



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

07954-S

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

**Serie "Desarrollo y transferencia de tecnología"**

**Núm. 4**

**MANUAL DE  
INSTRUMENTACION  
Y CONTROL  
DE CALIDAD  
EN LA  
INDUSTRIA TEXTIL**



**NACIONES UNIDAS**

**MANUAL DE INSTRUMENTACION Y CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA TEXTIL**

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL  
Viena

Serie "Desarrollo y transferencia de tecnología", núm. 4

**MANUAL DE INSTRUMENTACION  
Y CONTROL DE CALIDAD  
EN LA INDUSTRIA TEXTIL**



**NACIONES UNIDAS**  
Nueva York, 1978

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Las listas de instrumentos y proveedores que figuran en los anexos I y II no son exhaustivas.

El material que aparece en esta publicación se podrá citar o reproducir con entera libertad, siempre que se mencione su origen y se remita a las Naciones Unidas un ejemplar de la publicación en que figure la cita o la reproducción.

## Prefacio

A medida que aumenta la importancia de la industria textil en los países en desarrollo cobra también mayor significación el establecimiento de normas que puedan ser aceptadas en el mundo entero por los consumidores especialmente interesados en el aspecto de la calidad. Este manual tiene por objeto proporcionar los conocimientos necesarios para establecer tales normas. Con esa finalidad, trata a grandes rasgos de la medición y el control de las propiedades mecánicas y físicas de fibras, hilos y tejidos, y, con menor detalle, de sus propiedades químicas y fisicoquímicas. Se mencionan las diversas clases de equipo necesario clasificadas en amplias categorías.

El manual ha sido preparado por el Dr. R. Nield, del Departamento de Tecnología Textil del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester (Reino Unido). Las opiniones expresadas son las del consultor, y no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI.

### Notas explicativas

Salvo indicación en contrario, la palabra "dólares" o el símbolo (\$) se refieren a dólares de los Estados Unidos.

Además de las abreviaturas, símbolos y términos comunes, en el presente manual se han utilizado los siguientes:

VCC	velocidad constante de carga
VCV	velocidad constante de vaivén
VCE	velocidad constante de extensión
V	coeficiente de variación
SI	Sistema Internacional de Unidades

## INDICE

	<i>Página</i>
INTRODUCCION .....	1
<i>Capítulo</i>	
I. ASPECTOS GENERALES DE LOS ENSAYOS .....	3
II. ENSAYO DE TEXTILES .....	5
III. PROPIEDADES DE TRACCION DE LOS TEXTILES .....	8
IV. FIBRAS .....	10
Identificación .....	10
Propiedades de las fibras .....	11
V. HILADOS .....	15
VI. HILOS DE FILAMENTO .....	19
Ensayo de hilos de filamento .....	19
VII. TEJIDOS .....	20
Propiedades del tejido .....	20
VIII. ALFOMBRAS .....	23
Propiedades de las alfombras .....	23
IX. LABORATORIOS QUIMICOS .....	24
Laboratorio de química analítica .....	24
Laboratorio fisicoquímico .....	25
X. PLANTA PILOTO .....	26
Ensayo de materias primas .....	26
 <b>Anexos</b> 	
I. Instrumentos, equipo y proveedores .....	27
II. Proveedores de instrumentos .....	40
III. Magnitudes y unidades recomendadas para las mediciones en la industria textil .....	44
A. Magnitudes con dimensión .....	44
B. Magnitudes sin dimensión .....	46
IV. Organizaciones y empresas que publican normas textiles .....	46
 <b>Cuadros (Anexo I)</b> 	
1. Instrumentos para el control de procesos en fábricas .....	27
2. Instrumentos para laboratorios de ensayo de textiles .....	31
3. Planta piloto .....	39
4. Equipo de control de calidad instalado en la línea de producción .....	39
Bibliografía .....	48



# Introducción

Este manual tiene por objeto servir de guía en cuanto a propiedades textiles normalmente ensayadas, instrumentos y métodos empleados, proveedores de equipo y costo del mismo. Cuando las razones para efectuar un ensayo no son obvias se da una breve explicación, pero, por tratarse de un campo tan vasto, no se ha intentado describir en forma detallada ni los instrumentos ni los métodos de ensayo.

Cada vez resulta más necesario contar con un sistema eficaz de control de la calidad de la producción, pues la tendencia que se registra en la industria textil hacia secuencias de fabricación más cortas, mayor productividad y mayor grado de automatización va acompañada de la eliminación de muchas salvaguardias de la calidad, con lo que aumenta el riesgo de fabricar productos inaceptables.

Por ejemplo, uno de los problemas de calidad con que se enfrenta la industria textil es el de transformar en hilos y tejidos uniformes materias primas sumamente variables. La forma tradicional de resolver este problema consistía en mezclar o doblar repetidamente el material, sobre todo en las primeras fases de producción, a fin de eliminar variaciones y disminuir el efecto de cualesquiera imperfecciones presentes en la materia prima. Esto entrañaba toda una serie de procesos mecánicos, cada uno de los cuales, en sí ya imperfecto, daba lugar a nuevas variaciones e incluso a la necesidad de un mayor doblado. Un número muy grande de doblados daba resultados satisfactorios aun cuando las máquinas no estuvieran en las mejores condiciones. Sin embargo, en la actualidad se tiende a reducir el número de procesos, reduciéndose con ello los costos, cosa que supone una ventaja siempre que no vaya en detrimento de la calidad.

Se han conseguido considerables éxitos en la reducción del número de procesos, debido principalmente a un mejor diseño y construcción de las máquinas, a una mejor comprensión de la tecnología textil, y a un mejor control de calidad en las fases intermedias del proceso de producción. En las modernas hilanderías de algodón, el número de doblados se ha reducido de 1.728 a 36. Sin embargo, el escaso número de doblados que ahora se efectúa para subsanar variaciones hace mucho más probable que se note en el producto final cualquier defecto de funcionamiento de alguna máquina, revistiendo por ello la máxima importancia un eficaz control de calidad.

El reconocimiento de este hecho ha estimulado la labor de diseño y desarrollo de toda clase de instrumentos de ensayo, cuyo empleo permite a los compradores de productos textiles especificar con mayor precisión sus requisitos de calidad y comprobar si los productos recibidos responden a las especificaciones estipuladas. Esto, a su vez, ha hecho que todos los sectores de la industria textil tengan más conciencia de la importancia de la calidad.

Un buen departamento de control de calidad, equipado de instrumentos de precisión, con personal competente y con atmósfera controlada, es costoso de establecer y de hacer funcionar. No obstante, los beneficios que reporta un departamento de control de calidad debidamente dirigido compensan sobradamente los gastos que supone.

El contenido de este manual está organizado de la forma siguiente:

El capítulo I trata de algunos aspectos generales del ensayo de textiles, y en particular de los problemas originados por la presencia de humedad en las muestras. En él se señala la necesidad de controlar la atmósfera del laboratorio de ensayos, y de especificar con cuidado las condiciones en que se determinan la masa y el contenido de humedad de las muestras. Asimismo, se describen métodos para efectuar tales medidas y precondicionar muestras.

Los capítulos II y III tratan, respectivamente, del ensayo de textiles y de las propiedades de tracción de éstos.

Los capítulos IV-VII versan sobre las propiedades de las fibras, de los hilos y de los tejidos. En ellos se indican los principios de funcionamiento de instrumentos apropiados, pero sin entrar en detalles respecto de los métodos de medición. Si bien se atiende sobre todo a las propiedades mecánicas y físicas, también se tratan las propiedades químicas y fisicoquímicas.

Para facilitar la consulta, se han agrupado las propiedades con arreglo a las divisiones naturales de la industria (fibras, hilos y tejidos), pero se consideran en primer lugar algunas cuestiones de interés común para todos los laboratorios (condiciones atmosféricas, peso, propiedades de tracción, etc.).

El capítulo VIII se refiere a las propiedades de las alfombras y de los revestimientos textiles de suelos; y los capítulos IX y X tratan de las funciones de los laboratorios químicos y fisicoquímicos y de las plantas piloto.

En el anexo I puede verse una lista de los instrumentos que se precisan en fábricas y laboratorios textiles. En dicho anexo se detallan propie-

dades y ensayos, y se consignan instrumentos apropiados con indicación de la importancia que a cada uno de ellos se le asigna (imprescindible, recomendable o útil) y de la gama de precios (bajos, medios o elevados). El anexo II es una lista de proveedores.

En el anexo III figura una selección de las magnitudes y unidades recomendadas para la medición de propiedades de productos textiles.

Puede obtenerse de los proveedores información adicional sobre instrumentos, y en manuales editados por diversas organizaciones nacionales e internacionales (anexo IV) puede encontrarse toda suerte de

detalles sobre procedimientos y sobre las precauciones que han de adoptarse para obtener resultados fiables y reproducibles.

Ha sido necesario incurrir en algunas duplicaciones de orden informativo con objeto de que cada sección resulte completa para el lector con intereses especializados. Si bien se ha procurado que toda la información sea lo más fidedigna posible, tal vez no sea exhaustiva; se presentan disculpas de antemano por todo error u omisión en que haya podido incurrirse. Está previsto actualizar en futuras ediciones la información contenida en el presente manual.

# I. Aspectos generales de los ensayos

Las propiedades de los textiles se tratan bajo los epígrafes de fibras, hilos y tejidos, estando dedicado el presente capítulo a algunos términos de interés general.

## *Temperatura y humedad relativa de la atmósfera*

Las sustancias textiles son higroscópicas, y sus propiedades varían según su contenido de humedad. Cuando se introduce una sustancia textil en una atmósfera diferente, su temperatura y contenido de humedad cambian hasta alcanzar el equilibrio con ella. En todo laboratorio de ensayo de textiles, y en la mayor parte de los departamentos de producción, es, pues, esencial un eficaz control de la temperatura y de la humedad relativa. Es necesario comprobar con frecuencia las condiciones atmosféricas. Los patrones internacionalmente acordados son los siguientes:

<i>Atmósfera estándar</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Humedad relativa (%)</i>
Zona templada	20 ± 2	65 ± 2
Zona tropical	27 ± 2	65 ± 2

Los higrómetros basados en el principio del sicrómetro permiten calcular la humedad relativa mediante la comparación de las temperaturas registradas simultáneamente por un termómetro de depósito seco y otro de depósito mojado. Otros tipos de instrumentos se basan en la reacción de alguna sustancia, por ejemplo, el alargamiento de un cabello, a cambios de la humedad relativa.

Los sicrómetros ordinarios de termómetros seco y húmedo son inexactos a menos que se los coloque en una corriente de aire. Las condiciones locales pueden determinarse por medio del higrómetro de honda o del higrómetro aireado por ventilador, pudiendo registrarse la temperatura y la humedad relativa mediante un termohigrógrafo.

Es un error común colocar el instrumento en un lugar seguro alejado de la zona de trabajo, con lo cual, si bien no es probable que sufra desperfectos, puede registrar condiciones que tengan poco que ver con las que se desea conocer.

## *Masa de materiales textiles*

Como los materiales textiles son higroscópicos, las muestras utilizadas consisten en fibras secas y agua, y la cantidad de agua presente afecta a su masa.

Por ser la fibra más cara que el agua, las transacciones comerciales basadas en el peso pueden resultar muy onerosas si no se tiene debidamente en cuenta el contenido de agua. El problema puede resolverse secando bien todas las muestras antes de pesarlas. El peso de la masa secada en estufa se determina por uno de los métodos siguientes:

a) Se coloca una muestra en una estufa de aire caliente con balanza y precalentador incorporados, y se la seca en una corriente de aire caliente de circulación forzada. Se comprueba a intervalos el peso de la muestra, hasta que alcance un valor constante conocido como "masa secada en estufa".

b) Se hace pasar aire caliente a través de una muestra colocada en un recipiente especial;

c) Las muestras pequeñas pueden secarse mediante radiación infrarroja;

d) En una estufa química, se secan las muestras en botellas de vidrio de peso conocido;

e) Las muestras pequeñas se secan en un desecador que contiene una sustancia química higroscópica. Este método es muy lento, y sólo resulta adecuado para fines de investigación.

## *Tolerancia de humedad comercial o contenido de humedad*

Las sustancias textiles rara vez se utilizan en estado seco, por lo que, a efectos comerciales, el peso anhidro se aumenta en un porcentaje convenido (tasa legal de humedad) para conseguir la masa comercial correcta, también denominada peso acondicionado correcto.

La cantidad de humedad presente en una materia textil puede expresarse en términos de tolerancia de humedad comercial o de contenido de humedad.

$$\text{Tolerancia de humedad comercial (\%)} = \frac{(\text{agua presente}) \times 100}{(\text{peso anhidro})}$$

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(\text{agua presente}) \times 100}{(\text{peso húmedo})}$$

A continuación se indican cuatro métodos comúnmente utilizados para medir la tolerancia de humedad comercial:

a) La tolerancia de humedad comercial o el contenido de humedad se determinan pesando una

muestra antes y después del secado a masa constante o utilizando un instrumento sensible a la cantidad de agua presente;

b) En el higrómetro eléctrico, se extrae aire de la muestra y se hace pasar primero sobre un termistor hundido en ella, y luego sobre un par de termistores de bulbos seco y húmedo. La presión del vapor y la humedad relativa del aire, y por tanto la tolerancia de humedad comercial de la muestra, pueden calcularse por medio de tablas;

c) El contenido de humedad afecta a las conductividades eléctricas de las materias textiles. Si se mide la resistencia eléctrica entre dos electrodos hundidos en la muestra, la tolerancia de humedad comercial puede calcularse o leerse directamente en una escala debidamente calibrada;

d) En el método basado en la capacidad eléctrica, se mide la constante dieléctrica de una muestra de masa y forma conocidas y de ahí se deduce la tolerancia de humedad comercial.

La tolerancia legal de humedad varía con el tipo de fibra. A continuación se dan algunos ejemplos.

Fibra	Tolerancia legal de humedad (%)
Fibras acrílicas	2,0
Algodón	8,5
Nilón	6,25
Poliéster	1,5
Seda	11,0
Viscosa	13,0
Lana cardada	17,0
Lana peinada	18,25

En algunos casos, los valores varían con el estado del material, y a veces se aumentan en previsión de posibles adiciones, como lubricantes. Cuando el tiempo no permite un acondicionamiento previo, la tolerancia de humedad comercial de una muestra se mide en el momento de pesarla y se efectúa la oportuna corrección.

#### Preacondicionamiento de muestras

A fin de lograr que las determinaciones del peso y los ensayos de otro tipo sean comparables dentro de

un mismo laboratorio y entre laboratorios diferentes, se empieza por reducir a un nivel estándar el contenido de humedad de todas las muestras, para lo cual se las acondiciona durante varias horas en una atmósfera estándar, procediéndose después a su ensayo en condiciones atmosféricas también estándar. A causa de la histéresis, las muestras con exceso de humedad se secan primero al 10-20% de humedad relativa y a no más de 50°C, acondicionándose luego al  $65 \pm 2\%$  de humedad relativa y a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (o  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

Las muestras extraídas de un lugar acondicionado por completo pueden ensayarse inmediatamente. Sin embargo, no siempre es factible mantener departamentos de producción (por ejemplo, el cuarto de batanes) en una atmósfera estándar, debido a la gran cantidad de aire exhaustado, ni tampoco es siempre practicable esperar a que las muestras estén acondicionadas. En tales casos, o bien se determinan las condiciones reales del aire y se aplican las correcciones correspondientes a las desviaciones de los valores estándar, o se mide directamente el contenido de humedad del material y se hacen las correcciones que proceda. Las muestras pueden acondicionarse dejándolas en un local en el que la temperatura y la humedad relativa estén controladas, o bien colocándolas en una cámara de acondicionamiento, lo que resulta más rápido.

#### Instrumentos para pesar

Toda fábrica, centro textil o laboratorio de investigación requiere una serie de instrumentos para pesar. En principio, pueden utilizarse balanzas de suficiente capacidad y precisión. En la práctica, suelen emplearse balanzas de torsión para fibras, balanzas de laboratorio para hilos y tejidos, básculas para bobinas y conos, y máquinas de pesar para grandes cargas, como balas, napas, rollos de urdimbre, y la producción y residuos diarios. Algunas balanzas están ya calibradas en unidades textiles o en porcentajes, y otras están especialmente concebidas para ciertos ensayos. El uso de romanas está muy difundido. Una balanza de determinado tipo puede servir para varios fines, pero para el control de procesos es importante disponer de instrumentos cuando y donde se los necesite.

