

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRICCIONAL DE HILOS ACRÍLICOS Y SUS MEZCLAS CON LANA Y MOHAIR

A. Naik\*, N. Gómez\*\* y J. Torrecillas\*\*\*

### 0.1. Resumen

En este trabajo se presenta un estudio del comportamiento friccional de hilos acrílicos y de mezclas Acrílico/Lana y Acrílico/Mohair en función del número métrico de los hilos y de las condiciones de trabajo (material de rozamiento, ángulo de deslizamiento y velocidad de desplazamiento).

Se describe también el comportamiento friccional de hilos con acrílico H.B. frente a acrílico en mezclas con lana.

**Palabras clave:** Comportamiento friccional, hilos, acrílico, lana, mohair.

### 0.2. Summary: STUDY OF THE FRICTIONAL BEHAVIOUR OF ACRYLIC YARN AND ACRYLIC YARN MIXED WITH WOOL AND MOHAIR OF ACRYLIC YARN AND ACRYLIC YARN MIXED WITH WOOL AND MOHAIR

This work presents a study of the frictional behaviour of acrylic yarn and acrylic/wool and acrylic/mohair mixtures as a function of the metric number of the yarn and the working conditions (friction material, angle of slip and displacement velocity).

The frictional behaviour of yarn with HB acrylic compared with acrylic yarn mixed with wool is also described.

**Key words:** Frictional behaviour, yarn, acrylic, wool, mohair.

### 0.3. Résumé: ETUDE DU COMPORTEMENT FRICTIONNEL DES FILS ACRYLIQUES ET DE LEUR MÉLANGE AVEC LAINE ET MOHAIR

La présente étude s'intéresse au comportement friccionnel de fils acryliques et de mélanges Acryliques /Laine et Acryliques /Mohair en fonction du nombre métrique des fils et des conditions de travail (matériau de frottement, angle de glissement et vitesse de déplacement).

S'y trouve également décrit le comportement friccionnel de fils avec de l'acrylique H.B. face à de l'acrylique mélangé avec de la laine.

**Mots clé:** Comportement friccionnel, fils, acrylique. Laine, mohair.

## 1. INTRODUCCIÓN

La conversión de los hilos en prendas o tejidos requiere un procesado previo que permita su uso en las máquinas de tejer y telares. Durante los procesos previos y de formación del tejido aparecen diversos problemas de forma repetitiva. La fricción en el devanado y en un hilo tensado, el desgaste y la abrasión sufridos por el hilo y las guías, son comunes en todos estos procesos y tiene una gran importancia, pues determina la calidad del producto final. Para controlar la fricción tienen una gran importancia el uso de lubricantes y los acabados de los hilos<sup>1</sup>.

Es bien sabido, que la calidad de un jersey liso viene determinado por la longitud del hilo usado en cada malla de la prenda. Esto es válido para todas las estructuras de mallas, pero en prendas más complejas con mallas dobles, no es fácil determinar el tamaño de la malla, pues suele estar formado por otras mallas de diferentes tamaños. Sea cual sea la construcción, las características dimensionales vienen determinadas por la longitud del hilo en la malla. Variaciones en la tensión de entrada del hilo pueden alterar el tamaño de las mallas incrementando o disminuyendo la longitud de la malla, apareciendo en la prenda rayas que delatan los puntos de distinto tamaño, también se muestran irregularidades similares si el hilo presenta variaciones en la fricción aunque se mantenga constante la tensión de entrada, ya que la fricción afecta a la tensión soportada por los diferentes puntos de un mismo hilo y es la tensión la que determina la cantidad de hilo depositado alrededor

\* Dr. Ing. Arun Naik Kardile, Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Subdirector de la E.T.S.I.I.T. (U.P.C.). Jefe del Laboratorio de Parametría Física Textil del INTEXTER.

\*\* Dra. Nieves Gómez de Paula, Laboratorio de Parametría Textil, INTEXTER (U.P.C.)

\*\*\* J. Torrecillas, Ing. Industrial

de las agujas y por lo tanto la longitud del punto de las prendas tejidas. En la figura 1 se muestra un

sistema standard de tricotado (sistema de levas y geometría), que puede ilustrar este problema<sup>2)</sup>.

