibras acrílicas durante el proceso de hilatura. La mayoría de estos ensimajes quedan eliminados durante el proceso térmico, cuando es por aire caliente se volatizan y cuando es por agua caliente quedan eliminados en aguas residuales. Basándonos en este criterio, el comportamiento friccional del hilo crudo lógicamente debe ser diferente con respecto al hilo H.B. El tratamiento térmico convierte la estructura superficial del hilo en más irregular, ofreciendo mayor superficie durante el rozamiento.

La Tabla 1, corresponde a los valores de coeficiente de fricción obtenidos sobre hilos sin vaporizar y tratados con distintas concentraciones del ensimaje HB-1. Los hilos fueron ensayados bajo dos diferentes velocidades 50 y 100 m/min.

Se observa, que tanto el hilo original como los hilos referenciados 1, 2, 3 y 4 ofrecen mayor rozamiento a la velocidad de 100 m/min. que cuando se ensayan a 50 m/min.

El valor del coeficiente de fricción del hilo original correspondiente a estas dos velocidades, es más elevado que para los hilos tratados con distintas concentraciones de producto.

También, podemos ver una tendencia muy marcada de la influencia de la concentración. A medida que aumenta la concentración disminuye el coeficiente de fricción (Fig. 1). Esto es cierto hasta llegar a una concentración del 1% s.p.f., a partir de esta concentración, el coeficiente de fricción tiende a aumentar. Este comportamiento se puede explicar considerando que, cuando se emplea exceso de ensimaje, al evaporarse la humedad el residuo se transforma en micropartículas, que actúan como abrasivas resultando de todo ello unos altos valores de coeficiente de fricción.

Estos valores en algunos casos llegan a superar el valor del hilo original.

Los valores indicados en la tabla 2, corresponden a los mismos hilos, vaporizados a una temperatura de 100° C durante 30 minutos, manteniéndose la

Ref. hilo	Tipo de relajación	Producto	Composición
128	—	—	Pes/Co
129	—	—	Pes/Co
130	—	—	Pes/Co
131	—	—	Pes/Co
132	—	—	Pes/Co
133	—	—	Pes/Co
134	—	—	Pes/Co
135	—	—	Pes/Co
136	—	—	Pes/Co
137	—	—	Pes/Co
138	—	—	Pes/Co
139	—	—	Lana cardada
140	—	—	Estambre
141	—	—	Pes/Wo
142	Crudo	—	Lino
143	Blanqueado	—	Lino
144	—	—	Seda
145	—	—	Seda

misma tendencia, a velocidades más altas mayores coeficientes de fricción (Fig. 2).

TABLA 1
Hilos sin vaporizar
Coeficiente de fricción: producto HB-1.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
Original	0,164	0,242
1 0,25% s.p.f.	0,148	0,221
2 0,5% s.p.f.	0,133	0,183
3 1,0% s.p.f.	0,129	0,158
4 1,5% s.p.f.	0,148	0,206

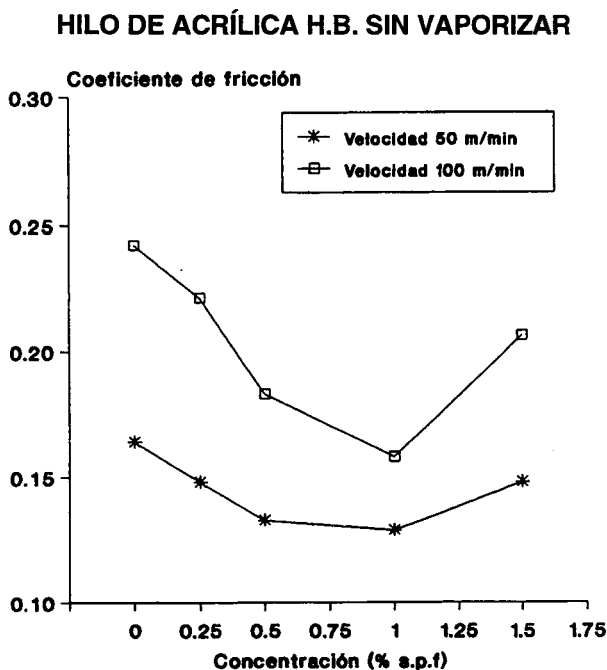


Fig. 1. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-1.