## II. Ensayo de textiles

La calidad de un producto textil es difícil de definir y más difícil aún de cuantificar, pues el ensayo final de aceptabilidad suele ser de carácter personal. Por este motivo, la perfección y la uniformidad no son por fortuna esenciales, pues las fibras textiles, sobre todo las naturales, son en extremo variables y se elaboran en cantidades tan enormes que es inevitable que se produzca alguna variación en el producto final, lo cual puede ser incluso estéticamente deseable. El grado de variación y los tipos de defectos que pueden tolerarse en un producto dado dependen de factores relacionados con su uso.

Los ensayos no suponen de por sí ninguna mejora de la calidad, pero el empleo correcto de los instrumentos puede conducir a una mejora de la calidad y a un aumento de la productividad, lo que a su vez entrañará menores costos de producción, la entrada en nuevos mercados, y nuevos pedidos.

Uno de los principales problemas del ensayo de textiles es el de obtener resultados de laboratorio coherentes y reproducibles, lo que, si ya resulta bastante difícil en un laboratorio dado, todavía lo es mucho más entre laboratorios distintos. Las causas de este problema son: la inherente variabilidad del material ensayado, las diferencias en cuanto al estado de los instrumentos, las condiciones atmosféricas, las técnicas de muestreo y ensayo, y las diferencias entre las personas que las aplican. Tales variables deben normalizarse al máximo, y cuando esto no sea posible deberá aplicarse un factor de corrección.

En un intento de reducir variaciones entre laboratorios, la National Bureau of Standards de los Estados Unidos de América ha preparado, y proporcionará, muestras de algodón calibradas con valores estándar certificados. Ensayando tales muestras, los laboratorios pueden comparar sus resultados con el valor medio de los obtenidos por otros laboratorios, en número aproximado de 400, que hacen ensayos similares, y calcular, por tanto, factores de corrección para determinados operarios e instrumentos. Los procedimientos de ensayo deben revisarse en forma periódica, a fin de tener la seguridad de que los objetivos estén definidos con claridad y sean lógicos, de que el programa esté concebido de manera que permita alcanzarlos, y de que los métodos de ensayo, registro, resumen y presentación de los resultados sean satisfactorios y perfectamente entendidos por quienes hayan de aplicarlos.

De manera análoga, la Federación Internacional de la Lana ha establecido laboratorios internacionales

para el ensayo de lanas, los cuales comprueban de manera periódica que sus resultados relativos a la finura de la lana medida por flujo de aire coinciden con los relativos a muestras estándar de cinta de lana peinada.

La mayor parte de los ensayos de textiles no requieren gran pericia por parte del operario pero, si no se realizan en forma concienzuda, es decir, con escrupulosa atención a los detalles, sus resultados tendrán escaso valor.

El ensayo de textiles es una labor repetitiva, y puede llegar a ser sumamente monótona. Es importante, pues, idear medios, como la rotación de puestos y la capacitación en nuevas técnicas, que permitan mantener el interés y el entusiasmo del personal.

La educación y la capacitación del personal de control han de ser permanentes, de manera que se le recuerde con frecuencia los elevados niveles de calidad que debe esforzarse por alcanzar y sienta un continuo estímulo por eliminar prácticas incorrectas que tienden a implantarse por razones de conveniencia.

### *Muestreo*

Las materias textiles son extremadamente variables, y por lo común sólo puede ensayarse una parte muy pequeña. Además, muchos de los ensayos son destructivos, por lo que rara vez es posible examinar la muestra antes y después del tratamiento. La única posibilidad es ensayar muestras pequeñas diminutas, a menudo y suponer que los resultados serán representativos del total. Esos resultados no pueden ser más representativos que las muestras en que se basen, razón por la cual el muestreo tiene enorme importancia. Se han ideado varios métodos para obtener muestras representativas, pero el más adecuado en cada caso concreto dependerá de las circunstancias.

### *Presentación de resultados*

Todo ensayo textil proporciona información concreta sobre una propiedad determinada, por lo que es esencial que esté concebido de forma que facilite la información necesaria. Una cuidadosa planificación del programa de ensayos puede ahorrar tiempo y dinero, y permite a la vez obtener datos más

útiles. Los ensayos tienen poco valor si los resultados no se registran de modo que aporten la máxima cantidad de información útil. En los últimos años se han hecho grandes avances en cuanto a instrumentación y técnicas de medición, pero para interpretar los resultados aún es frecuente que se requieran conocimientos y experiencia especializados. Los encargados del control de calidad no deben arrogarse funciones propias de los jefes de departamento. Un procedimiento de control de procesos bien planeado permitirá destacar problemas, pero las oportunas medidas correctoras habrán de ser adoptadas por el jefe del departamento correspondiente. El jefe competente utiliza los resultados de ensayos para complementar sus conocimientos especiales y no para sustituirlos. Por otra parte, el programa de ensayos debe concebirse, y los resultados presentarse, de forma tal que permitan simplificar las decisiones necesarias haciendo que las medidas correctoras precisas resulten lo más obvias posibles. Esto puede conseguirse mediante el empleo de gráficos de control y otros medios análogos, pudiendo resultar muy útil a veces la utilización de sencillas claves a base de colores.

#### *Gestión de ensayos de textiles*

Es un derroche de dinero instalar instrumentos caros en un laboratorio en el que no puedan mantenerse las condiciones atmosféricas a los niveles estándar internacionalmente aceptados. A menudo, el no acondicionar las muestras y el no ensayarlas en condiciones atmosféricas estándar no sólo invalida los resultados sino que incluso puede causar daños a los propios instrumentos. Por las mismas razones, no deben ponerse instrumentos valiosos en manos de operarios insuficientemente capacitados. Al personal se le debe dar una capacitación bien concienzuda, deben establecerse con claridad procedimientos de ensayo que se ajusten a prácticas internacionalmente aceptadas, y aplicarse de manera rigurosa dichos procedimientos.

La gerencia debe establecer normas de calidad realistas. Es inútil exigir normas de las que conste, por experiencia, que no pueden cumplirse con los materiales y la maquinaria disponibles.

Es importante, tanto para los instrumentos como para cualquier tipo de maquinaria, un mantenimiento regular bien planeado. A menudo, los ensayos rutinarios pueden reducirse en forma considerable si se mantienen y reajustan las máquinas a intervalos planeados y regulares, y si se las prueba antes de ponerlas nuevamente en servicio para verificar que su producción es de calidad normal o superior. Es preciso que los instrumentos sean calibrados con frecuencia. Antes de adquirir un instrumento, debe definirse su función con claridad y trazarse un programa de ensayos para su uso.

#### *Control de calidad y de procesos*

Por control de calidad se entiende comúnmente la evaluación de la calidad de un producto acabado a fin de asegurarse de que responde a las especificaciones del comprador. Ello supone ensayar una muestra representativa y, a base de esa muestra, decidir si la producción entera es aceptable o no. En este manual, la expresión "control de calidad" se empleará con ese sentido.

Si falla algo en esta fase final poco podrá hacer el proveedor, aparte de considerar que el producto es de calidad inferior y, en consecuencia, rebajarle el precio. El fabricante necesita, por tanto, una información más detallada, y la necesita durante el proceso de elaboración. En primer lugar, precisa un control frecuente del material en curso de elaboración, a fin de tener la seguridad de que todo va bien. Por otra parte, si algo falla, no sólo necesita saberlo cuanto antes, sino además con un grado de detalle que le permita descubrir el origen del defecto y tomar las medidas correctoras pertinentes. En las fábricas, este segundo proceso también suele recibir el nombre de "control de calidad", pero en este manual se le llamará control de procesos.

Puede ser que se precise un laboratorio de control de calidad para controlar ésta y los procesos, y a veces pueden utilizarse los mismos instrumentos para ambos fines; las diferencias radican en los procedimientos de ensayo y en la presentación y análisis de los resultados.

La producción de textiles entraña una larga serie de procesos: obtención de la fibra, fabricación del hilo, fabricación del tejido crudo y acabado del tejido. Cada fase de elaboración suele llevarse a cabo en una fábrica distinta. Incluso en las fábricas integradas se tiende a que la gestión de cada proceso tenga completa independencia, por lo cual se lleva a cabo el control de calidad al final de cada fase para tener la seguridad de que los productos suministrados o recibidos responden a las especificaciones prescritas.

En vista de la larga secuencia de operaciones, es de suma importancia que cada proceso sea objeto de un debido control, a fin de minimizar la cantidad de material deficiente producido. Control de procesos es la vigilancia rutinaria de procesos intermedios, de manera que puedan identificarse las máquinas o técnicas deficientes y tomar cuanto antes las medidas correctoras para reducir al mínimo los productos defectuosos. Debido a la variabilidad del material ensayado y a las limitaciones prácticas del número de ensayos que pueden realizarse, hay que contar con ciertas variaciones en los resultados. Se plantea entonces la cuestión de si toda desviación registrada respecto de un valor requerido es consecuencia de defectos del proceso o simple reflejo de las variaciones inherentes. Pueden utilizarse métodos estadísticos para determinar la importancia de cualesquiera diferencias.

El objetivo del departamento de control de calidad debe ser realizar el número mínimo de ensayos rutinarios que sea suficiente para descubrir deficiencias. En una fábrica de artículos normalizados donde se ejerza un control eficaz, deberán ser muy poco frecuentes los cambios de máquinas. Cuando en el departamento de control de calidad se descubra una desviación real de la norma, deberá comunicarse al departamento de producción y éste habrá de adoptar las oportunas medidas correctoras. Debe dejarse constancia del motivo que hiciera necesario el cambio, de las medidas adoptadas y del resultado de éstas, en lo que vuelve a intervenir el departamento de control de calidad. Debe hacerse una nueva prueba, por ejemplo uno o dos días después, para verificar que no vuelven a repetirse las condiciones imperantes antes de la decisión de efectuar el cambio. Para obtener resultados realistas del programa de ensayos, debe estar representada toda la producción, lo que significa que aunque los ensayos sólo se efectúen durante el turno de día, el muestreo debe hacerse extensivo a la producción de todos los turnos.

La enorme cantidad de información que con el tiempo llega a acumularse puede servir de base para juzgar resultados concretos. La información puede utilizarse para preparar gráficos de control de calidad.

Si se tiene en cuenta el factor tiempo, no siempre es necesario ni aconsejable optar por los instrumentos más caros y avanzados. A los fines del control de procesos en particular, el instrumento sencillo y robusto que puede ser utilizado con frecuencia, *in situ*, por un operario suele ser más eficaz que el instrumento de precisión complejo que requiera cuidadoso manejo por un técnico muy capacitado de quien tal vez no se pueda disponer siempre que sea necesario. La falta de precisión absoluta puede compensarse con una mayor frecuencia de los ensayos.

#### Control de calidad durante el proceso de elaboración

La mayor parte de los procedimientos de control de procesos de elaboración de textiles consiste en comprobaciones ocasionales *in situ* de ciertas propiedades. Las desviaciones de la norma sólo se descubren una vez que han ocurrido, por lo que es inevitable que, junto con el material normal, "se cuele" material deficiente, en cantidades que dependerán de la frecuencia de los ensayos y de la rapidez con que se adopten medidas correctoras. Lo ideal sería examinar toda la producción y reaccionar de manera inmediata y automática a cualquier desviación observada.

Algunas fábricas cuentan con un control de calidad continuo durante todo el proceso. El coste inicial es elevado, y el equipo tiende a ser bastante complejo, pero estas desventajas pueden verse más que compensadas por los ahorros que se consigan en otros aspectos.

Cuando se implanta dicho control de calidad a lo largo de todo el proceso de producción, los operarios se habitúan enseguida a confiar en él, siendo por tanto de gran importancia el mantenimiento del equipo.

#### Frecuencia de los ensayos

La frecuencia de los ensayos y el número de lecturas que ha de efectuarse no son cosas que puedan decidirse de manera arbitraria. El número de instrumentos necesarios de cada clase depende del número de ensayos que haya de realizarse, lo cual, a su vez, depende en cierto grado del tamaño de la fábrica, pero, más especialmente, de las distintas cualidades de los textiles producidos y a la frecuencia con que se cambien. También es función del grado de precisión y del coeficiente de confianza requeridos. El número de ensayos necesarios puede obtenerse mediante tablas o valiéndose de la fórmula siguiente:

$$n = \frac{t^2 V^2}{E^2}$$

siendo  $V$  el coeficiente de variación de la muestra ensayada

$E$  la precisión deseada (error admisible de muestreo aleatorio)

$t$  el factor de probabilidad correspondiente al coeficiente de confianza requerido

$n$  el número de ensayos

Por ejemplo, si  $V$  equivale al 2% y se decide que el error de muestreo aleatorio no debe rebasar el 1% del valor medio, entonces, con un coeficiente de confianza del 95% y siendo  $t$  aproximadamente igual a 2, el número de ensayos deberá ser:

$$n \approx \frac{2^2 \times 2^2}{1^2} = 16$$

(Los valores exactos para el coeficiente de confianza del 95%, calculados mediante tablas, son:  $n = 16$  y  $t = 2,12$ , en cuyo caso la precisión sería del 1,062%. Si  $n$  es inferior a 10 y  $V$  es grande, puede resultar necesario efectuar correcciones.)

Así pues, si una fábrica tiene 8 máquinas, deberán sacarse dos muestras de cada máquina; pero si tiene 16, sólo se precisará una muestra por máquina para obtener una respuesta igualmente fiable, siempre que la variación sea la misma en ambos casos.

El número necesario de instrumentos de un tipo determinado puede calcularse a base del número de ensayos que se requieran y del tiempo que se tarde en cada ensayo, pero también entran en juego otros factores, como la(s) ubicación(es) de los instrumentos, que pueden imponer una duplicación del equipo.

### III. Propiedades de tracción de los textiles

Las fibras de mayor resistencia no siempre dan los hilos más resistentes, como tampoco estos últimos dan los tejidos de mayor resistencia, pues hay otros factores relacionados con las estructuras del hilo y del tejido que desempeñan papeles importantes. Si se ensaya un hilo que forme parte de un tejido, su comportamiento será muy distinto que si se lo ensaya aisladamente. Una materia textil puede romperse por estar sobrecargada o por estar sobreestirada.

#### *Resistencia a la tracción y al alargamiento*

Resistencia a la tracción es la que ofrece un material al alargamiento al ser sometido a una carga aplicada en una sola dirección. La carga aplicada durante el proceso de elaboración puede ser teóricamente constante, como en el plegado de la urdimbre, o variar de modo continuo, como en la hilatura, pero de todos modos siempre habrá alguna variación. Por otra parte, la resistencia a la tracción, al igual que las demás características físicas del material, varía de un punto a otro. Es evidente, pues, que la máxima probabilidad de que se produzca una rotura se dará cuando se aplique la carga máxima al punto más débil. Sin embargo, las cargas aplicadas y las características de resistencia locales varían en forma mutuamente independiente, por lo que las cargas máximas rara vez coincidirán con los puntos más débiles. Por esto, y por razones económicas, suelen tolerarse, al fabricar los hilos, algunas roturas de cabos, seleccionándose además las condiciones de elaboración a fin de mantener dentro de límites aceptables el número de roturas.

La carga máxima unitaria a la tracción, o *carga de rotura*, de una muestra de tejido es la fuerza necesaria para estirla hasta que alcance el punto de rotura, y la *extensión a la rotura* es el alargamiento de la muestra en ese punto. A base de los resultados del ensayo, en un extensiómetro, de varias muestras similares de un tejido, puede calcularse el valor medio y el coeficiente de variación ( $V$ ) de la carga de rotura y de la extensión a la rotura del tejido. Existen, sin embargo, diferentes métodos de ensayo, y los valores que se obtengan para esos parámetros dependerán del método empleado.

Sometidas a una carga, las materias textiles se estiran en formas bastante complicadas, por lo que el

valor medido de la carga de rotura o resistencia máxima unitaria a la tracción no sólo depende de la carga real aplicada, sino también de la forma en que se aplique. Por lo tanto, para obtener resultados útiles y comparables de los ensayos de textiles, la carga debe aplicarse en forma normalizada. Una de estas formas consiste en aumentar la carga a una tasa o velocidad constante, con independencia de cómo se estire la muestra, y registrar el valor de carga o de alargamiento alcanzado al romperse ésta. Este método es conocido como ensayo a *velocidad constante de carga* (VCC).