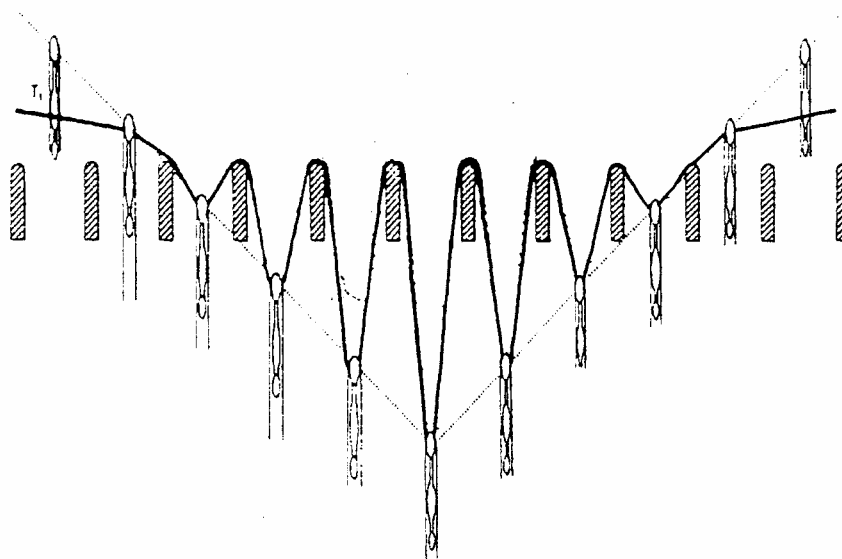


FIGURA 1: Sistema estándar de tricotado

Para obtener un tejido con un tamaño de punto uniforme el coeficiente de fricción del hilo debe ser uniforme y tener un valor en torno a 0.3. Un cambio brusco en la tensión puede producir la rotura del hilo y pequeñas variaciones de la tensión en cortos periodos de tiempo pueden producir puntos de distinto tamaño, apareciendo como defectos en la prenda.

Por otro lado si la fricción es elevada se incrementa la abrasión y el desgaste de las guías, éste fenómeno es muy importante sobre todo cuando se usan hilos compuestos por materias sintéticas. El método más empleado para reducir los efectos abrasivos de los hilos sobre las máquinas es la aplicación de lubricante. El lubricante ayuda a mantener el flujo constante de fibras a través de las distintas partes de las máquinas<sup>3, 4)</sup>. Es muy difícil medir directamente la tensión de un hilo en el proceso de tisaje, sin embargo existen equipos de laboratorio que nos permiten obtener el coeficiente de fricción de un hilo a partir de las tensiones de entrada y salida, haciendo deslizar el hilo sobre un eje.

## 2. OBJETIVO

Encontrar una pauta de comportamiento friccional de hilos acrílicos según su número métrico, así como el efecto obtenido al mezclar distintos tipos de fibras. Comprobar si el comportamiento friccional de una mezcla es mejor que el del hilo formado por un único componente, así como las proporciones que aportan menor coeficiente de fricción.

## 3. PARTE EXPERIMENTAL

Las bobinas de hilo empleadas en este estudio fueron acondicionadas en ambiente estándar ( $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $65\pm 5\%\text{h.r.}$ ) durante al menos 24 horas<sup>5)</sup>.

Se han empleado una serie de hilos de acrílico y acrílico H.B (high bulk) o mezcla del mismo con fibras de lana o Mohair, obtenidos todos ellos en continuas de anillo y siguiendo un proceso de hilatura de estambre.

En la Tabla 1 se muestra la composición y el número métrico de los diferentes hilos estudiados.

