

El fijado de la lana*

por el Dr. E. G. CARTER

(Secretariado Internacional de la Lana)

El arte y destreza requeridos por el fabricante lanero y el confeccionista exigen continuamente el conocimiento práctico de las reacciones entre la lana y el agua.

Ello les permite transformar las fibras de lana ya de por sí rizadas en el cordero, dándoles las distintas configuraciones que deberán tener al convertirse en hilos retorcidos, después ondulados a causa del tisaje, y deformados de nuevo cuando la prenda se plancha, lo que le da una elegancia y una forma definitiva en sus tres dimensiones.

Los tratamientos clásicos para el fijado de la lana son muy numerosos, pero la estabilidad resultante es en extremo variable. El método menos estable es el secado simple, que se lleva a cabo por ejemplo sobre un rame, al objeto de conseguir el fijado deseado mediante la simple eliminación del agua, hasta un porcentaje de agua de un 11 ó 12%. Los teóricos llaman a este sistema «fijado por cohesión», el cual desaparece fácilmente si, por ejemplo, el tejido se moja con la lluvia o si se mantiene en una atmósfera húmeda.

El sistema de fijado por secado se practica en numerosos países, y se le considera aceptable, sin duda porque resulta fácil devolver a una prenda de lana su aspecto primitivo, planchándola ligeramente con un trapo húmedo.

Este planchado doméstico es de hecho, un ejemplo simple de toda una serie de procedimientos de fijado de estabilidad media, al que se llega manteniendo el tejido en la forma deseada mientras se le trata con agua o con vapor a temperatura elevada. Estos procedimientos de fijado comprenden: el decatizado en húmedo, vaporizado sin presión, fijado del hilo, prensado plano del tejido y el prensado de la prenda; la duración del tratamiento puede ser muy variable y tardar muchas horas si se hace con agua a ebullición, o bien algunos segundos si se trata solamente del planchado de una prenda.

Es cierto que, en la mayoría de los períodos más cortos de calentamiento, no se conseguirá el equilibrio de temperatura con vapor o con agua caliente; e incluso si se consiguen temperaturas elevadas, no se podrán mantener el tiempo suficiente para conseguir un fijado permanente. Esto se ha demostrado como se puede comprobar en la figura 1, relativa al fijado de las fibras aisladas.

En la búsqueda de métodos más eficaces para el fijado de los tejidos de lana, se prestó una atención preponderante, primeramente a la clase de fijado obtenido en la prensa de vapor del tipo Hoffman, ya que los problemas se presentan entonces bajo su aspecto más difícil. En efecto, las deformaciones sufridas por el

* Conferencia pronunciada en Abril de 1964, en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Sección Textil de Tarasa.

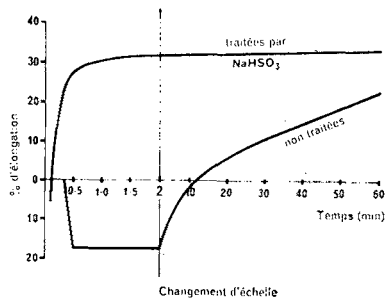


Fig. 1
Velocidad de lijado a 100° C de las fibras de lana no tratadas o tratadas con un agente reductor (Farnworth)

tejido son con frecuencia muy importantes: formación de arrugas o de pliegues, forma que se da a un tejido plano para obtener una prenda de forma tridimensional.

Además, los tiempos de vaporizado son muy breves y los tejidos se manipulan generalmente en seco. Así pues, aunque los nuevos métodos de fijado de la lana estén en relación con todos los procedimientos mencionados hasta ahora, será mejor estudiarlos primero en relación con la prensa-vapor, y seguir después refiriéndose a las demás operaciones de apresto de la lana.