TABLA 2
Hilos vaporizados · Hilos voluminosos
Coeficiente de fricción: producto HB-1.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
Original	0,214	0,216
5 0,25% s.p.f.	0,158	0,177
6 0,5% s.p.f.	0,149	0,213
7 1,0% s.p.f.	0,167	0,213
8 1,5% s.p.f.	0,168	0,226

HILO DE ACRÍLICA H.B. VAPORIZAR

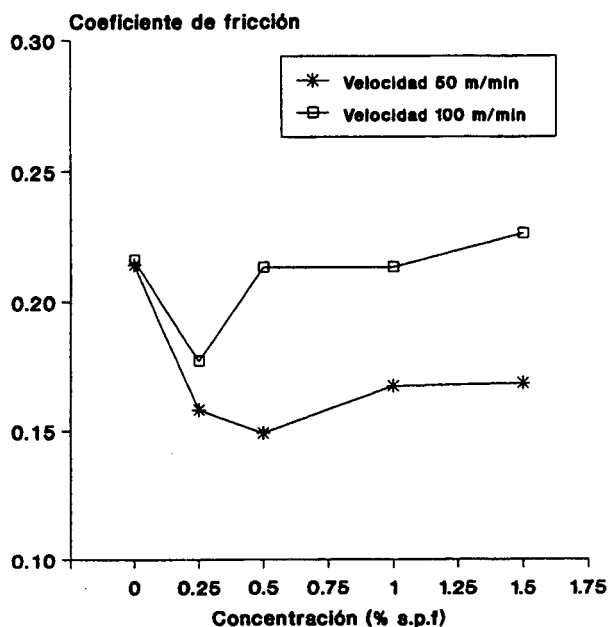


Fig. 2. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-1.

Comparando los valores de estos hilos voluminosos con los de los sin vaporizar, se puede decir que los hilos voluminosos son más abrasivos, es decir, ofrecen mayor resistencia al rozamiento.

Es muy importante que estos valores de coeficiente de fricción estén dentro de ciertos límites, sino, durante los procesos de tricotaje, las agujas de las máquinas circulares de punto, sufriran grandes desgastes. Por lo tanto, para controlar esta fricción es imprescindible la utilización de ensimajes adecuados.

La ventaja de someter estos hilos a tratamiento térmico, no es solamente conseguir un alto volumen sino también, de controlar eficientemente la concentración de este producto, es decir, en los hilos voluminosos el valor mínimo de coeficiente de fricción correspondiente a la concentración de 0,5% sobre peso fibra. Este análisis, nos sirve para fijar la concentración óptima en función del mínimo valor de coeficiente de fricción.

La Tabla 3 (Fig. 3) corresponde a valores de coeficiente de fricción de los hilos acrílicos, tratados con idénticas concentraciones como en el caso anterior, pero utilizando el producto HB-2. Comparando la eficiencia de este producto con el HB-1, manteniendo las demás condiciones constantes, se puede decir que los resultados obtenidos son mejores.

TABLA 3
Hilos sin vaporizar
Coeficiente de fricción: producto HB-2.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
Original	0,164	0,242
9 0,25% s.p.f.	0,152	0,230
10 0,5% s.p.f.	0,141	0,218
11 1,0% s.p.f.	0,132	0,162
12 1,5% s.p.f.	0,134	0,180