**TABLA 1**  
 Composición y número métrico de los diferentes hilos

Referencia	Composición	Número (Nm)
01	100% Acrílico	18
02	100% Acrílico	28
03	50% Acrílico/50% Lana	40
04	50% Acrílico/50% Lana	42
05	50% Acrílico/50% Lana	26
06	50% Acrílico/50% Lana	25
07	50% Acrílico H.B./50% Lana	26
08	50% Acrílico/50% Mohair Kid	22
09	50% Acrílico/30% Mohair Kid/20% Poliamida	18
10	50% Acrílico/50% Lana	24
11	50% Acrílico/50% Lana	22
12	100% Acrílico	13
13	39% Acrílico/38% Lana/23% Poliamida	07
14	60% Acrílico/25% Poliamida/15% Lana	22
15	34% Acrílico/66% Mohair Kid	03
16	35% Acrílico/65% Lana	08
17	50% Acrílico/50% Lana	07
18	50% Acrílico 50% Lana Merino	25
19	50% Acrílico H.B/50% Lana merino	28
20	100% Acrílico	32
21	50% Acrílico/30% Mohair Kid/ 20% Poliamida	22
22	50% Acrílico/50% Mohair Kid	25

Para la determinación de los coeficientes de fricción de los hilos se ha usado un F-meter R1183 de Rothschild junto con un enrollador R-1083. Los materiales de rozamiento empleados fueron acero y cerámica, los ángulos de contacto 90,135 y 180° y la velocidad de arrastre de los hilos fue de 20, 50 y 100m/min<sup>6)</sup>.

El coeficiente de fricción dinámico para el rozamiento del hilo con diferentes superficies<sup>1)</sup> se calcula mediante la fórmula de Eytelwein que hemos expresado como:

$$T_s/T_e = e^{\theta\mu}$$

donde:  $T_s$  es la tensión de salida del hilo (cN)

$T_e$  es la tensión de entrada del hilo (cN)

$\theta$  es el ángulo entre el hilo y el material de rozamiento (rad)

$\mu$  es el coeficiente de fricción entre el hilo y el material de rozamiento.

Para la determinación del coeficiente de fricción dinámico de hilos entrelazados<sup>1)</sup>, el procedimiento más empleado se basa en el rozamiento del hilo consigo mismo al tiempo que se bobina a una velocidad muy reducida. Para el cálculo de dicho coeficiente se usa la fórmula de Lindberg y Gralén:

$$\mu = (1/\pi n\beta) \ln T_s/T_e$$

Siendo:  $n$  el número de vueltas que el hilo describe sobre sí mismo, en nuestro caso 3

$\beta$  el ángulo de fricción (rad)

$T_s$  la tensión de salida del hilo (cN)

$T_e$  la tensión de entrada del hilo (cN)

En primer lugar se estudia el comportamiento friccional de los hilos de composición 100% acrílico en función del número métrico. Esta selección nos permite estudiar el efecto del material, el ángulo de rozamiento y la velocidad de avance del hilo

A continuación se estudia el comportamiento friccional de los hilos atendiendo a las distintas proporciones de acrílico frente a lana y mohair, se tiene en cuenta en este grupo; el coeficiente Torsión/Retorsión, el número medio de fibras por sección y la finura de las mismas.

Se realizó también un estudio sobre el efecto del uso de acrílico frente a acrílico H.B. (con el volumen desarrollado). Se ha considerado un intervalo de variación del número métrico mínimo, ya que de no ser así la influencia del número en el coeficiente de fricción podría llevarnos a conclusiones erróneas.

#### 4. RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los coeficientes de fricción obtenidos para hilos acrílicos 100% en función de su número métrico, para distintas superficies, posiciones y velocidades de rozamiento.