Conviene aquí señalar, respecto al prensado de la prenda, que el vapor que acompaña generalmente las operaciones de prensado no supone que los tejidos se vuelvan mucho más húmedos de lo que estaban anteriormente y que entonces nos encontramos realmente frente a un «tratamiento húmedo». (De hecho, este caso es bastante raro y la figura siguiente muestra la situación normal cuando la prensa funciona a una presión de aproximadamente 3,5 kgs/cm²).

Aun cuando se interrumpa el prensado en el momento de la absorción máxima de agua, se llegará solamente a un 1,5 % de exceso de humedad y, en el

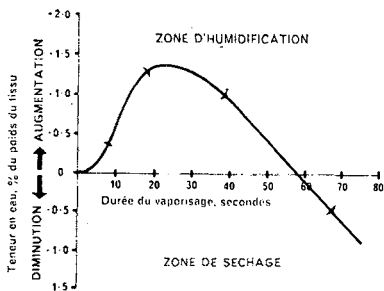


Fig. 2A
Curva típica mostrando el contenido de agua de un tejido, en función de la duración del vaporizado, incluyendo duraciones inferiores a 5 segundos

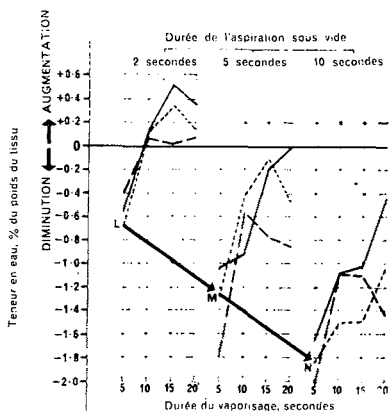


Fig 2B
Contenido de agua en función de la duración del vaporizado y de la aspiración bajo vacío

caso de un planchado prolongado, puede realizarse un verdadero secado. Pero si se sigue el procedimiento normal de una prensa; al término de la operación de la operación de fijado, el vapor de agua que queda en el tejido es aspirado bajo vacío, y en estas circunstancias, el efecto final del planchado es casi siempre el de ocasionar una disminución del contenido de agua de la prenda, que puede llegar hasta un 2 %. (Véase la figura 2).

Las condiciones desfavorables de fijado en las prensas para prendas ordinarias son pues evidentes. Esto explica el gran trabajo de investigación efectuado para hallar nuevos procedimientos químicos, capaces de dar mediante un planchado ordinario, un fijado más duradero a las prendas de lana pura. Para comprenderlo mejor, examinemos seguidamente la teoría del fijado de la fibra de lana.

TEORIAS DEL FIJADO DE LA LANA.

Desgraciadamente, la industria se ha beneficiado poco del trabajo de los teóricos sobre el fijado de la lana durante los últimos 30 años, y ello es posiblemente debido, en parte, a la ausencia de una teoría química universalmente aceptada para el fijado de la queratina.

Los trabajos de Speakman iniciados en 1936, postulan una rotura de los enlaces disulfuro seguida de una formación de nuevos enlaces de tipo covalente a partir de los grupos así liberados (figura 3). Aunque se han recogido por la es-

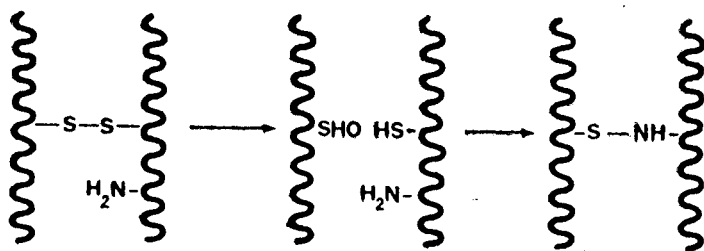


Fig. 3
Reacción que, según Speakman, tiene lugar en el fijado de la lana

cuela de Speakman numerosas pruebas indirectas en apoyo de esta teoría, se han obtenido igualmente un gran número de datos contradictorios; por otro lado, han fracasado los repetidos intentos para poner de manifiesto analíticamente el grupo $-S-NH-$, de modo que esta teoría no se mantiene en la actualidad.