En la práctica, las materias textiles rara vez están sometidas a cargas en aumento uniforme. Lo normal es que sean estiradas hasta que se rompen. Es cierto que al estirar el material se induce una tensión interna que va aumentando hasta que se produce la rotura, pero la muestra se rompe ante todo por haber sido estirada más allá de sus límites, y no por la magnitud de la carga aplicada.

Otra manera de ensayar las propiedades de tracción de una muestra es alargarla a una velocidad constante, por ejemplo, fijando un extremo y estirando el otro a velocidad constante. Esta operación se conoce como ensayo a *velocidad constante de extensión* (VCE). Algunos instrumentos de este tipo general someten un extremo de la muestra a vaivén de velocidad constante, pero es necesario un pequeño movimiento del otro extremo para accionar el mecanismo indicador del valor de la carga aplicada. Por tanto, sólo corresponden aproximadamente a la velocidad constante de extensión, y son conocidos como máquinas de *velocidad constante de vaivén* (VCV).

Los resultados que se obtengan diferirán según el método de ensayo empleado: VCC, VCE o VCV. Otros factores que influyen en los resultados son la longitud de la muestra, el tiempo que se tarda en romperla y su historial. Al comunicar los resultados conseguidos, deben darse detalles completos de esos factores.

#### *Resistencia al impacto*

Es frecuente que las materias textiles se rompan debido a cargas de choque. La resistencia a ellas puede determinarse mediante un instrumento en el



que se sujeta un extremo de la muestra mientras que se somete el otro a una carga de choque en toda la longitud, carga que puede ser aplicada por medio de un péndulo. Se calcula la energía perdida por el péndulo hasta volver al reposo, y el valor obtenido es igual a la energía necesaria para romper la muestra. Esto se conoce como "trabajo de ruptura".

*Otras propiedades de tracción*

Algunas de las máquinas de ensayo de textiles más modernas pueden adaptarse para medir propiedades de tracción tales como:

a) Fluencia, o lenta extensión de una muestra sometida a una carga constante;

b) Relajación, o lenta pérdida de tensión en una muestra sometida a un alargamiento constante;

c) Recuperación elástica, o grado en que la muestra se recupera después de sometida a una carga o a un alargamiento que no llega a conducirla al punto de rotura;

d) Efecto de la carga cíclica, o variación constante de la carga aplicada entre límites elegidos;

e) Efecto de la extensión cíclica, o variación constante del alargamiento entre límites elegidos.

Se precisan máquinas de distintas capacidades según el tipo de material que haya de ensayarse (fibras, hilos o tejidos). Los principios son los mismos: sólo hay diferencias de escala.

## IV. Fibras

Las fibras son las materias primas básicas de la industria textil. Normalmente, primero se las transforma en hilos y luego en tejidos. Las fibras se clasifican en dos categorías principales: fibras naturales y fibras artificiales y sintéticas. Las primeras pueden ser de origen animal (lana, pelo, etc.), vegetal (algodón, lino, etc.), o mineral (amianto, etc.). Las artificiales y sintéticas se subdividen en polímeros naturales (rayón de viscosa, acetato, etc.), polímeros sintéticos (poliéster, polipropileno, fibras acrílicas, etc.) y otros materiales (carbón, vidrio, metal, etc.). Con excepción de la seda, las fibras naturales se obtienen en longitudes relativamente cortas. Por otra parte, las fibras artificiales y sintéticas se producen inicialmente en forma de filamentos continuos: pueden utilizarse como tales, sueltas o en grupos, para producir hilos de un solo filamento o de filamentos múltiples, o bien cortarse a una longitud estándar (40 mm si son de algodón, y 120 mm si son de lana), de ordinario para imitar a alguna fibra natural.

Cada tipo de fibra puede utilizarse solo o en mezclas. En la actualidad, es práctica común mezclar fibras naturales con artificiales, a fin de lograr una combinación óptima en cuanto a propiedades físicas y precios.

### Identificación

#### *Tipos individuales*

Una de las especificaciones más importantes de un hilo o tejido es la materia prima utilizada, por lo cual es fundamental saber identificar las fibras y analizar las mezclas en forma cuantitativa.

Para averiguar si una muestra de fibras desconocidas es de una sola fibra o es una mezcla basta con un simple examen microscópico. A veces, este examen permite incluso identificar las fibras, o al menos clasificarlas en amplios grupos.

El microscopio óptico es suficiente para las fibras naturales, y pueden prepararse portaobjetos con monturas de la fibra entera, secciones transversales o impresiones superficiales. Las espiras o repliegues y un lumen en el costado de la fibra indican que ésta es de algodón; las escamas superficiales caracterizan a las fibras animales; las marcas transversales son típicas de las fibras vegetales blandas, y los perfiles lisos y suaves son característicos de las fibras artificiales y sintéticas.

Sin embargo, como el rizado, el esponjamiento, la texturación, el acabado y otros procesos químicos modifican la forma de las fibras artificiales y sintéticas, la mejor manera de examinarlas es emplear para ello un microscopio de polarización.

Las fibras textiles son, en su mayor parte, birrefringentes, es decir, que el índice de refracción tiene distintos valores a lo largo y a lo ancho de la fibra. Cuando una fibra de este tipo es examinada entre polarizadores cruzados en un microscopio de polarización, suelen observarse bandas de interferencia que pueden servir para identificar las fibras. Colocando en el sistema óptico una placa coloreada sensible al cuarzo (lámina en el rojo de orden 1) se observan más colores y esto resulta especialmente útil con fibras de baja birrefringencia.

Las diversas fibras animales pueden distinguirse por la diferente disposición de sus escamas. Si ésta no puede apreciarse fácilmente, como suele ocurrir cuando las fibras están teñidas en tonos oscuros, se toma una impresión de la superficie de la fibra y se la examina.

Las secciones transversales proporcionan información útil en el caso de las fibras naturales, y bastante menos en el de las fibras artificiales y sintéticas, cuya sección puede variar de forma en el proceso de elaboración y ser distorsionada después por tratamientos tales como la texturación.

Las secciones transversales se obtienen por el método de placa o mediante un micrótopo. Pueden tomarse muestras mayores mediante esmerilado.

El microscopio de platina caliente tiene especial utilidad para fibras de polímeros sintéticos. Dichas fibras se examinan con el microscopio al mismo tiempo que se las calienta, y se observa la temperatura a que tiene lugar la fusión.

#### *Comportamiento bajo la acción del calor*

Cada fibra reacciona al calentamiento de una manera distinta: unas se derriten, otras se descomponen sin llegar a derretirse, algunas arden, otras no. Las fibras pueden clasificarse en general por su reacción a distintas formas de calentamiento, y se las debe estudiar de las siguientes maneras:

a) Acercarlas lentamente a una llama y observar si se encogen o se derriten;

b) Observar si se derriten o se carbonizan al ser calentadas a cierta temperatura, por ejemplo, a

337°C. indicada por la fusión de determinado tipo de cristal:

c) Observar si arden al ser colocadas en una llama y si se desprende algún olor a vapor característico.

#### Otros ensayos

Después de clasificar las fibras en un grupo amplio, por ejemplo, en fibras animales o en polímeros termoplásticos, se hace una clasificación adicional mediante:

- a) Ensayos para determinar la presencia de ciertos elementos, como cloro y nitrógeno;
- b) Observación de cualquier reacción a la coloración local;
- c) Medición de la densidad de las fibras;
- d) Tratamiento con una serie de disolventes, bien sea a temperatura ambiente o bien a la temperatura de ebullición, hasta que se encuentra una temperatura a la que las fibras se disuelven;
- e) Comprobación de la extensibilidad;
- f) Ensayo de torsión en seco;
- g) Ensayo de índice de refracción en el caso de fibras de vidrio;
- h) Difracción de rayos X;
- i) Microscopía electrónica;
- j) Espectroscopia infrarroja;
- k) Análisis térmico diferencial;
- l) Análisis termografimétrico;
- m) Examen microscópico de las cenizas de la fibra;
- n) Estudio del aspecto microscópico, del perfil y de la sección transversal, y, en caso necesario, toma de impresiones superficiales;

Los procedimientos h) y m) son muy complicados.

Se plantea un problema de identificación muy difícil cuando los materiales han sido tratados con acabados y colorantes modificadores de las fibras.

Las fibras con dos componentes pueden identificarse a base de secciones transversales y coloración local.

#### Análisis de mezclas de fibras

Muchos materiales textiles contienen más de un tipo de fibra. Los hilos mezclados constituidos por fibras distintas pueden seleccionarse a mano tras un examen visual o microscópico y analizarse luego nuevamente como tipos de fibras simples.

Las fibras mezcladas no pueden separarse a mano con facilidad, sobre todo si los componentes son de tipos similares. En tales casos, la presencia de más de un tipo de fibra se determina por medio de un examen microscópico. A menudo resulta útil efectuar una coloración selectiva.

Para una mayor diferenciación, lo mejor es efectuar ensayos de solubilidad, utilizando a tal fin diversos reactivos en una secuencia planeada. Cuando se disuelve un componente, se prosiguen los ensayos con el residuo hasta identificar todos los componentes.

#### Espectroscopia infrarroja

Las fibras sintéticas se identifican con facilidad mediante espectroscopia infrarroja, técnica particularmente útil para muestras muy pequeñas. Las técnicas indicadas se tratan con amplitud en la publicación *Identification of Textile Materials*<sup>1</sup>, que también contiene cuadros con esquemas apropiados de análisis y secuencias recomendadas de realización de los diversos ensayos. La séptima edición comprende asimismo una amplia serie de fotomicrografías de diversas fibras textiles.

#### Sustancias de apresto de las fibras

Antes de proceder al análisis químico o a los ensayos de coloración local, es necesario eliminar los colorantes y sustancias de apresto. Al elegir el reactivo, debe procurarse evitar un tratamiento excesivamente enérgico que pueda dañar a las fibras. A este respecto, se requieren ensayos que permitan identificar tratamientos a base de resinas y silicona.

#### Propiedades de las fibras

Las propiedades físicas de los hilos y tejidos dependen de muchos factores, entre los que figuran las propiedades de las fibras. El análisis de dichas propiedades, complementado por la experiencia personal, permitirá hacerse una amplia idea de los resultados que probablemente se obtendrán cuando las fibras sean transformadas en hilo. Sin embargo, debido a las muchas propiedades que hay que tener en cuenta, y a que aún se tiene un conocimiento imperfecto de sus interacciones, todavía no puede predecirse con cierto grado de precisión el efecto que tendrá en el hilo la variación de una o dos propiedades de las fibras. De todos modos conviene determinar las propiedades de las fibras a fin de asegurar la calidad uniforme de las materias primas adquiridas, así como por otras muchas razones.

<sup>1</sup> Textile Institute, Manchester, 1975.

Las fibras pueden clasificarse mediante evaluación visual. El grado del algodón, por ejemplo, se establece a base de una evaluación visual del color, del contenido de impurezas y de la calidad de desmotado (consistente en separar de la semilla las fibras de algodón) en comparación con muestras estándar. A continuación se discuten otros métodos más científicos.

#### *Longitud de las fibras*

Los datos relativos a la longitud de las fibras dan una orientación respecto de los límites de la hilatura. Por ejemplo, los cambios de longitud de las fibras indican la eficiencia de eliminación de fibras cortas en el peinado o el grado de deterioro de las fibras en las operaciones de carda. La longitud efectiva sirve de guía para regular las máquinas.

Dada la gran variabilidad de la longitud de las fibras naturales, incluso entre las obtenidas del mismo animal o de la misma planta, es preciso tener en cuenta varias propiedades para describir correctamente la longitud de la fibra. Las propiedades a elegir dependen del método de ensayo que se emplee. Fibras de longitud diferente pueden requerir instrumentos también diferentes.

#### *Fibras cortadas cortas*

La longitud de la fibra se determina a base de una muestra preparada a mano. Este método es utilizado por los clasificadores con fines comerciales. Las fibras individuales pueden sumergirse en aceite parafinado con objeto de controlar su movimiento, enderezarse con suavidad y medirse.

Mediante un *seleccionador de peine* (manual o semiautomático), las fibras se extraen por orden de longitud y se disponen sobre una almohadilla en forma de diagrama de frecuencia del que se obtienen las siguientes propiedades:

- Longitud efectiva (aproximada al valor estándar de la longitud de la fibra cortada)
- Distribución de longitudes de las fibras (diagrama de frecuencia)
- Dispersión (variabilidad de la longitud de las fibras)
- Porcentaje de fibras cortas

También puede utilizarse un *seleccionador de rastra*, que extrae fibras de un pequeño torzal y las deposita, en orden de longitud creciente, sobre una almohadilla de terciopelo. Se calculan la longitud media, la desviación tipo, etc. y se prepara un diagrama de fibras. Hay seleccionadores de este tipo manuales y automáticos.

El diagrama de fibras puede basarse en la frecuencia con que aparezcan grupos de fibras de longitudes distintas, es decir, en una distribución de frecuencias, o en el paso de las fibras de cada grupo

de longitudes, o sea, en una distribución de pesos. Ambos diagramas son un tanto similares, salvo que el de pesos tiene un sesgo en favor de las fibras más largas, que son más pesadas. El seleccionador de peine da una distribución de frecuencias, y el de rastra, una distribución de pesos.

El *seleccionador fotoeléctrico* "lee" la muestra preparada con una célula fotoeléctrica de desplazamiento transversal que mide cambios de intensidad de luz reflejada a lo largo del mechón. Proporciona una "longitud fotoeléctrica" de valor aproximado a la longitud efectiva.

Con otro método, el fleco de la muestra es recorrido por una fuente luminosa, midiéndose electrónicamente la cantidad de luz transmitida. Este método proporciona parámetros útiles, tales como: la longitud media; la longitud media (mitad superior), que se aproxima a la longitud estándar de fibra cortada; un fibrograma; longitudes de apertura o luz (2.5: 50 y 66.6%); y relación de uniformidad.

#### *Fibras cortadas largas*

Se extraen y se miden fibras individuales, lo que puede hacerse manualmente, por medio de pinzas de agujas y una escala, o semiautomáticamente con una máquina medidora de longitud.

Por medio de un seleccionador de peine, se clasifican las fibras en grupos, con arreglo a sus longitudes, y se pesan. Se traza un diagrama de fibras, basado en la distribución de pesos, y se calculan los diversos datos estadísticos.

En el *método de mecha sujeta con mordaza*, se fija a una mordaza una muestra de torzal y se peinan las fibras sueltas desde cada lado para formar dos flecos peinados. Estos flecos se cortan y se pesan, pesándose asimismo la mecha que quede en la mordaza. La longitud de la fibra media se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{(\text{longitud de la mordaza}) \times (\text{peso de los flecos peinados})}{(\text{peso de la mecha que quede en la mordaza})}$$

#### *Finura*

La finura de la fibra influye en el comportamiento durante la elaboración y en el número de fibras presente en la sección transversal de un hilo de determinado peso por unidad de longitud. Influye, por tanto, en el límite de hilatura es decir, el hilo más fino que puede obtenerse pues, en igualdad de condiciones, para una hilatura satisfactoria se requiere un número mínimo de fibras en la sección transversal. La sección transversal de las fibras, especialmente de las naturales, varía a lo largo de éstas y de una fibra a otra. El diámetro, a la sección transversal y a la densidad lineal son propiedades que se utilizan para indicar la finura de la fibra. En algunos ensayos de finura influye la madurez de las fibras.

### *Díametro de las fibras*

Las fibras de sección transversal básicamente circular pueden medirse montando longitudes muy cortas en un fluido adecuado y utilizando un microscopio de proyección. De esta forma se obtienen el diámetro y variación medios de la fibra. También puede utilizarse este método para calcular la proporción de fibras meduladas en el caso de fibras animales.

Las secciones de fibras que han de examinarse al microscopio se obtienen mediante un *microtomo*.

### *Peso por unidad de longitud*

Se toman grupos de fibras de diferentes partes de un diagrama seleccionador, se mide su longitud, se pesan (en conjunto) y se cuentan para determinar el peso de fibra por unidad de longitud. También pueden obtenerse, pesarse y contarse, secciones de una longitud dada (por ejemplo, 10 mm).

### *Densidad lineal*

Se sujeta a una mordaza el extremo de una fibra, se hace pasar ésta sobre una cuchilla, se la pone en tensión mediante un peso y se la induce a vibrar a su frecuencia natural fundamental, pudiendo calcularse a partir de ésta su masa por unidad de longitud. Este método sólo se emplea para fines de investigación.