**TABLA 2**  
 Coeficiente de fricción de hilos acrílicos en función de su número métrico

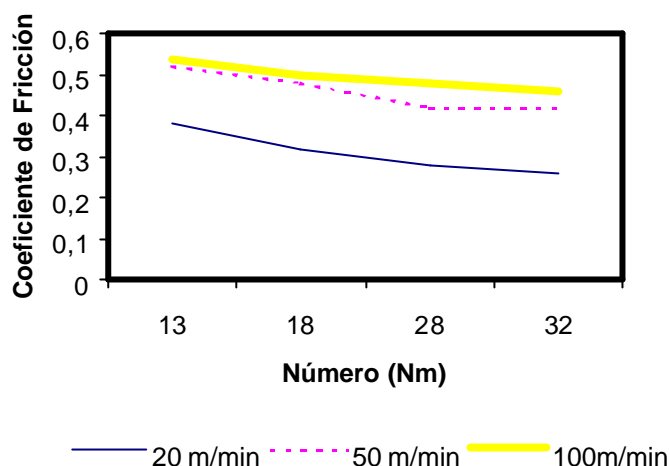
Material	Angulo	Velocidad (m/min)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN			
			Número Métrico (Nm)			
			13	18	28	32
Acero	135°	20	0.28	0.14	0.10	0.14
		50	0.40	0.24	0.26	0.26
		100	0.42	0.26	0.30	0.24
	180°	20	0.24	0.21	0.30	0.28
		50	0.34	0.36	0.32	0.30
		100	0.34	0.36	0.30	0.32
	90°	20	0.33	0.42	0.32	0.30
		50	0.64	0.42	0.44	0.42
		100	0.50	0.48	0.40	0.44
Cerámica	135°	20	0.40	0.16	0.16	0.22
		50	0.42	0.26	0.24	0.26
		100	0.40	0.30	0.28	0.28
	180°	20	0.30	0.38	0.32	0.30
		50	0.35	0.42	0.28	0.30
		100	0.38	0.37	0.30	0.30
	90°	20	0.38	0.32	0.28	0.26
		50	0.52	0.48	0.42	0.42
		100	0.54	0.50	0.48	0.46

Se aprecia un buen comportamiento del acrílico a velocidad baja, la mejor posición de rozamiento se da cuando el hilo roza sobre la superficie metálica formando un ángulo de 135°. En este caso aporta los valores de fricción más reducidos y confirma la tendencia a la reducción del coeficiente con el aumento del número métrico. En las posiciones de 135° y 180° el aumento de la velocidad de 50 a 100m/min no repercute en un incremento del coeficiente de fricción. En estas gráficas hemos estudiado hilos de composición 100% acrílico, el coeficiente de fricción no sigue el mismo comportamiento frente a la velocidad que el que suele darse en hilos de lana<sup>7)</sup>.

Cuando el material de rozamiento es cerámica el mejor coeficiente de fricción se obtiene para un ángulo de 135° y una velocidad de deslizamiento del hilo de 20m/min. El ángulo de rozamiento de 180° presenta el mismo comportamiento friccional para todas las

velocidades, concretamente el hilo de Nm 32 toma los mismos valores de coeficiente de fricción independientemente de la velocidad y del material utilizados. Se aprecia una reducción del coeficiente de fricción con el aumento del número métrico. El ángulo de 90° confirma esta tendencia, presentando además un comportamiento lineal tal como se observa en la figura 2. La posición de 90° es en general poco adecuada para los procesos textiles, sin embargo, tenemos que señalar que para estos hilos se observa un comportamiento muy regular que es sin duda debido a la homogeneidad de la fibra acrílica obtenida por extrusión. En el caso de hilos de lana, los coeficientes de fricción toman valores muy superiores y dispares según el número métrico<sup>7)</sup>.

En la Tabla 3 se muestran los coeficientes de fricción obtenidos para hilos con mezcla de fibras de acrílico y lana.



**FIGURA 2:** Efecto del número en el coeficiente de fricción de hilos 100% acrílicos. Material: cerámica. Ángulo de rozamiento: 90°.

**TABLA 3**  
Coeficientes de fricción para hilos con mezcla acrílico/lana

Material	Ángulo	Velocidad (m/min)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN				
			Proporción de Acrílico (%)				
			35	39	50	60	100
Acero	135°	20	0.26	0.20	0.21	0.20	0.16
		50	0.36	0.30	0.27	0.28	0.29
		100	0.42	0.32	0.30	0.30	0.31
	180°	20	0.36	0.26	0.29	0.20	0.27
		50	0.52	0.34	0.35	0.32	0.35
		100	0.38	0.34	0.35	0.36	0.36
	90°	20	0.50	0.42	0.34	0.26	0.42
		50	0.64	0.40	0.43	0.44	0.55
		100	0.60	0.50	0.51	0.42	0.53
Cerámica	135°	20	0.34	0.24	0.21	0.24	0.24
		50	0.36	0.26	0.28	0.26	0.30
		100	0.44	0.34	0.31	0.26	0.32
	180°	20	0.42	0.30	0.34	0.30	0.34
		50	0.44	0.40	0.36	0.32	0.35
		100	0.50	0.56	0.38	0.36	0.36
	90°	20	0.48	0.56	0.39	0.42	0.37
		50	0.72	0.60	0.46	0.44	0.53
		100	0.78	0.58	0.48	0.46	0.59

Para estudiar el efecto de la composición sobre el coeficiente de fricción consideraremos

únicamente los experimentos realizados con la menor de las velocidades estudiadas 20 m/min. Las

conclusiones serán aplicables a las demás velocidades, debido a la poca variación que experimenta el coeficiente de fricción con el aumento de la velocidad.