La hipótesis principal, lanzada por los que han rechazado la teoría de Speakman, atribuye el fijado a la rotura y regeneración de los enlaces hidrógeno de fuerza variable, y este concepto explica algunos de los resultados experimentales que se oponen a la teoría del enlace $-S-NH-$, a saber, el relajamiento del fijado al vapor por soluciones concentradas de urea o de bromuro de litio.

Una opinión más reciente, mantenida especialmente por Zahn en Alemania, atribuye el fijado de la queratina a la rotura y regeneración de los enlaces covalentes.

En la práctica, disponemos de dos métodos alternativos. O bien se aplica el reactivo por pulverización un momento antes del prensado, o se emplea el procedimiento llamado «de presensibilización». En este caso, el tejido sufre durante el apresto un tratamiento preliminar que consiste en una aplicación de bisulfito o de SMEA, pero el fijado no se realiza hasta quizá varios meses después, cuando la prenda se vaporiza en el prensado.

En 1957 A. J. Farnworth propuso, en Australia, un nuevo procedimiento para dar un pliegue permanente a los pantalones; tratamiento reductor, con una solución de tioglicolato de amonio a un pH 5, aplicada antes del prensado. En tanto que Speakman creía que se obtenía el fijado por un enlace covalente derivado de los enlaces disulfuro rotos, Farnworth por su parte, reunió un buen número de pruebas experimentales, demostrando que su fijado procede de una rotura y de una regeneración de los puentes de hidrógeno; por ello sugirió que la función de las primeras roturas del enlace disulfuro era simplemente la de abrir la estructura de la queratina de cualquier forma y hacerla así más accesible a la rotura de los puentes de hidrógeno por el vapor (fig. 6).

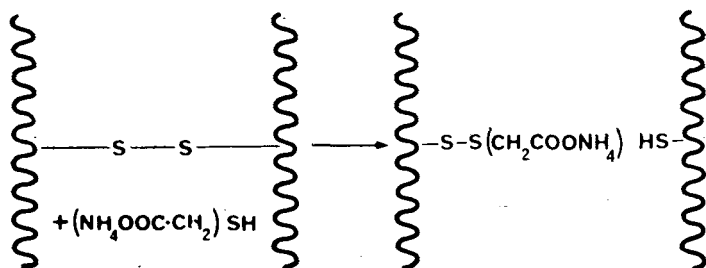


Fig 6
Formación de un sulfuro mixto en
el tratamiento SIROSET de la lana
mediante el tioglicolato amónico
(Springell)

Sin embargo, estas observaciones no son una confirmación de la teoría de los «puentes hidrógeno», ya que hemos de observar que todos los procedimientos eficaces del fijado de la queratina de los que se ha hablado hasta ahora, pueden en un momento determinado conducir a la formación de grupos tiol libres, pudiendo prestarse a un mecanismo de cambio de enlaces disulfuro, así como a la formación de lantionina.

En general, una pequeña cantidad de grupos tiol libres se encuentra también en las lanas no reducidas y es posible que ello juegue un papel importante en el fijado lento que se efectúa durante el procedimiento tradicional al vapor. De hecho, se puede asegurar que si no existiese esta pequeña proporción del grupo SH o bien si ésta se encontrase bloqueada, el fijado sería más difícil.

El vaporizado de la lana en los aparatos bajo presión y a temperatura superior a 100°C., es la base de diferentes procedimientos, muy eficaces, de plisado permanente de los tejidos de lana (ver Lindberg). Aquí, de nuevo, los grupos tiol en principio presentes, serían indispensables para aumentar la reacción de fijado por un mecanismo de cambio de los enlaces disulfuro pero parece además posible que en el caso de un largo vaporizado se liberen restos de hidrógeno sulfurado, permitiendo que la reacción continúe provocando una reducción adicional de los enlaces disulfuro.