### *Madurez del algodón*

Las fibras de algodón son tubulares, y el espesor de sus paredes aumenta con la madurez. La inmadurez favorece la creación de botones (neps) y afecta al colorido después de la tinte. Las fibras se sumergen en una solución de sosa cáustica y se espera a que se linchen, tras lo cual se las clasifica en fibras normales o muertas mediante examen al microscopio. Esto permite conocer su grado de madurez. La inmadurez puede evaluarse visualmente por medio de tinte diferencial. Las fibras se hierven en un baño que contiene dos colorantes, de los que sólo uno tiene afinidad con la celulosa de la pared secundaria.

Bajo luz polarizada, las fibras de algodón adquieren diferentes colores según su grado de madurez.

### *Medición de la finura por flujo de aire*

La resistencia al flujo de aire proyectado a través de una muestra de fibras de masa y volumen fijos es indicativa de la finura de la fibra. Para las fibras de algodón, el resultado se denomina en general valor micronaire, y también está influido por la madurez de

la fibra. Esta influencia puede tenerse en cuenta haciendo ensayos de la muestra para obtener el valor micronaire antes y después de linchar la fibra en una solución de sosa cáustica.

La finura y la madurez pueden medirse por separado por medios electrónicos.

### *Propiedades de tracción*

Las fibras individuales pueden ensayarse a VCC, VCE o VCV. Se puede trazar una curva de carga-deformación, pero es labor delicada y requiere un gran cuidado en el montaje de las muestras.

Un método menos correcto, pero más rápido y menos delicado, consiste en romper las fibras de grupos o haces, tras lo cual se pesan y se calcula el índice de Pressley (carga de rotura en kg ÷ peso del haz en mg). La longitud de prueba o de separación, que tiene importancia decisiva por influir de modo considerable en el resultado, puede ser cero o 3,2 mm.

En el caso de las fibras cortadas sintéticas, se requiere un aparato especial para el ensayo de resistencia en haces, pues gran número de esas fibras poseen una extensibilidad relativamente elevada. Dicho instrumento funciona a una velocidad de extensión lenta y controlada y cuenta con un dispositivo de peinado y fricción para eliminar el rizado de las fibras.

### *Botones (neps)*

Los botones son pequeñas aglomeraciones de fibras enredadas que, en el caso del algodón suelen incluir fibras muertas o inmaduras. Las fibras naturales contienen botones, cadillos e impurezas; las fibras artificiales contienen fibras fundidas y adolecen de otros defectos diversos. Los botones pueden hallarse presentes en las materias primas o formarse a consecuencia de una elaboración defectuosa. Algunos procesos, el peinado, por ejemplo, tienen por objeto eliminar los botones, pues éstos influyen sobre el aspecto del tejido, especialmente después de la tinte.

La densidad de botones se define como el número de éstos presente en determinada cantidad de material. Para contar los botones se requieren diversas técnicas, según el estado del material que haya de ensayarse, como, por ejemplo, napa, cinta o hilo.

En el caso de fibras en rama, se extiende a mano una muestra de peso conocido, con la mayor uniformidad posible, sobre la superficie de una almohadilla de terciopelo, y se cuenta el número de botones.

En el cardado, se reúnen muestras de velo sobre tablas y se cuenta el número de botones por tabla. Otra forma de contarlos consiste en cubrir la tabla con una plantilla que tenga cierto número de orificios

o huecos de superficie conocida. Se toma nota del número de huecos que contienen uno o más botones y se calcula el número medio de botones por hueco mediante una fórmula basada en la distribución de Poisson. Este método también puede utilizarse para velos de peinadora y de manual.

El recuento de botones en cintas y mechas puede efectuarse por el mismo método utilizado para las fibras en rama, o por estirado a mano. Se estiran sucesivamente pequeños penachos desde el extremo de la cinta o mecha, se toma nota del número de botones extraídos en cada operación de estirado y se continúa el proceso hasta acumular un número especificado de botones, procediéndose después a pesar las fibras extraídas.

El *comparador de botones* es un instrumento que aplica una elevada fuerza de estiraje a dos o más cintas o mechas, formando así velos sobre una placa de inspección iluminada de anchura conocida. Se cuentan a continuación los botones e impurezas, claramente visibles. Este instrumento permite comparar directamente dos o más cintas y apreciar cualquier diferencia de tex.

Puede efectuarse una evaluación visual de botones del hilo enrollando muestras en tablas o tambores de inspección. Asimismo, pueden aplicarse a las muestras plantillas con orificios y obtener así el número de botones por orificio. Los botones del hilo también pueden contarse electrónicamente haciendo pasar a éste por un detector capaz de reconocer aumentos de espesor y de establecer diferencias entre

partes gruesas muy cortas (botones) y otras más largas (gatas). Puede ser útil efectuar dicho ensayo junto con uno de regularidad del hilo.

#### *Potencial de formación de botones*

A menudo es útil tener una idea de la cantidad de botones que probablemente se formarán durante el proceso. El ensayo de micronaire puede dar cierta idea, pues el potencial de botones está relacionado con la madurez. Puede efectuarse una medida más directa tratando durante 4 minutos aproximadamente una pequeña muestra preparada a mano, en un instrumento que es, en esencia, una carda pequeña, y extendiéndola luego sobre una almohadilla de terciopelo. De esta forma, puede compararse el potencial de formación de botones de distintas muestras o juzgarse el de una muestra determinada en relación con una serie de normas.

#### *Contenido de impurezas (o borra) de algodón o desperdicios*

El material, tras ser separado virtualmente en fibras individuales mediante un tomador, se somete a una corriente de aire que impulsa las fibras hacia adelante y hace que las impurezas se desprendan. El polvo es expulsado con el aire.

Se calcula el porcentaje de impurezas del algodón y el porcentaje de borra de los desperdicios.

## V. Hilados

Un hilo es una serie de fibras y/o filamentos que de ordinario se mantienen unidos por torsión.

La especificación básica del hilo debe comprender por lo menos el material, el título y la torsión.

### *Título*

El título del hilo puede expresarse de manera directa como masa por unidad de longitud (es decir, denier o tex) o, en forma indirecta, como longitud por unidad de masa (es decir, por el sistema británico o por el sistema métrico). Muchos son los sistemas de titulación empleados, pero el Sistema Internacional de Unidades recomienda el tex, o sea, el peso en gramos de un kilómetro de hilo. El título de un hilo depende del contenido de humedad, por lo que las muestras deben ensayarse después de haber sido secadas en estufa, teniendo en cuenta la tolerancia de humedad comercial. El secado en estufa es más fiable y preciso. Al analizar muestras, deben preverse cambios de peso en las operaciones de encolado, lavado, etc.

El título medio (tex) suele determinarse devanando, de varias bobinas, y a una tensión especificada, hilos de 100 metros de longitud, y pesándolos después. Ello también da idea de la variación del título entre bobinas.

Es preciso tener en cuenta que el hilo que se encuentra en bobinas devanadas a mucha tensión debe desenrollarse hasta que quede en forma de madeja y dejar que se relajen las tensiones antes de iniciar el ensayo.

En el caso de muestras pequeñas, se cortan y pesan trozos consecutivos de 100 mm. Esto da idea de la variación del título en una bobina.

Los hilos procedentes de tejidos se ensayan de manera análoga, pero tomando en consideración el rizado. Para obtener muestras de hilos de muestras de tejidos muy pequeñas, se emplean plantillas especiales.

### *Diámetro*

El diámetro proyectado de un hilo es la medida del poder cubriente (el grado en que la zona de tela es cubierta por una serie de hilos) del hilo cuando forma parte de un tejido. Se mide proyectando la sombra (silueta) del hilo sobre una escala de vidrio graduada.

### *Torsión*

La torsión confiere cohesión a las fibras, impartiendo resistencia al hilo. La uniformidad de torsión es importante porque influye en la reflexión de la luz por la superficie del hilo o tejido. La dirección del torcido es importante tanto en los hilos simples como en los múltiples.

La torsión se define como el número de vueltas que ha recibido el hilo por unidad de longitud. El coeficiente de torsión relaciona ésta con la densidad lineal y constituye la medida de la dureza de torsión. Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de torsión} = \text{torsión} \times \sqrt{\text{densidad lineal}}$$

La torsión influye en la resistencia del hilo. Durante la hilatura, la torsión tiende a concentrarse en los puntos finos. Por lo común, la torsión no puede redistribuirse libremente en sectores largos, y la manipulación de la muestra puede perturbar tanto la torsión como su distribución local. La tensión también puede perturbar el grado de torsión, pudiendo perderse ésta en los extremos de la muestra, razón por la cual las muestras deben tomarse de puntos muy alejados de los extremos del hilo y ensayarse bajo tensión constante con una manipulación mínima. Es relativamente sencillo medir la torsión de los hilos de filamento y la torsión de doblado de hilos de varios cabos, pero resulta más difícil medir con exactitud la torsión de ciertos hilados especialmente en aquellos cuyas fibras del alma y de la superficie tienen torsiones distintas.

Contracción o extensión por torsión es el cambio de longitud que experimenta un hilo por haber sido retorcido, y se expresa como porcentaje de la longitud original de éste.

La torsión de los hilos puede medirse por varios métodos. En el *método de destorsión*, la muestra se destorsiona sujetando un extremo y haciendo girar el otro hasta eliminar toda la torsión. Esto no da medida alguna de la contracción por torsión.

En el *método de estirado por torsión*, una mordaza del aparato de ensayo puede moverse libremente bajo tensión, de modo que la muestra pueda alargarse a medida que se destuerce. Después se mide la torsión eliminada y el cambio de longitud (estirado).

En el *método de enderezamiento de fibras*, se destuerce entre mordazas una muestra corta hasta que las fibras quedan enderezadas. Una variante de este

método es el de enderezamiento continuo de fibras, en el que una muestra corta es destorcida al igual que en el método de enderezamiento de fibras. Seguidamente, vuelve a aplicarse la torsión, el hilo se desplaza hacia adelante una distancia igual a la longitud de la muestra y se repite el ensayo. De este modo, se ensayan muestras consecutivas.

En el *método de destorsión y retorsión*, se destuerce una muestra previamente tensionada de manera que se extienda. Se aplica una torsión de sentido opuesto hasta que la muestra vuelve a su longitud original. El número total de vueltas se divide entonces por dos.

El *método de rotura por torsión* entraña la torsión de una pequeña muestra, mantenida a una longitud fija, hasta que se rompe. Después, se somete a torsión una muestra similar, en sentido opuesto, hasta que se rompe. La mitad de la diferencia representa la torsión original de las muestras.

En el *método óptico*, se mide al microscopio el diámetro del hilo, y se mide en el mismo punto el ángulo entre las fibras y el eje del hilo (ángulo de torsión), siendo:

$$\text{Torsión} = \frac{(\text{tangente del ángulo de torsión})}{(\text{diámetro del hilo})}$$

Puede utilizarse un torsiómetro especial de diversas formas.

#### *Nerviosidad de la torsión (ensortijamiento)*

La torsión del hilo tiende a ser inestable, por lo que cuando se lo libera de una fuerza constrictiva, por ejemplo, al desenrollarlo de una bobina, tiende a enortijarse o a enredarse, dificultando con ello su manejo. Esta tendencia se define como nerviosidad de la torsión, y se mide en función del número de vueltas que se forman cuando a un hilo de longitud medida se le da forma de bucle, se lo suspende bajo una ligera tensión y se le deja que se retuerza sobre sí mismo.

#### *Uniformidad*

Conseguir una masa uniforme por unidad de longitud es una de las principales preocupaciones del fabricante de hilos. El hilandero ha de transformar fibras sumamente variables en un hilo que posea las mismas dimensiones, milímetro a milímetro, y las mismas características, de bobina a bobina, con independencia de las máquinas que se empleen en su preparación y del día, o incluso del año, en que se produzca. Se emplean distintas técnicas de muestreo y de medición según el tipo de variación que haya de estudiarse.

Al determinar el valor medio del título suele obtenerse información sobre las variaciones de éste. Mediante muestreos sistemáticos y técnicas de análisis apropiadas, pueden identificarse las máquinas cuya

producción se desvíe de las normas. Pese al creciente empleo de instrumentos complejos, la evaluación visual sigue siendo importante, pues a menudo el consumidor se limita, como único ensayo, a fijarse en el aspecto. Los hilos se enrollan en tablas o tambores, se examinan en condiciones de iluminación estándar, y se los compara entre sí o con muestras estándar. Usando tablas de lados paralelos y tambores cilíndricos se obtiene una impresión general del aspecto que probablemente tendrá el hilo en el tejido. Con tablas trapezoidales o tambores de sección cónica es más fácil descubrir variaciones periódicas.

Las muestras pueden enrollarse a mano o automáticamente, sueltas o en lotes. Al mismo tiempo, pueden evaluarse otras características como la vellosidad y la densidad de botones.

#### *Corte y peso*

El método básico de medir la uniformidad de un material consiste en cortar y pesar trozos consecutivos del mismo. A estos efectos, se suele cortar la napa en trozos de un metro, la cinta en trozos de cinco metros, la mecha en trozos de 15 metros y el hilo en trozos de 100 metros. Pueden utilizarse muestras de hilo más cortas, por ejemplo, de 10 milímetros, para fines de investigación o para comprobar otros métodos.

#### *Ensayo electrónico de la uniformidad*

Las variaciones aleatorias y a corto plazo pueden determinarse electrónicamente. El hilo, cinta o mecha se hace pasar por el cabezal detector de un *aparato de ensayo electrónico de la uniformidad*, equipado de un integrador y de un registrador gráfico, que da automáticamente una medición de la irregularidad general del hilo en términos de desviación media ( $U$ ) o coeficiente de variación ( $V$ ), junto con un gráfico que proporciona una imagen visual. Las diferentes velocidades de ensayo y relaciones entre velocidad de avance del papel del gráfico y velocidad del hilo permiten estudiar variaciones a medio y largo plazo.

A menudo, las periodicidades pueden detectarse examinando el gráfico de regularidad, existiendo también la posibilidad de utilizar un analizador de longitudes de onda, o un espectrógrafo, conectado al aparato electrónico de ensayo de la uniformidad que dé un gráfico o espectrograma en el que se observará con claridad la presencia de variaciones periódicas y sus longitudes y amplitudes de onda.

Los puntos gruesos o finos que se producen sólo de manera ocasional y al azar pueden constituir defectos serios, pero su repercusión en las mediciones de regularidad del hilo es insignificante y no afectan en modo alguno al espectrograma. Sin embargo, pueden detectarse y contarse mediante un *indicador de imperfecciones* conectado al aparato electrónico



de ensayo mencionado. Este puede programarse de manera que se detenga en los defectos y permita examinarlos individualmente.

Los *botones e impurezas*, que en realidad son puntos gruesos muy pequeños, se cuentan por separado con el mismo instrumento, al cual pueden conectarse dispositivos que realizan los cálculos pertinentes e imprimen los resultados.

### *Vellosidad*

El aspecto del tejido se ve afectado por la vellosidad (o rugosidad) de los hilos, la cual se determina contando el número de extremos de fibras por metro que sobresalen una distancia superior a un valor dado.

### *Propiedades de tracción*

Durante el proceso hilatura, plegado de la urdimbre, encolado, bobinado, y tisaje o tejedura de punto el hilo es sometido a tensión. Por tanto, el hilo utilizado, además de comportarse satisfactoriamente en el tejido, debe ser capaz de soportar los esfuerzos que se le apliquen y las deformaciones de que sea objeto durante el proceso, o bien deben reajustarse las condiciones de éste de manera que el hilo pueda soportar sus efectos.

Las propiedades de tracción del hilo dependen, en cierto grado, de las fibras que lo constituyen, pero también entran en juego otros factores.

Los hilos pueden ensayarse individualmente, en grupos, o en madejas. El ensayo de un solo hilo es más preciso y más informativo, pero se sigue utilizando el ensayo en madejas con fines de comparación porque es sencillo, rápido y suficientemente sensible para detectar variaciones importantes de la resistencia del hilo.

Los ensayos pueden realizarse a velocidad constante de carga, a velocidad constante de extensión o a velocidad constante de vaivén. Se determinan la carga de rotura, el  $V$  de carga de rotura, el alargamiento a la rotura y el  $V$  de alargamiento a la rotura.