El mejor ángulo de rozamiento es el de 135°, en esta posición se aprecia una reducción del coeficiente de fricción con el aumento de la

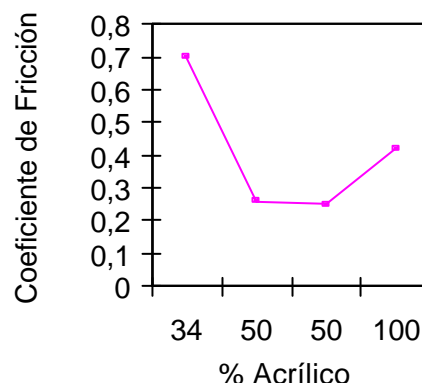
proporción de Acrílico. El ángulo de rozamiento de 90° sigue siendo poco adecuado. Estos resultados son válidos tanto para el acero como para la cerámica. En la Tabla 4 se muestran los valores de coeficiente de fricción para hilos formados por fibras de acrílico y mohair.

**TABLA 4**  
 Coeficientes de fricción para hilos con mezcla acrílico/mohair

Material	Angulo	Velocidad (m/min)	COEFICIENTE DE FRICCION		
			Proporción de Acrílico (%)		
			34	50	100
Acero	135°	20	0.22	0.20	0.16
		50	0.40	0.23	0.29
		100	0.42	0.26	0.31
	180°	20	0.42	0.29	0.27
		50	0.32	0.31	0.35
		100	0.42	0.33	0.36
	90°	20	0.70	0.26	0.42
		50	0.68	0.39	0.55
		100	0.74	0.50	0.53
Cerámica	135°	20	0.26	0.17	0.24
		50	0.40	0.22	0.30
		100	0.56	0.28	0.32
	180°	20	0.34	0.28	0.34
		50	0.38	0.31	0.35
		100	0.32	0.34	0.36
	90°	20	0.44	0.28	0.37
		50	0.66	0.39	0.53
		100	0.72	0.36	0.59

Comentaremos los resultados obtenidos a 20m/min. El coeficiente de fricción toma valores mínimos para el ángulo de rozamiento de 135° tanto si se utilizan ejes de acero como de cerámica. Se observa claramente que la composición que aporta menor fricción es la de 50% mohair y 50% Acrílico como queda reflejado en la figura 3. Esta diferencia apreciable respecto a los hilos de mezcla con lana se debe a la falta de escamas en el pelo de mohair que favorece la reducción del coeficiente de fricción. Queda claro que la composición mas adecuada para obtener un coeficiente de fricción mínimo es la de 50% Acrílico y 50% mohair y el mejor ángulo de rozamiento de 135°.

En la tabla 5 se muestran los coeficientes de fricción en función del coeficiente retorsión/torsión de los hilos, usando acero como material de rozamiento y un ángulo de 135°.



**FIGURA 3:** Efecto de la composición (Acri/Mo) en el coeficiente de fricción de un hilo. Material: Acero. Velocidad: 20 m/min. Ángulo de rozamiento: 90°.

**TABLA 5**  
Coeficiente de fricción de los hilos en función del coeficiente Torsión/Retorsión

			COEFICIENTE DE FRICCIÓN				
			Coeficiente Retorsión/torsión				
Material	Angulo	Velocidad (m/min)	0.48	0.51	0.51	0.52	0.85
Acero	135°	20	0.14	0.10	0.10	0.14	0.16
		50	0.26	0.26	0.18	0.26	0.28
		100	0.27	0.30	0.27	0.27	0.32

El coeficiente de fricción es mínimo para el valor del coeficiente de Retorsión/Torsión de 0.51 (Retorsión de 260 S vueltas/m y torsión de 510 Z vueltas/m). El coeficiente de fricción se podrá controlar, en procesos en bs que el hilo roce a velocidades no superiores a los 50m/min, modificando la retorsión y la torsión aplicada a los hilos. Para velocidades superiores a los 50m/min ni

la torsión ni la retorsión parecen afectar al coeficiente de fricción.