La Escuela Australiana, insiste en el hecho de que los puentes de hidrógeno constituyen un punto esencial del fijado e interpreta de manera especial el efecto, que puede producir una temperatura más elevada en las fibras de lana fijadas. Así, Farnworth ha estudiado sistemáticamente la observación empírica según la cual el fijado realizado a cualquier temperatura, se relaja progresivamente a temperaturas de 10, 20 y 30° por encima de la temperatura del fijado (fig. 7). Las curvas obtenidas se prolongan regularmente por encima del punto de ebullición.

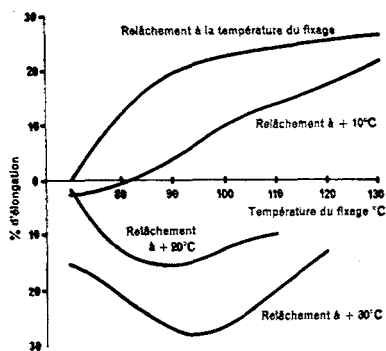


Fig. 7
Relajación del fijado a 10-20-30° C por encima de la temperatura de fijado (Farnworth)

Este comportamiento deja entrever la posibilidad de enlaces transversales polares en el interior de la fibra de lana. Estos enlaces se asocian a niveles de energía muy variables, y para cada uno de estos niveles se necesita un cierto margen de energía térmica suplementaria, correspondiente a una elevación de temperatura de alrededor de 20°, para provocar la rotura.

Como resumen de lo expuesto sobre el mecanismo del fijado de la lana, podemos decir que existen pruebas experimentales en favor de la explicación de los procedimientos de fijado por la existencia de diferentes tipos de enlaces, los cuales, por otra parte, se han encontrado ya en otros sistemas proteínicos: enlace hidrógeno, enlaces disulfuro en equilibrio entre sí, enlace covalentes como en la lantionina, y otros enlaces a los que la falta de tiempo me impide referirme ahora. Me temo que en el pasado algunos partidarios de uno u otro mecanismo para el fijado de la lana, expresarían su preferencia personal como la única posible, con exclusión de cualquier otra. Pero ahora que estas viejas polémicas casi se han olvidado, creo que cada uno de nosotros debe admitir, 1.º, que los diferentes mecanismos particulares no son necesariamente compatibles unos con otros, 2.º, que probablemente en ciertas formas de fijado, predominan los enlaces covalentes, mientras que en otras, son los enlaces hidrógeno, 3.º, que en la mayoría de fijados, sin duda estos diferentes tipos de enlaces se refuerzan mutuamente. Es, por ejemplo, muy probable que algunos enlaces covalentes iniciales constituyan centros de cristalización que puedan ser inmediatamente reforzados, y posiblemente protegidos por enlaces adicionales de hidrógeno.

En el estado actual de las investigaciones sobre el fijado de la lana, cuando aun nuestros conocimientos están muy lejos de la meta propuesta, deberíamos quizá considerar también nuestras teorías, no como revelaciones sacrosantas sobre el mecanismo de este fijado, sino como hipótesis de trabajo susceptibles de sugerir nuevas experiencias a emprender según la urgencia de cada caso. Algunas de las nociones discutidas anteriormente han sido ya probadas.

Por ejemplo, si deseamos efectuar un fijado tan rápidamente como sea posible, y si la rotura de los enlaces hidrógeno es un fenómeno importante, resultará que tendremos que añadir un agente como la urea que facilite dicha rotura; la figura 8 presenta algunos de los resultados que ha obtenido M^{me}. Cednäs en Suecia,

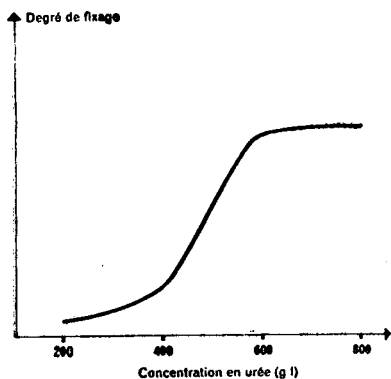


Fig. 8
Velocidad de fijado en solución de Na H SO₃, 20 % + urea (Cednäs)