Desde el punto de vista de la eficiencia del proceso, el factor más importante es la frecuencia con que se producen en el hilo puntos lo bastante débiles para provocar la rotura de cabos durante el proceso. Esta variable es casi imposible de cuantificar, por lo que, en la práctica, suelen medirse otras relativamente más sencillas, a saber: carga media de rotura;  $V$  de carga de rotura; tenacidad (longitud de rotura); extensión media a la rotura; y  $V$  de extensión a la rotura.

En igualdad de condiciones, cuanto más grueso sea el hilo, más resistencia tendrá. La tenacidad es un concepto utilizado para facilitar la comparación de la resistencia a la tracción de hilos de diferentes títulos imaginándolos reducidos a una base común (unidad

tex). Un concepto similar es el de longitud a la rotura o Reisskilómetro (Rkm), que puede considerarse como la longitud (en kilómetros) de hilo suspendido que se rompería por su propio peso. En la práctica, la cifra correspondiente se calcula dividiendo la carga media de rotura en gramos por el título medio en tex. La tenacidad expresada en g/tex, así como la longitud de rotura (Rkm) expresada en km, es igual a 5,36 veces el índice de Pressley.

La interpretación de los resultados tiene gran importancia. El  $V$  de carga de rotura es una medida de la frecuencia con que se forman puntos muy débiles (o muy fuertes) con respecto al valor medio y, cuando se lo considera en unión de este último, da una idea de la proporción de puntos lo suficientemente débiles para provocar la rotura de un cabo, lo que permite al tecnólogo textil experimentado predecir el comportamiento probable del material. Puede preferirse una carga media de rotura ligeramente inferior si va acompañada de un  $V$  menor de carga de rotura.

El  $V$  de extensión a la rotura, considerado en unión del valor medio, indica la frecuencia con que se producen secciones de hilo que se rompen a una extensión excepcionalmente pequeña.

La preparación de hilos para tejedura o confección de géneros de punto entraña el devanado a gran velocidad de una bobina a otra. Esto se lleva a cabo a tensiones muy inferiores a la carga media de rotura del hilo, por lo que rara vez suelen producirse roturas de cabos. Por tanto, para obtener una cifra fiable del porcentaje de roturas en esas condiciones, es necesario ensayar hilos muy largos. Mediante un estudio del proceso de devanado propiamente dicho se puede determinar el total de roturas debidas a toda clase de causas. El número de roturas originadas por puntos débiles puede determinarse mediante un *comprobador de devanado a tensión constante*, instrumento que aplica una tensión uniforme a un hilo en movimiento. A fin de obtener resultados rápidos, las tensiones utilizadas en los ensayos son superiores a las empleadas en la práctica, lo cual tiene sus desventajas. A veces, en particular con hilos de filamento, es útil medir el esfuerzo y la deformación de los hilos en movimiento cuando se los extiende en cierto grado.

La resistencia al choque (trabajo de ruptura) se determina con un *medidor de resistencia al impacto*.

Para determinados fines, se determinan la fluencia (lenta extensión de una muestra sometida a carga constante), la relajación (lenta pérdida de tensión de una muestra sometida a alargamiento constante), la recuperación elástica y los efectos de repetidas cargas o deformaciones cíclicas (fatiga) entre límites fijados.

Las citadas técnicas también se aplican a hilos doblados y cableados. En casos particulares se precisan diferentes máquinas según el grado de resistencia, etc. Los principios son los mismos; las diferencias son de escala.

La resistencia a la tracción puede reducirse si hay un nudo en el hilo o si éste está flexionado con un pequeño radio de curvatura. Los métodos de ensayo utilizados son básicamente los mismos que en el caso de hilos normales. En el ensayo de nudos, se hace un solo nudo en cada muestra. Para el ensayo de flexión, la muestra comprende dos bucles de hilo eslabonados. Los resultados pueden compararse con los de los ensayos de hilos individuales ordinarios.

#### *Rigidez a la flexión (tiesura) del hilo*

La tiesura de un hilo afecta a la forma en que queda en el tejido, lo que tiene particular importancia en el caso de hilos de coser. La rigidez a la flexión puede calcularse dando al hilo forma de anillo, dejándolo en suspensión bajo su propio peso y midiendo la distancia a que se extiende.

#### *Fricción*

La tensión de un hilo en el proceso depende principalmente de la fricción a que esté sometido al pasar por los guía-hilos o en torno a piezas de la maquinaria. Una tensión anormal o irregular puede originar problemas tales como bobinas demasiado duras, hilos sobreestirados, alto porcentaje de roturas, y dimensiones irregulares del tejido en la tejedura de punto o frunces de costura en la confección de las prendas; también puede producir desgaste en los propios guía-hilos.

El *comprobador de fricción del hilo* mide el coeficiente de fricción del hilo cuando pasa en torno a un objeto de ensayo. Si se utiliza un hilo estándar, podrán estudiarse entonces las características de rozamiento de diferentes objetos de ensayo, tales como guía-hilos o piezas de maquinaria, y determinarse el efecto de la forma o del acabado de la superficie. De esta manera puede seleccionarse, para el hilo que se esté trabajando, el mejor guía-hilos o el

mejor acabado de superficie de alguna pieza. Al medir variaciones entre muestras de hilos, puede utilizarse un objeto de ensayo estándar. Las características de rozamiento del hilo dependen de la fibra utilizada y de la estructura del mismo, así como también de los productos de apresto y acabado (cola, lubricante, cera, etc.) que se apliquen a los hilos o fibras.

#### *Resistencia a la abrasión*

La abrasión superficial disminuye la resistencia del hilo. La resistencia a la abrasión se mide en función del número de roces necesarios para romper el hilo a una tensión inicial determinada, o de la relación entre la resistencia residual y la resistencia inicial del hilo al cabo de cierto número de roces.

A veces se somete intencionalmente a los hilos a un desgaste por abrasión, por ejemplo, para conferir cierta vellocidad a los hilos de filamento continuo.

#### *Rizado del hilo en el tejido*

Es esencial medir con exactitud la longitud del hilo al calcular el rizado (contracción, tolerancia de humedad comercial, encogimiento, etc.) de los tejidos de urdimbre y trama, al medir las hileras de malla y la longitud de bucle en los tejidos de punto, y al determinar el título de los hilos cortos. En los tejidos de hilo teñido, pueden producirse diferencias de matiz en forma de barras o listas a consecuencia de variaciones del rizado, de modo que las mediciones de éste ayudan a distinguir entre el tisaje defectuoso y el teñido defectuoso del hilo. Se extraen los hilos de una muestra de tejido cortada a determinada longitud, se enderezan a una tensión dada y se miden. Se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{Rizado (\%)} = \frac{(\text{longitud del hilo enderezado}) - (\text{longitud del hilo en el tejido})}{(\text{longitud del hilo en el tejido})} \times 100$$

## VI. Hilos de filamento

Los hilos de filamento continuo constan de uno o más filamentos que tienen la misma longitud que el hilo. Los filamentos se entruyen juntos y se arrollan directamente a una bobina. Esto produce un hilo plano, y las prendas de vestir con él confeccionadas no dan impresión de comodidad, por lo cual es frecuente dar textura a los hilos, es decir, conferirles un rizado permanente para aumentar su volumen y extensibilidad, y, en general, con objeto de hacerlos más idóneos para la confección de prendas de vestir.

Muchos instrumentos concebidos para ensayar hilos de fibras cortadas también pueden utilizarse para ensayar hilos de filamento, pero hay otros aspectos a los que se debe prestar atención.

### Ensayo de hilos de filamento

El control del tex del filamento suele reservarse al productor de la fibra. Al usuario le basta con conocer el número de filamentos de la sección transversal y la medida del tex del hilo. Los filamentos pueden contarse manual o electrónicamente. Las características de elasticidad de los hilos texturados, que dependen de condiciones del proceso tales como tensiones, temperaturas y velocidades de torsión, afectan al coeficiente de absorción del hilo y producen barrados en los tejidos, por lo que es esencial un riguroso control del proceso. El ensayo de rigidez de rizado se emplea para calcular el potencial de esponjamiento o la resistencia al rizado de hilos esponjosos y elásticos de varios filamentos. Se suspende, sumergida por completo en agua, una madeja de hilo previamente pesada. Al cabo de cierto tiempo, se mide la longitud original. Se reduce entonces la carga y, tras un nuevo intervalo, se mide la reducción de su longitud. La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$\text{Rigidez de rizado (\%)} = \frac{(\text{reducción de la longitud})}{(\text{longitud original})} \times 100$$

Los hilos experimentan relajación y encogimiento a causa de los tratamientos en húmedo y en caliente de que son objeto durante la elaboración. A menudo, los hilos se recuperan parcialmente, con el tiempo, de las deformaciones originadas por tensiones aplicadas en el curso del proceso. Cuando un hilo texturado se utiliza en la tejedura de punto o en el tisaje, se produce cierto debilitamiento del tejido, cuyo grado depende no sólo del poder de retracción del hilo,

medido mediante el ensayo de rigidez de rizado, sino también de su capacidad para llenar los espacios existentes entre los bucles o los hilos de urdimbre y de trama. La capacidad de llenar espacios está principalmente determinada por el esponjamiento y la compresibilidad del hilo. El potencial de esponjamiento del hilo se evalúa mediante un ensayo en el que se simulan condiciones de tratamiento en húmedo. Primero, se tensiona una pequeña madeja de hilo para eliminar el rizado, se corta el hilo a una longitud determinada y se deja que se contraiga dentro de un tubo. Después, se sumerge el tubo en agua en suave ebullición, lo que da lugar a una mayor relajación del hilo y a que se desarrolle por completo su potencial de esponjamiento.

### Electricidad estática

La carga electrostática se produce por el roce de sustancias diferentes. Las fibras textiles son, en su mayor parte, buenas conductoras de la electricidad (salvo cuando están muy secas) por lo que ésta se pierde sin plantear problemas. Sin embargo, algunas fibras artificiales y sintéticas, en especial los poliésteres, las poliamidas y las fibras acrílicas, son buenos aislantes eléctricos y acumulan, por ello, carga estática. Esto crea dificultades en el proceso de elaboración, en el que las fibras con cargas del mismo signo se repelen. También se plantean problemas al utilizar prendas fabricadas con dichas fibras; las prendas con cargas opuestas se adhieren, las prendas cargadas crujen o "crepitan" y a veces desprenden chispas al desvestirse el usuario, en tanto que las cargas estáticas no sólo atraen la suciedad, con lo que las prendas se ensucian muy pronto, sino que también hacen que las partículas de suciedad se adhieran tan fuertemente a la superficie de la fibra que la limpieza resulta muy difícil.

La magnitud y variación de las cargas electrostáticas pueden medirse en hilos en movimiento rápido, pudiendo asimismo ensayarse la resistencia eléctrica de las fibras, de los hilos y de los tejidos. El *comprobador de electricidad estática* mide la conductividad de las fibras, factor fundamental en la generación de electricidad estática; indica el gradiente de potencial y la cantidad de electricidad estática generada. El *medidor electrostático* mide la intensidad de la carga electrostática.

Las cargas electrostáticas captadas por los hilos de filamento pueden controlarse, en cierto grado, mediante la aplicación de aprestos antiestáticos.

## VII. Tejidos

### Propiedades del tejido

#### *Aspecto*

Frecuentemente, el aspecto y el tacto son los únicos criterios que el consumidor aplica para evaluar la calidad del tejido. Por tanto, una de las facetas más importantes del control de calidad de los productos textiles es la inspección de la tela. Toda la producción de paño crudo se hace pasar por una mesa de inspección y se examina para comprobar la uniformidad de su superficie e identificar posibles defectos, tales como puntos gruesos y finos en el hilo, efecto moiré, nudos, pasadas de trama tirante, arrugas, etc. Al mismo tiempo, pueden corregirse algunos defectos (peinar partes gruesas, desatar nudos y eliminar hilos que sobresalgan). Las marcas de aceite y los vicios importantes pueden marcarse para tratarlos en una fase posterior, por ejemplo, después del acabado, cuando vuelve a inspeccionarse la tela.

#### *Dimensiones*

Durante la inspección de la tela, la anchura se mide por medio de una escala; la longitud de la pieza se mide con un aparato medidor de longitud o cinta métrica, procurando evitar que se estire la muestra. El espesor de un material compresible, como son los géneros textiles, se define como la distancia entre dos placas separadas por el tejido a una presión predeterminada.

#### *Estructura (análisis) del tejido*

Puede conseguirse una gran variedad de efectos en los tejidos entrelazando los hilos de diferentes formas. Cortando el tejido y determinando el método de entrelazamiento de los hilos, se obtiene información sobre el ligamento o el punto del mismo. El número de cabos o pasadas por unidad de longitud puede determinarse: *a)* cortando una muestra de longitud conocida; *b)* contando el número de hilos visible en la apertura de un cuenta-hilos; *c)* utilizando un *cuenta-hilos de vaivén*; *d)* calculando el número de bandas de interferencia producidas al colocar sobre el tejido una rejilla de barras paralelas; o *e)* estudiando el diagrama de interferencia obtenido al colocar sobre el tejido una rejilla de barras cónicas. En los tejidos de punto se cuenta el número de columnas y de hileras de mallas por unidad de longitud.

El factor tupa de un tejido de urdimbre y trama es el número que indica el grado en que la superficie de una tela está cubierta por una serie de hilos (de urdimbre o trama). En un tejido de punto, es el número que indica el grado en que la superficie de dicho tejido está cubierta por el hilo. A veces, los tejidos se venden al peso. La masa por unidad de longitud, o por unidad de superficie, se determina cortando y pesando muestras rectangulares o circulares después de acondicionadas.

La masa de hilos de urdimbre o de trama por unidad de superficie se calcula dividiendo una muestra en hilos de urdimbre y de trama y pesándolos por separado.

En tejidos de punto, el hilo contado en número determinado de puntos se retira y se mide para determinar la longitud de bucle, que es la medida de la tasa de utilización del hilo.

#### *Resistencia a la tracción y alargamiento*

Se ensayan tiras de tejido a velocidad constante de carga, a velocidad constante de extensión o a velocidad constante de vaivén (véase capítulo IV). Si las mordazas no estiran la muestra en toda su anchura, el ensayo recibe el nombre de "grab" (resistencia al ensayo). Pueden prepararse curvas de carga-deformación.

#### *Resistencia al estallido y distensión*

En el caso de géneros de punto y de tejidos sometidos durante su utilización a esfuerzos biaxiales, la resistencia al estallido constituye un criterio mejor que el de la resistencia a la tracción.

Se sujeta una muestra circular sobre un diafragma elástico, al que se le dilata hasta provocar el estallido de la muestra (el cual se produce a través de los hilos de menor extensión a la rotura). La resistencia al estallido representa la presión máxima del fluido necesaria, y la distensión al estallido es el desplazamiento lineal del centro de la muestra inmediatamente antes de la ruptura.

El tejido adquiere forma de saco forma "bolsas" al ser sometido a distensión biaxial, como en el ensayo del estallido, sin alcanzar la distensión al estallido. La tendencia a la formación de bolsas o al abombado se estudia mediante una repetida distensión sin llegar a la distensión al estallido.

### *Resistencia al desgarro de tejidos de urdimbre y trama*

Los tejidos pueden ser desgarrados por cargas aplicadas gradual o repentinamente. Se hace en la muestra un corte paralelo a la urdimbre (en el caso de desgarros de la trama) o a la trama (en el caso de desgarros de la urdimbre) y las dos bandas así formadas se separan en un *extensiómetro* para desgarros lentos, o en un *aparato de ensayos balísticos* para cargas de choque. A veces es preferible efectuar dos cortes paralelos y desgarrar el tejido a lo largo de ambos lados de la lengüeta así formada.

En el desgarro lento, debido a que la carga aplicada fluctúa a medida que se va rompiendo cada hilo, es útil una traza autográfica. En el ensayo balístico, es necesario tener en cuenta la labor realizada en el estirado de la muestra antes de que se desgarre, y esto suele calcularse rasgando completamente muestras de diferentes longitudes.

### *Estirado y recuperación*

En el uso, los tejidos pueden dar de sí y las prendas deformarse. La medida en que un artículo textil es capaz de recuperar su tamaño y forma originales es, evidentemente, muy importante. Se estira una muestra de dimensiones estándar sometiéndola a una carga o extensión especificadas por debajo del punto de rotura, midiéndose la extensión en el primer caso. Después, se elimina la carga paulatinamente y se mide la extensión residual; a continuación se calculan el porcentaje de extensión y el porcentaje de extensión residual.