En la Tabla 6 se muestran los coeficientes de fricción de los hilos de 50% Acrílico y 50% Lana en función del número medio de fibras por sección, la velocidad de desplazamiento del hilo es de 20m/min, se ha elegido esta velocidad por ser la que aporta menor fricción en todos los ángulos de rozamiento.

**TABLA 6**  
Coeficiente de fricción de hilos Acrílico/lana 50/50 en función del número medio de fibras por sección

		COEFICIENTE DE FRICCIÓN					
		Número Medio de fibras de Acrílico/Lana					
Material	Angulo	40/19	42/22	64/41	67/31	69/39	238/95
Acero	135°	0.15	0.32	0.23	0.22	0.27	0.24
	180°	0.23	0.38	0.31	0.38	0.29	0.36
	90°	0.28	0.46	0.44	0.30	0.32	0.48
Cerámica	135°	0.19	0.18	0.20	0.26	0.21	0.30
	180°	0.34	0.26	0.35	0.28	0.39	0.36
	90°	0.31	0.50	0.39	0.44	0.44	0.60

Teniendo en cuenta que todas las fibras de acrílico utilizadas en la formación de los distintos hilos tienen la misma finura vemos que el número de fibras de acrílico no parece ser un factor que influya en el coeficiente de fricción, observamos que el hilo con 238 fibras de acrílico y 95 fibras de lana tiene un coeficiente de fricción del mismo orden que el hilo con 42 fibras de acrílico. Se observa un ligero incremento del coeficiente de fricción por el uso de ejes de cerámica frente a los de acero.

En la Tabla 7 se muestra el efecto en el coeficiente de fricción de hilos (50/50 acrílico/lana y 50/50 acrílico/lana merino) en los que se han usado fibras de acrílico o de acrílico H.B.

Se muestran sólo los resultados obtenidos para superficies de acero. El comportamiento con

cerámica es similar pero da valores de coeficiente de fricción algo más elevados.

Se observa que con ángulos de rozamiento de 180°, el incremento de la velocidad repercute mínimamente en el coeficiente de fricción, siendo la de 50m/min la que da valores menores. Es indiferente el uso de lana o lana merino si el otro componente es acrílico, pues los valores del coeficiente de fricción son similares. Sin embargo, si se utiliza acrílico H.B. es recomendable el uso de lana merina pues el comportamiento friccional se ve notablemente mejorado. Por el contrario el uso de lana y acrílico H.B. repercute en el coeficiente de fricción tomando éstos valores máximos para todas las velocidades estudiadas. Esta situación se repite para ángulos de 90°. Estas dos son las posiciones de rozamiento más

forzadas, lo que hace pensar que la superficie de contacto del hilo y el eje cilíndrico es mayor y también forzada. En estos casos la utilización de acrílico H.B. frente acrílico aporta una reducción del coeficiente de fricción debido a la mayor flexibilidad y elasticidad del hilo.

Con ángulos de 135° el coeficiente de fricción aumenta al aumentar la velocidad y podemos afirmar que el uso de acrílico o acrílico HB es indiferente en esta posición.

**TABLA 7**  
Efecto del uso de acrílico H.B. en el coeficiente de fricción de un hilo

			COEFICIENTE DE FRICCIÓN			
			50/50 Acrílico/Lana			
Material	Angulo	Velocidad (m/min)	Acrílico	Acril.HB	Acrílico	Acril.HB
Acero	135°	20	0.16	0.18	0.20	0.20
		50	0.26	0.24	0.26	0.22
		100	0.28	0.30	0.24	0.28
	180°	20	0.34	0.36	0.34	0.20
		50	0.36	0.38	0.36	0.14
		100	0.34	0.44	0.36	0.22
	90°	20	0.42	0.42	0.24	0.14
		50	0.30	0.54	0.48	0.32
		100	0.48	0.62	0.52	0.46

En la Tabla 8 se muestran los valores de fricción entre hilos, para hilos Acrílico/Lana y Acrílico/Mohair en función del número métrico. El

número de vueltas aplicado (n) fue 3 y la velocidad de deslizamiento de 2cm/min.