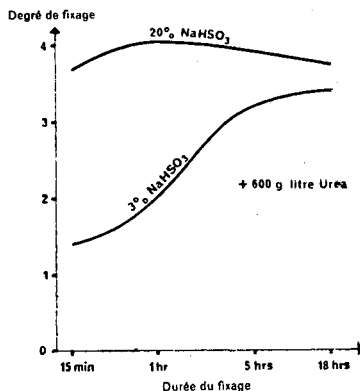


Fig. 9
Velocidad de fijado en solución de Na H SO₃, 20 % + urea 600 q/l a temperatura ambiente (Cednäs)

y muestran cómo se obtiene el efecto buscado, pero solamente para concentraciones muy elevadas de urea. Por ejemplo, si se utiliza 600 g/l. de urea y se eleva igualmente la concentración de bisulfito, se puede obtener un fijado en 15 minutos y en frío (figura 9), y lo que es más importante, no hay ningún peligro de estropear el tejido aun cuando el tratamiento sea prolongado. Procedimiento tal está ya en plena producción industrial en Suecia. Puesto que el equipo que se utiliza es muy simple, parece que el procedimiento sigue siendo bastante económico, a pesar de las elevadas concentraciones de reactivo. Parece también que a estas bajas temperaturas se puede obtener un buen fijado liso sin tener que aplicar una fuerte tensión mecánica al tejido. Los mismos principios pueden aplicarse para el fijado rápido a alta temperatura y puede obtenerse un resultado realmente permanente en menos de 5 segundos, a 80°C. Sin embargo, existe entonces un riesgo importante de deterioro del tejido si se sobrepasase la duración mínima del fijado (fig. 10).

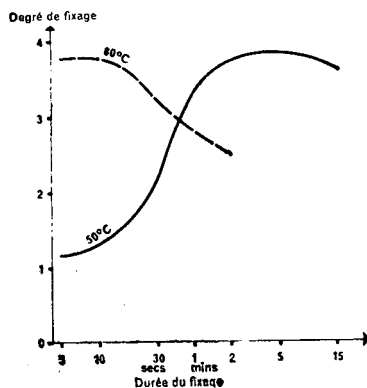


Fig. 10
Velocidad de fijado en una solución de Na H SO₃, 20 % + urea 600 q/l a temperatura elevada (Cednäs)

Por lo expuesto, puede comprenderse que la intensa actividad últimamente desplegada por los químicos para desarrollar nuevos procedimientos de fijado químico, no ha sido infructuosa; y que disponemos de métodos de aplicación comercialmente satisfactorios. Pero todavía no son perfectos, y nos gustaría mucho, por ejemplo, poder fijar las prendas de lana en un tiempo cualquiera, pero mejor si pudiera ser en algunos segundos en vez de algunos minutos, sin necesidad de añadir humedad durante el planchado. Espero y confío que sea el momento actual el principio de un período de amplias posibilidades de descubrimientos en lo que concierne al fijado de la lana y que al cabo de uno o dos años, los progresos experimentados permitirán incluso sobrepasar lo ahora imaginable.

APLICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FIJADO DE LA LANA.

Ustedes se preguntarán quizá la causa por la que buscamos técnicas de fijado tan rápidas para la lana. Se debe a las posibilidades excepcionales que se dejan entrever en el terreno de los aprestos así como a las realizaciones ya efectuadas en la práctica.

Si bien se ha despertado un gran interés por el planchado de los pantalones, un interés mayor aún se ha manifestado por el fijado como nueva posibilidad ofrecida al aprestador. Por ejemplo, parece que más del 90% de los trajes de caballero de lana pura fabricados en Suecia, son corrientemente fijados lisos (fixage à plat) con ayuda de agentes reductores, así como que considerables cantidades de tejidos de lana de otro género son por primera vez deslustrados por estos nuevos procedimientos químicos. Debemos examinar un momento el por qué se manifiesta un creciente interés por el fijado liso (fixage à plat).