### *Rigidez y caída del tejido*

La rigidez a la flexión (longitud de doblado) se calcula a base de una muestra sobresuspendida y se relaciona con la longitud saliente que corresponde a una desviación angular especificada de la punta por debajo de la horizontal.

La caída, es decir, el grado en que un tejido se deforma cuando se lo deja colgar por su propio peso, puede medirse a base de la deformación bajo la fuerza de gravedad de una muestra de tejido anular inicialmente horizontal.

### *Resistencia al arrugado*

Es muy importante, pero difícil de calificar, la resistencia de un tejido a la formación de arrugas o su capacidad para recuperarse de éstas. Para hacer una evaluación visual, se introduce una muestra rectangular en un cilindro mediante una varilla, y se comprime por medio de un pistón. Al cabo de un tiempo prescrito, se retira la muestra, se la coloca

sobre un tablero, se la aplana con un rodillo y se la deja colgar durante algunas horas en posición vertical, tras lo cual se evalúa su aspecto por comparación con fotografías de muestras estándar.

La recuperación al arrugado, es decir, el ángulo que forman las dos partes de una muestra previamente plegada en condiciones prescritas de carga y de humedad, se mide en ciertas ocasiones después de retirada la carga.

### *Permeabilidad al aire*

La permeabilidad al aire es importante en tejidos para filtros, tejidos hidrófugos, etc., así como en las prendas de vestir. La velocidad del flujo de aire a través de una muestra de determinada superficie se mide a una caída de presión especificada a través del espesor del tejido.

### *Impermeabilidad*

Varios aspectos de la impermeabilidad, desde la impermeabilidad propiamente dicha a la humectabilidad, son importantes para diferentes tejidos y aplicaciones; se los evalúa de diversas formas, algunas de las cuales, como las que se indican a continuación, son muy sencillas.

*Absorción por inmersión estática.* Se sumerge una muestra en agua durante un tiempo determinado y se mide después el aumento de su masa.

*Humectabilidad.* Tiempo que tarda una gota de agua en embeberse en el tejido. Una buena humectabilidad, es decir, una rápida penetración del agua, es importante en algunos procesos textiles. Se coloca una muestra pequeña sobre la superficie del agua y se mide el tiempo de inmersión, o sea, el tiempo que transcurre hasta que se hunde.

*Tiempo de humectación.* Se extrae de un depósito de agua una tira de tejido a una velocidad especificada, y se mide el tiempo transcurrido hasta que el ángulo entre la superficie del agua y la muestra llega a los 90° C.

*Resistencia a la lluvia.* Para medir la resistencia a la lluvia, se rocían muestras con agua y luego se las compara visualmente con fotografías de muestras estándar.

*Absorción y penetración.* La superficie superior de una muestra se somete a lluvia simulada, al tiempo que, en algunos ensayos, se frota su superficie inferior. Se miden después la absorción o aumento de la masa del tejido y la penetración o cantidad de agua que pasa a través del mismo en un tiempo dado. En el ensayo de columna hidrostática, se somete una muestra a una presión de agua en aumento constante hasta que tiene lugar la penetración.

*Cambios dimensionales debidos a humectación, lavado, planchado en seco, o al vapor, etc.*

Los tejidos pueden encogerse o dar de sí en el lavado, planchado, etc. Se somete una muestra al tratamiento adecuado en condiciones cuidadosamente controladas, y se miden cualesquiera cambios dimensionales.

*Resistencia térmica*

Puede transmitirse calor a través de un tejido mediante conducción por las fibras y el aire retenido o por radiación a través de los huecos. Se utiliza como norma un material de resistencia térmica conocida, se miden los cambios de temperatura registrados a través del mismo y de la muestra, y se calcula la resistencia térmica de ésta.

*Resistencia a la abrasión*

La resistencia a la abrasión da una indicación de las propiedades de uso. Se frota una muestra textil contra una superficie abrasiva. La evaluación se basa en la pérdida de masa experimentada tras determinado número de roces o en el número de roces necesario para provocar la rotura parcial de la muestra. A veces, el grado de desgaste se representa gráficamente en función del tiempo. Toda disminución de resistencia puede calcularse mediante un ensayo de resistencia al estallido.

La abrasión es un fenómeno complejo. Los ensayos pueden limitarse a la abrasión de superficies planas, o bien puede doblarse la muestra y abraderse el pliegue. En la abrasión de pliegues, la muestra es continuamente doblada o flexionada mientras se la frota. La frotación puede efectuarse con un movimiento circular o alternativo.

*Tendencia a la formación de "bolitas"*

Las bolitas, como su nombre indica, son pequeñas esferas de fibra que se forman en la superficie del tejido. Su aparición se debe a que en la abrasión de la superficie se enrollan y enmarañan extremos de fibras sobresalientes, pudiendo llegar a eliminarse fibras enteras del tejido. La tendencia a la formación de bolitas puede estudiarse mediante *abrasímetros* ordinarios con un abrasivo y presión adecuados, o utilizando instrumentos especiales en los que se tratan pequeñas muestras en tambores de rotación rápida revestidos de abrasivo.

*Tendencia al enganchón*

En el uso, los tejidos que contienen hilos de filamento son susceptibles de enganchones. A fin de determinar el grado en que esto podría ocurrir, se hace botar sobre la superficie de la muestra una bola de púas, de modo que éstas prendan en los hilos y produzcan enganchones. El grado en que esto ocurre se evalúa en relación con fotografías de muestras estándar.

*Propiedades eléctricas*

Existen instrumentos para medir la resistencia eléctrica de los tejidos, la magnitud de cualquier carga electrostática que pueda tener, y la tendencia del tejido a generar dicha carga.

*Deslizamiento de la costura*

Se hacen costuras en las muestras, en condiciones estándar, y se mide bajo carga el deslizamiento de las mismas. Esto permite calcular la probabilidad de que el hilo se deslice en una costura.

## VIII. Alfombras

### Propiedades de las alfombras

Las alfombras y los revestimientos textiles de suelos son objeto de un uso distinto del de otros tejidos, y es importante que no se estiren ni encojan mucho en servicio. Por ello, en el caso de dichos artículos, las siguientes propiedades tienen particular importancia.

#### *Estabilidad dimensional*

La estabilidad dimensional de los revestimientos de suelos puede verse afectada por una acción mecánica, como la de andar sobre ellos, por los cambios de humedad o por el mojado.

Aplicando una carga cíclica a una muestra mediante una máquina de estiraje a velocidad constante puede tenerse una idea del estirado que podría experimentar en servicio determinado revestimiento de suelos. Para evaluar cómo influye sobre el aspecto del tejido el que se camine sobre el mismo, se reviste con una muestra de la alfombra un tambor cilíndrico que contenga un tetrápodo mecánico y se le imprime un movimiento de rotación que hace que el tetrápodo "camine" sobre la alfombra. Se compara luego el aspecto de la muestra con el material original o con una muestra de control.

La resistencia a cambios de humedad se evalúa midiendo los cambios dimensionales que se registran cuando se acondiciona una muestra por períodos especificados a humedades relativas controladas.

Para evaluar los cambios que podría originar el mojado, se seca una muestra a 60°C, se la empapa de

nuevo y se la vuelve a secar, después de lo cual se miden los cambios que haya experimentado.

#### *Pérdida de pelo*

La resistencia a la abrasión se calcula a base de la pérdida de peso del pelo tras frotar el tejido durante un tiempo determinado, o bien a base de la magnitud de frotación necesaria para dejar al descubierto el tejido de fondo.

#### *Compresibilidad y recuperación*

Compresibilidad es la deformación del pelo en condiciones de carga estática y dinámica; la recuperación se mide al cabo de tiempos especificados.

#### *Combustibilidad*

Para determinar la combustibilidad, se coloca sobre la alfombra una bola de acero calentada, y se toma nota a continuación del tiempo que la alfombra tarda en arder y del tiempo que dura el fuego residual o latente, así como del radio de los efectos de ignición. El ensayo se realiza en una cámara especial. También pueden emplearse otros métodos, como los ensayos de panel radiante y de tiras verticales. En algunos países se han promulgado leyes que estipulan ciertas normas para estos ensayos, sobre todo cuando se trata de alfombras que vayan a utilizarse en lugares públicos.

## IX. Laboratorios químicos

El laboratorio químico consta de un laboratorio de química analítica y un laboratorio fisicoquímico.

### Laboratorio de química analítica

El departamento de química analítica desempeña varias funciones importantes. Una de ellas es controlar la cantidad y calidad de las materias primas entrantes, lo que, en la mayor parte de los casos, se efectúa mediante técnicas tradicionales de análisis químico inorgánico y orgánico. Otra función es la de analizar materiales textiles, productos químicos, colorantes, productos auxiliares y materiales conexos. Los materiales textiles suelen contener sustancias no fibrosas que pueden ser de origen natural o añadirse a propósito para facilitar la fabricación o elaboración de fibras o para influir en las propiedades del producto final. A menudo es necesario eliminar tales materias no fibrosas antes de proceder al análisis químico del material textil. Por ejemplo, se requieren ensayos para detectar la presencia de materias no fibrosas con objeto de asegurarse de que la muestra es adecuada para el análisis químico o para comprobar la eficiencia de procesos tales como el lavado a fondo. A veces es preciso determinar la cantidad de materia no fibrosa presente en la fibra, a fin de comprobar, por ejemplo, si cumple alguna especificación determinada.

También es necesario el laboratorio de química analítica para facilitar el control cotidiano de procesos y para el desarrollo técnico de productos mediante la evaluación de los efectos de tratamientos químicos y la evaluación de tejidos acabados. Este laboratorio no requiere aire acondicionado y sólo precisa estar equipado de la cristalería química normal, etc. Sin embargo, en muchos casos los ensayos pueden acelerarse mediante el empleo de instrumentos especializados tales como microscopios de proyección, colorímetros o espectrofotómetros.

En el laboratorio de química analítica suelen realizarse los siguientes análisis, determinaciones, procesos y ensayos:

#### Análisis

Productos químicos utilizados en procesos textiles; por ejemplo, ácidos, álcalis, agentes oxidantes y reductores tales como peróxido de hidrógeno, hipoclorito sódico e hidrosulfito sódico  
Mezclas de fibras (análisis cuantitativo)  
Vendajes y gasa para usos médicos  
Abrillantadores ópticos  
Pastas de estampación

Jabón, total de sustancias grasas, grasas reaccionadas, grasas libres, alcalinidad total, materia insoluble y contenido de agua

Silicato sódico

Agentes tensoactivos: aniónicos, catiónicos y no iónicos

Productos auxiliares de la industria textil, por ejemplo, agentes humectantes, de igualación y almidonado, y detergentes

Fibras textiles (análisis cualitativo y cuantitativo)

Dureza del agua: total de sólidos, sólidos disueltos, alcalinidad total, cloruros y sulfatos

#### Determinaciones

Solubilidad alcalina del lino

Alcalinidad de la ceniza

Contenido de ceniza

Índice de actividad del bario (grado de mercerización)

Conductividad de extractos acuosos de fibras textiles

Contenido de materias hidrosolubles

Índice de cobre

Eficiencia de descolado de encimas (tasa de eliminación de almidón)

Estimación de la solidez de colorantes (cuba: naftoles, bases fuertes)

Propiedades de fieltabilidad de la lana

Fluidez de la celulosa

Contenido libre y total de formaldehído en resinas y en tejidos tratados con resina

Índice de azul de metileno

Relación  $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$  en baños de blanqueo

Contenido de aceite y de grasa de la lana

pH de extractos

Contenido de apresto resínico

Valor de saponificación de los aceites

Contenido de cola de los hilos

Coefficiente de solubilidad de la lana

Contenido de almidón

Contenido de cera

#### Procesos

Desgoma de la seda

#### Ensayos

Determinación de: cromo, hierro, magnesio, titanio, etc.

hidrocelulosa y oxixelulosa en algodón degradado

silicato residual en tejidos tratados con peróxido

azúcares en el algodón (ensayo de secreción dulce)

trazas de ácidos y álcalis en tejidos blanqueados



Destilación seca  
Inflamabilidad  
Identificación de la clase de colorante  
Solubilidad  
Coloración local

#### Laboratorio fisicoquímico

La labor del laboratorio fisicoquímico guarda estrecha relación con el hecho de que los materiales textiles se hallan sujetos, durante el proceso, y posteriormente durante su uso, al ataque de una gran variedad de agentes que tienden a degradar las fibras. Por ejemplo, el calor excesivo hace que algunas fibras se reblandezcan o fundan y que otras se descompongan. Algunas fibras se queman en el aire con más rapidez que otras. La luz del sol y, en menor grado, la luz artificial causan deterioros. En la fase de acabado se utilizan agentes blanqueadores, detergentes, agentes de lavado, colorantes y otros productos químicos, y los tejidos están expuestos por lo común a soluciones ácidas y alcalinas durante la operación de lavado, y a disolventes orgánicos en la limpieza en seco. A menudo, las fibras naturales, y en particular la lana, son devoradas por insectos. Los textiles también son atacados por bacterias y otros microorganismos, y pueden ser afectados por el moho.

Para determinar la resistencia de los materiales textiles a cuanto se ha indicado pueden realizarse ensayos químicos sobre muestras antes y después de exponerlas a tales situaciones. Otra posibilidad es efectuar ensayos físicos antes y después del tratamiento. Existen diversas clases de aparatos para simular y acelerar los tratamientos y controlar las condiciones de exposición. Tales aparatos se utilizan en el laboratorio fisicoquímico.

#### *Inflamabilidad*

Las propiedades que suelen determinarse para evaluar el peligro de combustión de tejidos destinados a prendas de vestir son: la facilidad de ignición, la velocidad de propagación de la llama y la cantidad de calor producido. Para hacer una evaluación completa es menester determinar las tres propiedades.

A tal fin, se prende fuego a muestras de tejido mediante una llama de una fuente estándar y se registra la extensión y el tiempo de quemado. Las

muestras no siempre dan resultados fiables, pues no se queman de la misma forma cuando constituyen prendas de vestir completas, sobre todo en el caso de algunos tejidos termoplásticos. Por tanto, las muestras deben tener formas y tamaños similares a los de las prendas que representen. Las condiciones estándar para los ensayos varían según el uso final y el país de origen.

Se requiere una fuente de calor estándar. La llama puede aplicarse, según proceda, al borde o a la superficie del tejido. Los ensayos deben efectuarse en un cuarto o recinto en el que no haya corrientes de aire.

En el caso de tejidos para alfombras, colchones y ropa de cama, también son objeto de estudio el fuego lento y la emisión de humo y de gases de combustión tóxicos.

En los ensayos de ininflamabilidad, se aplica una llama a la muestra durante cierto tiempo (12 segundos, por ejemplo) y luego se la retira. A continuación se mide el tiempo que duren las llamas y la longitud del residuo carbonizado.

#### *Solidez del color*

Aparte de la degradación de las propiedades fisicoquímicas de las fibras, también hay que tener en cuenta el efecto de la exposición a la luz sobre el color de las mismas. Todo cambio de color debido a un determinado tratamiento se determina mediante comparación visual de la muestra tratada con el material original. El grado de solidez del color se establece comparando la diferencia observada con la escala estándar de grises para la determinación de cambios de color (existe una escala especial para la resistencia a la luz). La pérdida de color de un tejido puede dar lugar a que se manchen otros en contacto con él. La solidez del color con respecto al manchado se determina poniendo a la muestra en contacto con una tela sin teñir. También existe una escala de grises para determinar el manchado.

La solidez del color de los colorantes se determina de manera análoga. Los tratamientos previos o posteriores al teñido pueden influir en los resultados. A fin de facilitar los ensayos, antes del tratamiento se pueden transformar muestras de hilo en tejido de punto y coser muestras de fibras entre dos telas sin teñir.