HILO DE ACRÍLICA H.B. SIN VAPORIZAR

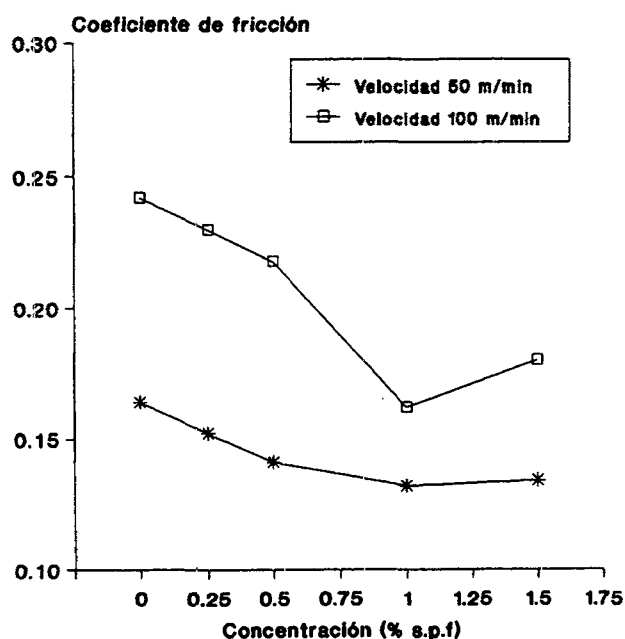


Fig. 3. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-2.

TABLA 4

Hilos sin vaporizar · Hilos voluminosos
Coeficiente de fricción: producto HB-2.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
Original	0,214	0,216
13 0,25% s.p.f.	0,157	0,178
14 0,5% s.p.f.	0,148	0,173
15 1,0% s.p.f.	0,148	0,173
16 1,5% s.p.f.	0,148	0,173

HILO DE ACRÍLICA H.B. VAPORIZADO

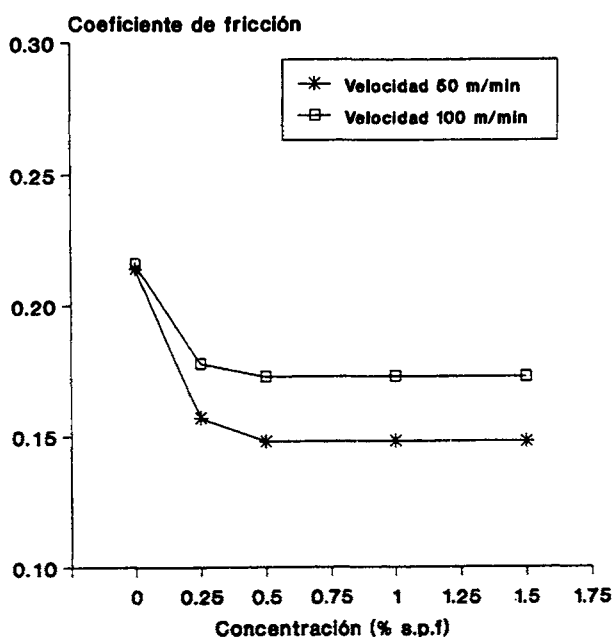


Fig. 4. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-2.

La influencia del producto HB-3 está reflejada en la Tabla 5 y Fig. 5. El comportamiento de este producto, con respecto a los productos HB-1 y 2 es totalmente distinto.

En las gamas de concentración ensayadas, se observa que el coeficiente de fricción sigue disminuyendo a medida que aumenta este porcentaje. Según los resultados podemos observar que para una concentración de 1% s.p.f. el coeficiente de fricción, es mínimo y sería necesario emplear concentraciones más elevadas para estudiar de qué modo influyen sobre el coeficiente de fricción. La razón por la cual no se han empleado concentraciones elevadas, es porque industrialmente no es habitual emplear concentraciones muy elevadas, ya que estos productos son muy caros.

Ignorando la composición química de este producto y comparando el valor del coeficiente de fricción correspondiente a la concentración del 1%, con los valores equivalentes de los productos HB-1 y 2, se observa que la eficiencia de producto HB-3 no es tan notable.

La Tabla 6 y Fig. 6 representan los valores del coeficiente de fricción de los hilos voluminosos. La tendencia de evolución del coeficiente de fricción es idéntica a la que se observa en los hilos sin vaporizar.

Otro producto comercial ensayado fue el HB-4, las concentraciones empleadas fueron las mismas que con los otros productos.