Estudios recientes han servido para demostrar que el fijado liso (fixage à plat) de los tejidos de lana por procedimientos químicos les confiere un elevado grado de inarrugabilidad en estado húmedo, lo que permite el secado sin planchado. Por ejemplo, hay camisas de lana así tratadas que se encuentran a la venta y cuyo uso dá buen resultado. Pero ésto no es evidentemente una razón para aplicar sistemáticamente el tratamiento a las prendas de caballero que, en general, no se lava. Si este tratamiento ha sido adoptado con entusiasmo es más bien por el hecho de conferir un tacto mucho más suave al tejido, lo que le hace mucho más manejable durante la confección de la prenda.

Esta última propiedad ha sorprendido algo a los químicos, quienes quizá hayan pensado que el tejido fijado liso (fixage à plat) ofrecería más resistencia a la forma que se le impone, que en las condiciones bastante suaves de la plancha a vapor. Pero en realidad, parece que la forma dada, por ejemplo, durante la confección de un hombro, se debe menos al resultado de un estiramiento de la fibra que a

TRAITEMENT	DEFROISSABILITE (%)		ANGLE de DISTORSION (degrés)		% changement des dimensions selon humidité
	sec	mouillé	sec	mouillé	
Eau à 20 C	77,4	51,6	10,2	1,7	0,9
0,5 % NaHSO_3 , 10 min à 100 C	70,0	64,5	19,0	10,4	6,2

Fig. 11
Propiedades de los tejidos no
tratados y fijados (en liso)

una distorsión del tejido, durante la cual los hilos resbalan uno sobre otro. Esta cualidad se puede medir por el ángulo de distorsión del tejido sometido a un determinado esfuerzo. El hecho de que este ángulo se modifique mucho durante el tratamiento químico de fijado liso (fixage à plat), está demostrado por la figura 11. De hecho, estudiando la ondulación de los hilos en un tejido antes y después del fijado, puede demostrarse que el efecto de este tratamiento es el de reducir la presión entre los hilos en su intersección. Parece que es esta reducción de la presión y el aumento de la facilidad de deslizamiento resultante lo que aumenta la formabilidad del tejido y su aparente suavidad al tacto. Tampoco es sorprendente que esta reducción de la presión entre hilos permita obtener una mejor caída de la tela y, en ciertos casos, se consigue también un aumento de resistencia al arrugado.

Podemos decir, pues, que el gran interés que muestran los aprestadores europeos hacia los métodos de fijado liso (fixage à plat), se debe a que estos métodos mejoran aún más las excelentes cualidades de formabilidad, de tacto y de caída que presenta la lana. Pero algunos aprestadores desean igualmente dar a ciertos tipos de tejidos de lana, cualidades que no son típicas de esta fibra. De esta forma tenemos que, en ciertos mercados existe demanda de tejidos más brillantes que los que se producen normalmente en la industria lanera, o al menos que aquellos cuyo brillo tenue y discreto obtenido por el prensado final de los tejidos peinados, sin ser aumentado, se le hace lo suficientemente duradero para resistir a los ulteriores tratamientos de deslustre y confección.

La regulación de la tensión del «doublie» durante los diferentes tipos de deslustrado químico que acabamos de discutir, permite obtener con facilidad este apresto permanente. Pero si deseamos un brillo superior al obtenido por la simple tensión del «doublie», podemos recurrir a procedimientos de calandrado en caliente, con impregnación previa del tejido en reactivos como la mezcla bisulfito-etilenoglicol. De esta manera podemos obtener un efecto de brillo en todos los tejidos de lana de estructura apropiada. Es, en realidad, para aplicaciones de este género por lo que esperamos de nuestros investigadores la puesta a punto de reacciones de fijado aún más rápidas que permitirán aumentar la rapidez de calandrado.