## X. Planta piloto

### Ensayo de materias primas

El ensayo de materias primas por técnicos competentes permite a éstos hacer una estimación del comportamiento del material durante su elaboración y de las propiedades de los productos acabados. Pero incluso si este ensayo lo realizan con gran cuidado técnicos expertos, resulta un método mucho menos satisfactorio que elaborar una muestra transformándola en hilo o tejido y ensayar luego el producto. La elaboración de partidas de muestra con maquinaria fabril corriente entraña una gran labor de organización e interrumpe el proceso de producción, por lo que siempre que es posible se utiliza una planta piloto para tal fin. En circunstancias ideales, la planta de hilatura piloto comprende:

- Una corta línea de batanes con cuatro puntos de limpieza, válvulas de paso y dispositivos para reciclar el material, a fin de proporcionar, en realidad, seis o incluso siete puntos de limpieza, dispuestos para la alimentación en forma de napa o por cargadora automática
- Una carda con equipo de alimentación en forma de napa y por cargadora automática, con autorregulador
- Un manuar con autorregulador
- Una mechera en fino pequeña
- Una continua de anillos pequeña
- Una máquina de hilatura de fibras liberadas

### Un formador de napa Una peinadora

La maquinaria debe instalarse en un local con aire acondicionado, y debe disponerse de un laboratorio anexo, bien equipado, para el ensayo de fibras e hilos.

Para el tisaje y la tejedura de punto, también deben utilizarse máquinas de tamaño natural y se las debe instalar en locales distintos, con aire acondicionado. Existen pequeñas hilanderías, así como pequeños telares para tejer muestras y máquinas de tejer muestras de punto, pero no sustituyen de manera satisfactoria a una planta piloto propiamente dicha.

Sin embargo, en lo que respecta a las operaciones de blanqueo, teñido y acabado, la maquinaria empleada es tan costosa y de tales dimensiones, y las tasas de producción son tan elevadas, que es de vital importancia disponer de una eficiente planta piloto de pequeño tamaño. Además, por supuesto, de un laboratorio de química analítica, un laboratorio fisicoquímico, un laboratorio en ensayo de textiles y, naturalmente, un eficaz control de procesos. La planta piloto debe utilizarse de modo continuo para controlar la calidad y el rendimiento sobre una base semicomercial, evaluar el comportamiento de nuevos materiales y proveedores, evaluar nuevas combinaciones de colores, dibujos y acabados, etc. En el cuadro 3 del anexo I se proporcionan más detalles al respecto.

Anexo I

INSTRUMENTOS, EQUIPO Y PROVEEDORES

En este anexo se detallan los diversos aspectos que suelen estudiarse en las diferentes secciones de la industria, con indicación de los instrumentos necesarios y de sus respectivos proveedores. A estos últimos se les asigna un número clave referido a los países a que pertenecen, y dichos números remiten al anexo II. Siempre que ha sido posible, se han incluido instrumentos sencillos y baratos, pero eficaces, además de los modernos instrumentos automáticos complejos y costosos. Se hace la distinción entre el control de procesos y la medición de la calidad del producto. La importancia de cada aspecto o instrumento de la fábrica o centro textil se clasifica de la siguiente forma:

- XXX = Imprescindible
- XX = Recomendable
- X = Util, si los fondos lo permiten
- I = Utilizado principalmente para investigación

El precio se indica de la siguiente manera:

- B = Bajo (inferior a \$2.000)
- M = Medio (\$2.000-\$5.000)
- E = Elevado (superior a \$5.000)

La lista no es exhaustiva, y en ella se indican los instrumentos y proveedores conocidos por el autor en el momento de enviar a la imprenta el presente manual. Se tiene el proyecto de actualizar esta información de vez en cuando.

La información se facilita con arreglo a los siguientes epígrafes:

*Cuadro 1. Instrumentos para el control de procesos en fábricas*

- Aspectos generales
- Hilandería
- Instalaciones de texturación

- Tejeduría (incluidos el bobinado, el plegado de la urdimbre y el encolado)
- Fábrica de géneros de punto
- Instalaciones de blanqueo, teñido y acabado

*Cuadro 2. Instrumentos para laboratorios de ensayo de textiles (fábrica o centro textil)*

- Laboratorio de fibras
- Laboratorio de filamentos
- Laboratorio de identificación de fibras
- Laboratorio de hilos
- Laboratorio de hilos de filamento/hilos texturados
- Laboratorio de tejidos
- Laboratorio de tejidos de punto
- Laboratorio de teñido y acabado
- Laboratorio de alfombras
- Laboratorio de química analítica

*Cuadro 3. Planta piloto*

*Cuadro 4. Equipo de control de calidad instalado en la línea de producción*

Los laboratorios para el control de procesos suelen ser pequeños y estar ubicados dentro de la fábrica, con fácil acceso para el personal de producción, disponiendo de instrumentos relativamente sencillos con los que pueden conseguirse resultados rápidos.

Un centro textil puede servir de laboratorio central para un grupo de fábricas o constituir un laboratorio independiente que atienda a las necesidades de una industria local o nacional. Tales laboratorios suelen contar con instrumentos tanto sencillos como avanzados y complejos, y es frecuente que dispongan de una planta piloto para ensayos de procesos. Por lo común, sus actividades comprenden cierta labor de desarrollo técnico y, con frecuencia, investigaciones básicas.

CUADRO 1. INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DE PROCESOS EN FABRICAS

*Los números clave de los proveedores remiten al anexo II*

Propiedad o ensayo	Importancia	Instrumento o método	Gama de precios	Proveedor
<i>Aspectos generales</i>				
Temperatura y humedad relativa	xxx	Termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco	B	72, 82
		Higrómetro de honda	B	72, 82
		Higrómetro ventilado	B	9, 72
		Termohigrógrafo registrador	B	9, 72, 78, 82, 85, 93
		Medidor del punto de rocío	B	72, 78, 93
		Higrómetro eléctrico	B	32, 89, 96, 97

CUADRO 1 (continuación)

Propiedad o ensayo	Importancia	Instrumento o método	Gama de precios	Proveedor
<i>Aspectos generales (cont.)</i>				
Tolerancia de humedad comercial o contenido de humedad	xxx	Estufa de secado con balanza	M	9, 34, 35, 37, 41, 44, 69, 79, 82, 105, 112, 122
		Unidad de secado rápido	M	82
		Medidor electrónico de humedad	M	24, 29, 104, 107, 109, 116
		Medidor portátil de humedad	B	7, 9, 12, 24, 34, 41, 45, 50, 82, 85, 93, 97, 119, 136
Preacondicionamiento de muestras	xxx	Sicrómetro de bolsillo	B	7, 9, 34, 45, 65, 93
		Cámara de acondicionamiento	M	9, 34, 35, 41, 50, 97
Peso	xxx	Balanza para textiles (diversos tipos)	B	4, 9, 11, 26, 29, 32, 34, 35, 37, 40, 42, 50, 62, 63, 79, 82, 94, 100, 142
		Medidores de longitud	B	6, 9, 44, 54, 81, 98
Tasas de producción, etc.	xxx	Máquinas para pesar	M	44, 68
Temperatura	xxx	Termómetros	B	44, 45, 74
Velocidad de piezas giratorias	xxx	Tacómetros	B	6, 9, 18, 34, 35, 44, 54, 76, 80, 81, 98, 111
		Tacómetro electrónico		20, 29, 44, 52, 66, 94
		Estroboscopio	B	9, 16, 29, 34, 44, 50, 82
Velocidad del hilo	xxx	Cronómetro	B	
		Medidor de velocidad del hilo	B	9, 34, 44, 54, 81, 95, 97, 114
Tensión del hilo	xx	Tensiómetro portátil	B	19, 30, 33, 54, 57, 59, 65, 82, 97, 108
		Tensiómetro electrónico	F	29, 59, 102, 106, 108, 113, 141
Excentricidad del cilindro	xxx	Pesos tensores		
Vibración del cilindro	xxx	Ensayador de excentricidad	B	94, 108
		Ensayador de la vibración del cilindro	B	94
Vibración del huso	xx	Ensayador de la vibración del huso	B	34
Posición del huso	xxx	Dispositivo para centrar el huso	B	44, 57
Presión del cilindro	x	Medidor de la presión del cilindro	B	18, 34
Dureza de las bobinas	x	Aparato para el control de la dureza	B	18, 34, 44, 50, 63, 82, 108, 133
Ajustes	xxx	Calibres de ajuste	B	
Examen microscópico	xxx	Microscopio	B	9, 29, 32, 44, 50, 57, 87, 97
		Microscopio de polarización	M	
		Microscopio electrónico	F	16, 25, 39
		Microscopio electrónico de exploración por barrido	F	16, 25, 62, 71
Evaluación visual	xx	Instrumentos ópticos	B	17, 25, 56, 87
Alumbrado especial	xx	Lámparas de laboratorio	B	16, 25, 29, 62
Velocidad del aire	xx	Anemómetro	B	44
<i>Alfarrería</i>				
Identificación de fibras y propiedades de éstas		Véase cuadro 2, <i>Laboratorios de fibras, filamentos y de identificación de fibras</i> , especialmente los artículos indicados como importantes para la fábrica.		
Peso de la bala	xxx	Máquina para pesar (de plataforma)	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Producción diaria de desperdicios	xxx	Máquina para pesar (de plataforma)	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Tolerancia de humedad comercial o contenido de humedad	xxx	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra		
Longitud de la napa	xxx	Cinta métrica o marcas en el suelo	B	
Peso de la napa	xxx	Balanza de napas (pueden estar incorporadas al batán)	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
		Balanza compensadora de la humedad	B	94
Corrección de la humedad en el peso de la napa	xxx	Balanza	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , (balanzas) supra
Desperdicios de cada elemento	xxx			
Regularidad de la napa		Aparato comprobador de la regularidad de las napas	M	30, 50
Peso metro por metro	xxx	Plantilla y balanza	B	
Uniformidad transversal	xxx	Placa de inspección iluminada	B	30, 50
Medición continua	xx	Comprobador electrónico de la uniformidad o regularímetro	F	65
		Selector de peine o de rastra	B	Véase <i>Laboratorio de fibras</i> , cuadro 2
Rotura de las fibras	x	Clasificador fotoeléctrico	M	Véase <i>Laboratorio de fibras</i> , cuadro 2
Poder de limpieza	xxx	Analizador de impurezas	F	Véase <i>Laboratorio de fibras</i> , cuadro 2
Desperdicio de cerda	xxx	Balanza	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra

Propiedad o ensayo	Importancia	Instrumento o método	Gama de precios	Proveedor
<i>Hilandería (cont.)</i>				
Borra de chapones	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra
Estado del alambre de garnición de carda	xxx	Máquina de inspección del alambre de garnición de carda	B	40, 75
Botones en el velo	xxx	Plantillas para contar botones	B	94
Título de la cinta o de la mecha	xxx	Regulador de hilos y balanza	B	3, 9, 32, 34, 35, 37, 50, 63, 79, 82
Cohesión de la fibra	x	Medidor de cohesión	M	108
Irregularidad de la cinta o de la mecha	xxx	Regularímetro mecánico	M	34, 65
		Regularímetro electrónico	E	34, 65
Variaciones periódicas	xxx	Analizador electrónico de longitudes de onda	E	34, 65
Extracción de desperdicios de la peinadora	xxx	Balanza para mermas de peinadora	B	Véase Aspectos generales, supra
Eficiencia de fraccionamiento	xx	Seleccionador de fibras	B/M	Véase Laboratorio de fibras, cuadro 2
Botones en la cinta o en la mecha	xx	Contador de botones	B	15, 34, 63
Torsión de la mecha	xxx	Tacómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
Título del hilo	xxx	Cinta métrica metálica (y balanza)	B	Véase Laboratorio de hilos, cuadro 2
Irregularidad de los hilos	xxx	Regularímetro electrónico	E	34, 65
Aspecto del hilo	xxx	Cartones de inspección	B	3, 15, 32, 34, 35, 37, 50, 79, 82
		Tambores de inspección	B	
Torsión de los hilos	xxx	Tacómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
		Torsión de bolsillo	B	18, 94
		Tensiómetro	B	5, 9, 18, 32, 34, 35, 37, 50, 79, 82
Tensión del hilo	xx	Tensiómetro portátil	B	Véase Aspectos generales, supra
		Tensiómetro electrónico	E	Véase Aspectos generales, supra
Velocidad del huso	xxx	Tacómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
Porcentaje de roturas	xxx	Cronómetro	B	
Tamaño y forma de la bobina	xxx	Plantilla	B	
Densidad de la bobina	x	Durómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
Peso de lo siguiente:				
carga ("doff")	xxx	Máquina para pesar	M	Véase Aspectos generales, supra
atado de madejas	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra
bala de atados de madejas	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra
cono	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra
bala de conos	xxx	Máquina para pesar	M	Véase Aspectos generales, supra
<i>Instalaciones de texturación</i>				
Velocidad de la máquina de falsa torsión	xxx	Tacómetro electrónico	B	77
Tensión del hilo	xxx	Tensiómetro electrónico	E	77
Temperatura del calentador	xxx	Pirómetro	B	44
<i>Tejeduría (incluidos el bobinado, el plegado de la urdimbre y el encolado)</i>				
Identificación de las fibras	x	Véase Laboratorio de identificación de fibras, cuadro 2		
Propiedades de las fibras	x	Véase Laboratorio para fibras y filamentos, cuadro 2		
Propiedades de los hilos	xx	Véase Laboratorio para hilos, cuadro 2		
Peso de la bala de conos	xxx	Máquina para pesar	M	Véase Aspectos generales, supra
Peso del cono	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra
Diámetro de canilla	xxx	Calibres o galgas	B	
Dureza de la canilla	xx	Durómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
Regulado de los purgadores de hilo	xxx	Galgas de ajuste	B	Véase Aspectos generales, supra
Defectos del hilo	xxx	Purgador electrónico	E	40, 65
Eficiencia de purgado				
Roturas de cabos en el plegado de la urdimbre	xx	Cronómetro	B	
Roturas de cabos en el encolado	xx	Cronómetro	B	
Temperatura de la cola	xxx	Termómetro	B	Véase Aspectos generales, supra
Viscosidad de la cola	xxx	Viscosímetro	B	9
		Viscosímetro portátil	B	9
Concentración de la cola	xxx	Refractómetro	B	9
Análisis de la cola	xxx	Hidrómetro (laboratorio químico)	B	

CUADRO 1 (continuación)

Propiedad o ensayo	Importancia	Instrumento o método	Gama de precios	Proveedor
<i>Tecjeduría (incluidos el bobinado, el plegado de la urdimbre y el encolado) (cont.)</i>				
Absorción de cola	xxx	Máquina para pesar plegadores	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Velocidad del hilo	xxx	Medidor de velocidad del hilo	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Alargamiento del hilo (durante el encolado)	xxx	Medidor de velocidad del hilo	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
		Medidores de longitudes	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
		Medidor del encogimiento	E	35
Humedad del plegador encolado	xxx	Higrómetro portátil	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
		Sicrómetro de bolsillo	B	
Resistencia al desgaste del hilo	xx	Abrasímetro para hilos	B	34
Anchura del tejido en el telar	xxx	Escala	B	
		Pasadas para obtener una determinada longitud	B	
Hilos por unidad de longitud	xxx	Lupa	B	
		Rejillas de barras	B	9, 94
Densidad del peine	xxx	Rejillas de lengüeta	B	9, 94
Masa por unidad de superficie	xxx	Plantilla y balanza	B	
Contracción de la urdimbre durante el tisaje	xxx	Medidor de longitudes	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Tensión de la urdimbre	xxx	Tensiómetro de urdimbre	B	18, 34, 97
Tensión de la trama	xxx	Tensiómetro de devanado de los hilos de la trama	B	18, 34, 94, 97, 108
Aceleración de la lanzadera	x	Acelerómetro	M	1
Aspecto de la tela en el telar				
Dibujo	xxx	Observación		
Ecartamiento de los hilos de urdimbre				
Puntos gruesos y finos del hilado				
Nudos				
Efecto moiré				
Aspecto de la tela (defectos de tisaje, marcas de aceite, barrado, etc.)	xxx	Mesa de inspección	B	
Dibujo de la tela	xxx	Diseción	B	
Hilos por unidad de longitud	xxx	Lupa	B	94
		Rejillas de barras		
		Cuentahilos		
Anchura de la tela	xxx	Escala	B	
Longitud de la pieza	xxx	Cinta métrica	B	
		Cinta métrica metálica	B	18
Peso de la bala de tela	xxx	Máquina para pesar	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
<i>Fábrica de géneros de punto</i>				
Velocidad del hilo	xxx	Medidor de velocidad del hilo	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
		Controlador de la velocidad del hilo	E	99
Longitud/bucle del hilo	xxx	Comprobador de la longitud del hilo absorbido por malla	B	6, 34, 43, 97
Tensión del hilo	xxx	Tensiómetro	E	Véase <i>Aspectos generales</i> , supra
Tensión del hilo a través de la tela	x	Tensiómetro para telas	E	138
Consumo de hilo por dispositivo alimentador	xxx	Comprobador de la longitud de las hileras de mallas	B	9, 18, 46, 94, 97, 123, 134
		Comprobador portátil de la longitud de las hileras de mallas	B	6
Defectos del tejido	x	Explorador por barrido electrónico	E	105, 135
Filamentos rotos (urdimbre)	xx	Detector de filamentos rotos	M	115
Densidad de mallas	xx	Medidor de densidad de mallas	B	4, 44
Contracción	xx	Medidor de la contracción	B	88, 94
Encogimiento	xx	Medidor del encogimiento	B	140, 142
Hileras de mallas del tejido	xx	Contador automático de hileras de mallas	M	94, 125
			M	94, 125
<i>Instalaciones de blanqueo, teñido y acabado</i>				
Propiedades de las fibras	x	Véase <i>Laboratorio de fibras</i> , cuadro 2		