TABLA 5
Hilos sin vaporizar
Coeficiente de fricción: producto HB-3.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
17 0,15% s.p.f.	0,312	0,366
18 0,3% s.p.f.	0,287	0,313
19 0,6% s.p.f.	0,253	0,306
20 1,0% s.p.f.	0,212	0,273

HILO DE ACRÍLICA H.B. SIN VAPORIZAR

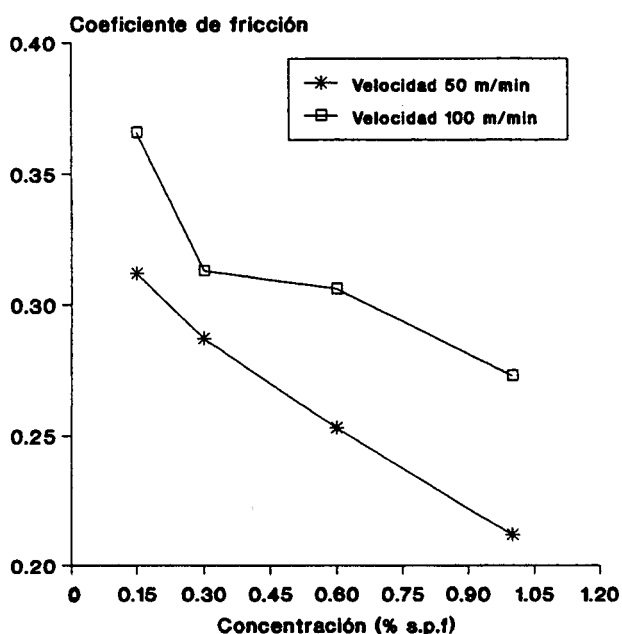


Fig. 5. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable. Producto: HB-3.

TABLA 5
Hilos sin vaporizar · Hilos voluminosos
Coeficiente de fricción: producto HB-3.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
21 0,15% s.p.f.	0,293	0,321
22 0,3% s.p.f.	0,246	0,293
23 0,6% s.p.f.	0,214	0,264
24 1,0% s.p.f.	0,155	0,173

HILO DE ACRÍLICA H.B. VAPORIZADO

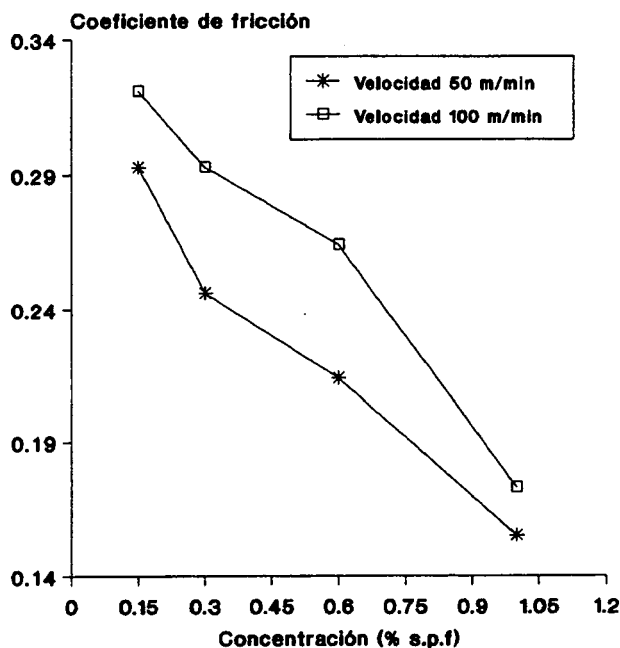


Fig. 6. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable. Producto: HB-3.

En el caso del hilo sin vaporizar (Tabla 7, Fig. 7), se observa que a medida que aumenta la concentración de producto, aumenta el coeficiente de fricción. Tanto para la velocidad de ensayo de 50 como de 100 m/min. Este comportamiento parece algo anómalo, ya que no se observa ninguna influencia positiva de este producto sobre el valor de coeficiente de fricción, y puede atribuirse a su composición química, cuyo dato no es accesible.