Otra clase de apresto que presenta problemas bastante similares es aquel que concierne al fijado de la superficie de ciertos tejidos para abrigos de señora. Como Vdes. saben, existen muchos tipos de máquinas rápidas de cilindros estriados, capaces de estirar y de lustrar el pelo de estos tejidos, pero la configuración de las fibras así obtenidas no puede mantenerse más que con un fijado de cohesión y desaparece rápidamente en el momento del planchado a vapor de las prendas o de su exposición a la lluvia.

Desgraciadamente, estamos todavía lejos de disponer para la lana de un procedimiento de fijado lo bastante rápido para ser llevado a cabo durante la operación de formación del estado de la superficie de un tejido. Pero si hemos sensibilizado ya un tejido, con vistas a su fijado químico por incorporación de un agente reductor como el bisulfito, podemos obtener en la alisadora un fijado temporal bastante bueno de la superficie, y hacerlo luego permanente por medio de un semi-deslustrado ulterior. Gracias a este procedimiento se han podido lanzar al mercado europeo tejidos muy bonitos de pelos estirados.

Si bien disponemos de reactivos muy eficaces para el fijado de la lana, quedan aún numerosas posibilidades por desarrollar: por ejemplo; se pueden imprimir fácilmente figuras en relieve durante el deslustrado para dar a un tejido liso un relieve particular y, en general, se pueden mejorar los tejidos de estructura simple, con dibujos en relieve, sin ninguna relación con los procesos del tejido (fig. 12).

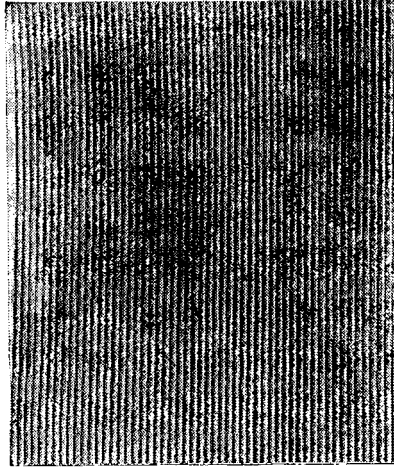


Fig. 12
Muestra de tejido gofrado durante
el aprestado

Desearía por último hacer una breve alusión al problema de los tejidos elásticos de lana pura, actualmente en pleno desarrollo. Debido a la mayor utilización de los pantalones de montaña y esquí, incluso por parte de quienes no han visto nunca de cerca una pista de nieve y también a causa de la actual moda de pantalones muy estrechos tanto para caballero como para señora, existe un considerable interés por la producción de tejidos de lana elásticos. Creo que todos Vdes., saben que se pueden obtener tomando un tejido de lana peinada, presensibilizada con bisulfito, aplicándole una tensión suficiente para estirar, por ejemplo la urdimbre, eliminando así toda la ondulación de los hilos en la dirección de la trama. Luego, el fijado al vapor dará al tejido una elasticidad reversible de un 15 a un 20 % en este sentido. Vdes. podrán pensar en otros trucos tecnológicos más complicados, como por ejemplo, la distorsión de hilos que ya hayan sido fijados después de una fuerte torsión inicial, etc. y esto se estudia actualmente como posible medio de obtener tejidos de lana elásticos en dos sentidos.

Señores, no he agotado ni mucho menos la lista de las posibles aplicaciones de las técnicas de fijado de la lana que se investigan en la actualidad, pero no creo tener que excusarme por haber consagrado la última parte de esta explicación a lo que Vdes. pueden considerar como una discusión puramente tecnológica, más que una muestra de los resultados obtenidos por la investigación científica fundamental. Creo, así pues, que la aplicación de nuevas ideas podrá conducir a una revolución en el apresto de los tejidos de lana y en la confección de prendas con estos tejidos.