**TABLA 8**  
Coeficientes de fricción hilo-hilo.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN ENTRE HILOS							
Acrílico/Lana: Número métrico (Nm)							
7	8	22	24	25	26	40	42
0.07	0.08	0.08	0.075	0.07	0.055	0.07	0.058
Acrílico/Mohair: Número métrico (Nm)							
3	18	22	25				
0.06	0.05	0.055	0.05				

Para la composición Acrílico/Lana se distinguen dos comportamientos diferenciados: Cuando el número métrico está comprendido entre los 7 Nm y 25 Nm el coeficiente de fricción se encuentra en torno al valor 0.07. Si el número crece por encima de estos valores el coeficiente de fricción disminuye y toma valores del orden de 0.06. Para la composición Acrílico/Mohair el número métrico no es un factor que influya en el coeficiente de fricción para el rozamiento hilo con hilo.

## 5. CONCLUSIONES

**5.1.** Para los hilos de composición 100% acrílico observamos que fuertes aumentos de la velocidad repercuten de forma mínima en el coeficiente de fricción, que tampoco se ve afectado de forma sustancial por el uso de un material u otro. El ángulo de rozamiento mas adecuado para

todas las velocidades estudiadas es el de 135°. Se puede concluir también que el coeficiente de fricción aumenta al aumentar el número métrico.

**5.2.** Para los hilos formados por distintas proporciones de acrílico combinado con lana, se observa una disminución del coeficiente de fricción con el aumento de la proporción de fibra acrílica y no mejora cuando la lana es lana merino. Para hilos acrílico/mohair, el coeficiente de fricción toma valores mínimos para composiciones 50/50, aunque esta influencia deja de ser importante si el deslizamiento del hilo se realiza según un ángulo de 135°.

**5.3.** El coeficiente de fricción es mínimo cuando la relación entre retorsión y torsión es de 0.51 lo que implica que el coeficiente de fricción podrá ser controlado en los procesos que se realicen a velocidades inferiores a 50m/min con un buen ajuste de la torsión y retorsión aplicada al hilo.



**5.4.** El número medio de fibras de acrílico por sección en el hilo no afecta a su coeficiente de fricción.

**5.5.** El comportamiento friccional de un hilo mejora notablemente cuando se emplea una composición 50/50 Acrílico H.B./Lana merino sobre todo para las posiciones de 90° y 180°.

**5.6.** Para hilos entrelazados el coeficiente de fricción tiene dos comportamientos diferenciados en el estudio de hilos con proporción de lana y acrílico, cuando el número métrico está comprendido entre 7 Nm y 25 Nm el coeficiente se distribuye según una recta situada en torno a 0.07, si el número métrico es superior el coeficiente de fricción se reduce y toma valores en torno a 0.06. Para los hilos de composición acrílico/mohair estudiados, el coeficiente de fricción no varía con el número métrico.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Howell, Mieszkis and Tabor, "Friction in Textiles". Butterworths, London, (1959).
2. C.Reichman, "Wool and Synthetic Knitwear Handbook". National Knitted Outerwear Association. New York, (1990).

3. L.Mauri, "Una aportación a la tecnología del ensimaje". Revista de la Industria Textil, 346, (1997).
4. L.Mauri, "Una aportación a la tecnología del ensimaje". Revista de la Industria Textil, 347, (1997).
5. A.S.T.M. for Textile Texting, (1986).
6. Rothschild. Manuales del aparato f-Meter.
7. A.Naik, N.Gómez, E.Valencia y J.Torrecillas, "Influencia de algunas características del hilo sobre su comportamiento friccional". Boletín INTEXTER, aceptado para publicar.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la CICYT su ayuda económica para la realización del presente trabajo dentro del proyecto PETRI con referencia 95-0333-OP.

Trabajo presentado en: 2000.04.24  
Aceptado en: 2000.05.25.