Comparando resultados de estos hilos con los vaporizados (Tabla 8, Fig. 8), es decir con el volumen desarrollado, puede apreciarse que la aplicación del producto en este caso, ha contribuido a la reducción de los valores de coeficiente de fricción. Sin embargo en lo referente a la concentración, refleja el mismo comportamiento que lo observado para los hilos sin vaporizar, a medida que aumenta la concentración, aumenta el coeficiente de fricción.

TABLA 7
Hilos sin vaporizar
Coeficiente de fricción: producto HB-4.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
25 0,2% s.p.f.	0,212	0,218
26 0,5% s.p.f.	0,226	0,296
27 0,7% s.p.f.	0,293	0,352
28 1,0% s.p.f.	0,388	0,428

HILO DE ACRÍLICA H.B. SIN VAPORIZAR

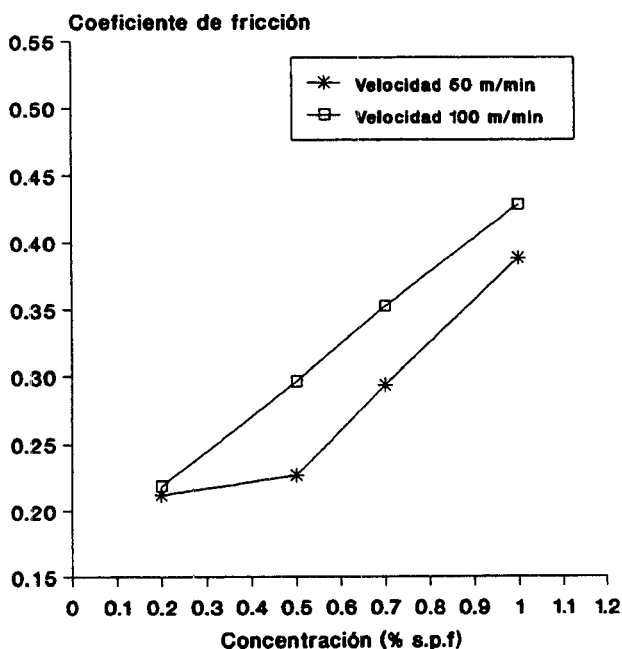


Fig. 7. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-4.

TABLA 8
Hilos vaporizados · Hilos voluminosos
Coeficiente de fricción: producto HB-4.
Superficie de rozamiento: acero inoxidable.

Muestra	Coeficiente de fricción	
	50 m/min.	100 m/min.
29 0,2% s.p.f.	0,183	0,213
30 0,5% s.p.f.	0,196	0,248
31 0,7% s.p.f.	0,273	0,287
32 1,0% s.p.f.	0,285	0,382

HILO DE ACRÍLICA H.B. VAPORIZADO

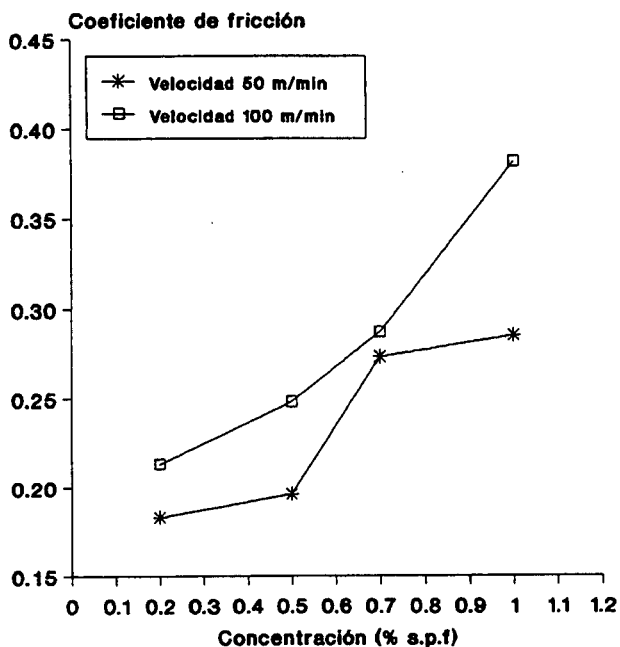


Fig. 8. Superficie de rozamiento: Acero inoxidable.
Producto: HB-4.

La eficiencia de estos cuatro productos ensayados, fue evaluada midiendo el coeficiente de fricción rozando contra una superficie de acero inoxidable. Se puede decir, que los productos comerciales disponibles deben ser seleccionados cuidadosamente en el sentido, de que resulten eficientes y económicos en su aplicación. Para llegar a tomar esta decisión, es imprescindible efectuar los ensayos de coeficiente de fricción, al menos a dos velocidades diferentes, tal y como se ha hecho en este estudio.

5. CONCLUSIONES

Hilos de fibras acrílicas

5.1. Los hilos en estado crudo ofrecen mayor resistencia al rozamiento debido a su estructura más compacta y por la poca superficie que está en contacto con el elemento friccional.

5.2. La influencia del ensimaje es muy significativa para todos los tipos de productos comerciales ensayados en estre trabajo.

5.3. A medida que aumenta la concentración disminuye el coeficiente de fricción, alcanzando el valor mínimo para la concentración del 1% s.p.f.

5.4. Concentraciones mayores producen efectos negativos ya que el exceso de producto, se transforma en micropolvo el cual contribuye al mayor rozamiento.

5.5. La velocidad de ensayo influye de modo que a medida que aumenta también aumenta el coeficiente de fricción.

5.6. El tipo de tratamiento térmico influye sobre el coeficiente de fricción.

5.7. Los hilos con el volumen desarrollado reaccionan distintamente en función de la concentración óptima es de 0,5% s.p.f. mientras que para los otros se necesita hasta 1,5% s.p.f.

5.8. Solamente un producto comercial de ensimaje ensayado no dió resultados concretos ya que la gama de concentración empleada parece que no era suficiente.

Hilos de fibras acrílicas con el volumen desarrollado

5.9. La incorporación del suavizante en el producto de ensimaje no siempre da resultados significativos, es decir, su eficiencia no ha sido reflejada muy significativamente en los valores de coeficiente de fricción obtenidos.

5.10. El producto suavizante tiende a abrir la estructura del hilo aportando un tacto más suave y agradable al hilo. Sin embargo esta estructura abierta ofrece mayor superficie de rozamiento resultando de ello altos valores de coeficiente de fricción.

Valores de coeficiente de fricción superiores a 0,3 pueden producir abrasiones sobre la superficie de las fibras.

5.11. La concentración más apropiada cuando se emplea el ensimaje con el suavizante incorporado es de 0,2 s.p.f.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Plansker, H.; Baker S. Tex. Res. Journal, 37, (1967).
2. Howell and Tabor. Friction in Textiles, London. Butterworths, (1959).
3. Menning. Deutsche Textiltechnik, nº 9, (1968).
4. Lord E. Journal Textile Institute, (1955).
5. Howell H. G. Journal Textile Institute, 44, (1953).
6. Abbott y Grosberg. Textile Research Journal, (1966).
7. Buckle y Pollitt. Journal Textile Institute, (1948).
8. Hansen and Tabor. Hidrodinamic factors in the friction of fibres and yarns. Text. Res. J., 27, (1957).
9. Olsen, J. S. Frictional behaviour or Textile yarns. Tex. Res. J., 39, (1969).
10. ASTM for Textile Texting, (1986).
11. Naik, A. Hilatura de filamentos y técnicas actuales, (1990).
12. F. López-Amo. Notas de Cátedra de Física-Textil, E.T.S.I.I.T., (1980).
13. Olofsson y Gralén. Textile Reserch Journal, 20, (1950).
14. F. López-Amo. Rheological behaviour of a fibrous vein during drafting. Melliand Textilberichte. nº 11, (1984).
15. Belin R. E. Journal Textile Institute 65, (1974).

Trabajo recibido en 1993-02-16.

Aceptado en 1993-02-26.

-Continuará-