Propiedad o ensayo	Importancia	Instrumento o método	Gama de precios		Proveedor
<i>Instalaciones de blanqueo, teñido y acabado (cont.)</i>					
Identificación de las fibras	x	Véase Laboratorio de identificación de fibras, cuadro 2			
Propiedades del hilo	x	Véase Laboratorio de hilos, cuadro 2			
Propiedades básicas del tejido	xxx	Véase Tejeduría, supra			
Aspecto del tejido crudo	xxx	Mesa de inspección	B		
Aspecto después del gaseado y del lavado a fondo	xxx	Mesa de inspección	B		
Presencia de almidones después del desencolado del lavado	xxx	Ensayo al yoduro potásico <sup>a</sup>	B		
Presencia de cera después del lavado a fondo	xxx	Ensayo al azul de metano <sup>a</sup>	B		
Absorbencia de agua después del lavado a fondo	xxx	Ensayo de tiempo de inmersión (cronómetro)	B		
Contenido en álcalis del baño de blanqueo	xxx	a	B		
Grado de blancura (después del blanqueo y del lavado)	xxx	Reflectómetro	M	4, 9, 41, 120	
Permanencia de la blancura (después de la exposición)	xxx	Reflectómetro	M	4, 9, 41, 120	
Efecto de los abrillantadores ópticos	xxx	Reflectómetro	M	4, 9, 41, 120	
Contenido de ceniza (después del lavado a fondo)	xxx	Horno de mufla	M	9, 60	
Grado de mercerización	xxx	Microscopio	B	Véase Aspectos generales, supra	
Concentración de iones hidrógeno en el líquido de teñido	xxx	Indicadores del pH	B	9, 14, 90, 144	
		Medidor del pH	M	9, 45	
Absorción del colorante	xxx	Balanza	B	Véase Aspectos generales, supra	
Intensidad de color (después del teñido o del estampado)	xxx	Colorímetro	F	2, 9, 49, 55, 118	
Precisión del dibujo estampado	xxx	Observación			
Contenido de resina (después del acabado)	xxx	a			
Contenido de formaldehído libre (después del acabado)	xxx	a			
Contenido de agentes de acabado	x	a			
Tipo de acabado	x	a			

<sup>a</sup> Se determinan estas propiedades, o se realizan los ensayos, en un laboratorio químico.

CUADRO 2. INSTRUMENTOS PARA LABORATORIOS DE ENSAYO DE TEXTILES (Fábrica o centro textil)

Los números clave correspondientes a los proveedores remiten al anexo II

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de fibras</i>					
Grado (algodón)	Serie de muestras tipo	x	x	B	Oficina Nacional de Normas y CATGO (anexo IV)
Contenido de humedad Preacondicionamiento	Véase Aspectos generales, cuadro 1	xxx	xxx		
	Laboratorio acondicionado	xxx	xxx	F	
	Cámara de acondicionamiento	xxx	xxx	M	Véase Aspectos generales, cuadro I
Muestreo	Manual o mediante tomamuestras de fibras	xxx	xxx	B	34, 62, 63, 108
Longitud de las fibras					
<i>fibras cortas:</i>					
Longitud de las fibras cortadas	A mano	xxx			
Medición de fibras individuales	Seleccionador de fibras fotoeléctrico (1)	x	xx	F	3, 9, 62, 63
	A mano		1		
Diagramas de frecuencias	Seleccionador de peine	x	xxx	B	9, 32, 40, 50, 65, 94
	Seleccionador de rastra		1	B	50

CUADRO 2 (continuación)

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de fibras (cont.)</i>					
Longitud de las fibras					
fibras largas:					
Medición de fibras individuales	A mano	x	xx		
	Semiautomática	x	xx	M	100
Sujeción del mechón de fibras	Mordaza		l	B	94
Diagrama de fibras	Seleccionador de peine	x	xx	B	94
Longitud de las fibras cortadas	Seleccionador fotoeléctrico (2)	x	xx	E	3, 63, 100
Color	Colorímetro		xx	M	62
Finura:					
Sección transversal	Micrótopo		xx	B	4, 97
Diámetro	Equipo para tomar secciones de fibras		xxx	B	9, 94
	Microscopio de proyección		xxx		Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Peso/cm:					
Fibra completa	Balanza de torsión		l	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Fibra cortada	Cortadora de fibras				Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Valor micronaire	Aparato portátil de ensayo por flujo de aire		xx	B	4, 100
	Aparato de ensayo por flujo de aire	xxx	xxx	B	4, 9, 40, 50, 62, 94, 97
Diámetro de la fibra (lana)	Aparato de ensayo por flujo de aire (lana)	xxx	xxx	M	34, 62, 100
	Medidor de finura sónico		l	M	9
Madurez (algodón)					
Índice de inmadurez	Microscopio		xx		Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Tintura diferencial	Evaluación visual		xx		
Luz polarizada	Microscopio de polarización		xx	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Índice de madurez	Aparato de ensayo por flujo de aire	xxx	xxx	B	Véase "Valor micronaire", <i>supra</i>
Finura/madurez	Medidor de finura/madurez		l	E	94, 97
Propiedades de tracción:					
Fibras individuales					
	Extensiómetro para fibras individuales		l	E	16, 21, 23, 34, 78, 97
Haces de fibras	Extensiómetro para haces de fibras	xxx	xxx	M	9, 40, 50, 62
	Máquina autográfica para ensayo de haces de fibras		l	M	34, 62
Cuenta de botones (algodón)	Balanza (y almohadillas de presentación)		xx	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Potencial de formación de botones	Aparato de ensayo por flujo de aire	xxx	xxx	B	Véase "Valor micronaire", <i>supra</i>
	Carda pequeña		xx	B	34, 63, 108
Contenido de impurezas (o de borra)	Analizador de impurezas	xxx	xxx	E	9, 34, 88
Propiedad de fieltro (lana)	Propiedad de fieltro				
	Aparato de ensayo de fieltro	xx	xx	B	11
<i>Laboratorio de filamentos</i>					
Tex	Vibroscopio		l	M	32
Sección transversal	Aparato para la toma de secciones transversales		xxx	B	94
Uniformidad	Aparato de falsa torsión	xx		B	34
Propiedades de tracción	Aparato de ensayo tipo vibrador		l	E	32, 34, 108
Propiedades elásticas	Elasticómetro		l	M	32, 34, 44, 103
Flexibilidad	Microbalanza de brazos		l	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Fatiga por flexión	Aparato de ensayo de la fatiga por flexión		l	M	34
Rizado	Medidor de rizado		xx	B	41, 94
Rigidez del rizado	Medidor de la rigidez del rizado		xxx	B	44, 94
Insortijado					
Estabilidad del rizado	Medidor del ensortijado		l	B	34



Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de filamentos (cont.)</i>					
Resistencia eléctrica	Aparato de ensayo de la resistencia eléctrica		I	E	108
Carga electrostática	Voltámetro electrostático		I	M	108
<i>Laboratorio de identificación de fibras</i>					
Perfil, sección transversal y superficie	Microscopio	xxx	xxx	B	Véase Aspectos generales, cuadro 1
	Microscopio de polarización (fibras artificiales y sintéticas)		xx	M	Véase Aspectos generales, cuadro 1
	Micrótopo		I	B	44, 94
	Equipo de montaje, seccionamiento y toma de impresiones		xx	B	94
	Microscopio electrónico		I	E	Véase Aspectos generales, cuadro 1
	Microscopio electrónico de exploración por barrido		I	E	Véase Aspectos generales, cuadro 1
Reacción al calentamiento	Mechero de Bunsen	xxx	xxx	B	
Respuesta a temperatura fija	Microscopio de platina caliente		I		Véase Aspectos generales, cuadro 1
Respuesta a temperatura fija	Microscopio de platina caliente y cristales		I		Véase Aspectos generales, cuadro 1
Presencia de cloro y nitrógeno	<sup>a</sup>	xx	xx		
Reacción al manchado	Equipo de coloración de fibras	xx	xx	B	94
Solubilidad	Diversos reactivos <sup>a</sup>	xx	xx	B	
Torsión en seco			x		
Absorción de infrarrojos	Espectrómetro de infrarrojos		I	E	
Cambio de peso con la temperatura	Termobalanza		i	E	53
Cambio de estado con la temperatura	Analizador térmico		I	E	53
Análisis de ceniza de fibras	Microscopio	xx	xx		Véase Aspectos generales, cuadro 1
Análisis de mezclas	Microscopio y equipo de coloración	xxx	xxx		Véase Aspectos generales, cuadro 1
Disolución de componentes	Disolución de componentes <sup>a</sup>		xxx		
Espectrofotometría infrarroja	Espectrómetro de infrarrojos		I	E	90
<i>Laboratorio de hilos</i>					
Título del hilo:					
Normal	Cinta métrica metálica (y balanza)	xxx	xxx	B	3, 9, 11, 29, 32, 34, 35, 36, 38, 41, 44, 50, 79, 82, 94
Muestras pequeñas	Escala y balanza		xxx	B	79
Muestras de tejido	Plantilla y balanza		xxx	B	79
Diámetro	Microscopio de proyección		I	B	Véase Aspectos generales, cuadro 1
Torsión	Torsiómetro:	xxx	xxx		
	Manual			B	} 4, 41, 44, 79, 82, 94, 108, 130, 142
	Motorizado			B	
	Semiautomático			B	
	Automático			B	
Continuo			B		
Torsión de hilos retorcidos	Torsiómetro o desdoblador de hilos	xxx	xxx	B	Véase Torsión, supra
Nerviosidad de la torsión	Ensayador de bucles	xxx		B	40
<i>Uniformidad:</i>					
Variación del título	Cinta métrica metálica	xxx	xxx	B	Véase Título del hilo, supra
Corte y peso	Plantilla		I	B	
Irregularidad general	Regularímetro electrónico	xxx	xxx	E	34, 65
Variaciones periódicas	Analizador electrónico de longitudes de onda	xxx	xxx	E	34, 65
	Indicador de imperfecciones	xxx	xxx	E	34, 65
Puntos gruesos o finos Aspecto	Tablas de inspección (configuración rectangular o trapezoidal)	xx	xxx	B	} 3, 32, 34, 35, 37, 44, 50, 79, 82
	Tambor de inspección (configuración cilíndrica o cónica)	xx	xxx	B	

CUADRO 2 (continuación)

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de hilos (cont.)</i>					
Vellosidad	Bobinadora de inspección	xx	xxx	B	3, 32, 34, 35, 37, 44, 50, 79, 82
	Armario de observación	xx	xxx	B	
	Tablas o tambores de inspección	xxx		B	Véase <i>Aspecto</i> , supra
	Medidor de la vellosidad		xx	M	94
Resistencia a la abrasión	Abrasímetro para hilos	xx	xx	B	41
Potencial de formación de botones	Tablas o tambores de inspección	xxx		B	Véase <i>Aspecto</i> , supra
Contenido de nudos	Tablas de inspección	xxx		B	Véase <i>Aspecto</i> , supra
Contenido de impurezas	Tablas de inspección	xxx	xxx	B	Véase <i>Aspecto</i> , supra
	Indicador de imperfecciones	xxx	xxx	F	Véase <i>Puntos gruesos o finos</i> , supra
Propiedades de tensión de hilos individuales <sup>b</sup> :					
A velocidad constante de carga	Medidor de VCC:				
	Manual	}	xxx	xxx	29, 34, 63, 65, 68, 130
	Motorizado				
Automático					
A velocidad constante de extensión	Medidor de VCE:				
	Manual	}	xxx	xxx	9, 11, 16, 29, 33, 41, 44, 68, 82, 108, 121, 130
	Motorizado				
Automático					
A velocidad constante de vaivén	Medidor de VCV:				
	Manual	}	xxx	xxx	3, 29, 34, 35, 37, 40, 44, 50, 68, 79, 130
	Motorizado				
Semiautomático					
Ciclos de carga Ciclos de extensión Recuperación elástica Relajación Fluencia	Medidor de VCE	}	I	E	Véase "Propiedades de tensión de hilos individuales" (VCE), supra
Resistencia de hilos múltiples	Dinamómetro para hilos múltiples		I	E	3
Resistencia de las madejas	Dinamómetro para madejas:				
	Manual	x		B	32, 79
	Motorizado	xx	xxx	M	41, 79, 82
Resistencia al impacto	Ensayador balístico	x	xx	B	40, 79
Trabajo de ruptura					
Predicción de roturas de cabos	Bobinadora de tensión constante		I	E	16, 35, 41, 59, 94
Esfuerzo/deformación del hilo en movimiento			I	M	29
	Flexibilidad	Medidor de la rigidez del hilo	I	B	94
Compacidad	Medidor de compacidad		I	B	94
Fricción	Medidor de fricción cinética		I	B	16, 32, 41, 50, 59, 94, 100, 108, 123, 142
Resistencia a la abrasión	Medidor de la fricción lineal		I	B	100
<i>Laboratorio de hilos de filamento/hilos texturados</i>					
Número de filamentos presentes	Contador electrónico de filamentos	xx	xx	M	9, 94
Roturas de cabos a tensión constante	Bobinadora de tensión constante	x	x	E	16, 35, 41, 59, 94
	Ensayo de anillo cargado		xxx	B	9, 94
Tiesura	Aparato de ensayo de falsa torsión		I	B	34, 127
Desigualdad de los filamentos					
Variación del tex					
Uniformidad	Medidor electrónico de uniformidad	xxx	xxx	E	34, 65
Propiedades elásticas	Medidor de la deformación		I		16, 32, 34, 44, 59, 108
Potencial de esponjamiento	Ensayador de tubo	xx	xxx	B	9, 94
Relajación	Medidor de la rigidez del rizado			B	9, 94
Encogimiento	Medidor de la contracción			B	16, 29, 33, 34, 44, 59
Nerviosidad de la torsión	Medidor del ensortijamiento		xx	B	40
Torsión residual					
Grado de enmarañamiento (hilos entrelazados)	Medidor del enmarañamiento		I		59
Resistencia eléctrica	Ensayador de la resistencia eléctrica		I		108
Carga electrostática	Voltímetro electrostático		I		108
Tendencia a generar electricidad estática	Dispositivo de medidor de la carga estática		I		59, 101, 108, 129

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de fibras</i>					
Peso de la hala de tela	Máquina para pesar	xxx		M	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro I
Aspecto de la tela	Mesa de inspección	xxx		B	
Anchura de la tela	Escala	xxx			
Longitud de la pieza	Cinta métrica o rueda de medir	xxx		B	16
Estructura de la tela	Disección o cuenta				
Hilos/unidad de longitud	Lupa	xxx	xxx	B	} 17, 94
	Rejillas de barras	xxx		B	
	Cuentahilos		xxx	B	
Masa por unidad de longitud	Escala y balanza				
Masa por unidad de superficie	Plantilla y balanza	} xxx	} xxx	} B	
Masa de urdimbre (o trama) por unidad de superficie	Plantilla y balanza (disección)				
Título del hilado de la tela	Balanza de número directo	x	xxx	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro I
Rizado del hilo en la tela	Escala		xxx	B	
Longitud del hilo en la tela	Escala		xxx	B	
Torsión del hilo	Torsiómetro		xxx	B	Véase <i>Laboratorio de hilos</i> , supra
Espesor de la tela	Espesímetro		1	B	9, 41, 54, 94, 117
Compresibilidad	Espesímetro		1	B	9, 55, 94
Aspecto de barrado	Analizador de barras de los tejidos	xx	xxx	M	101
Propiedades de tracción	} Extensiómetro para tejidos	} x	} xxx	} E	} 3, 4, 9, 11, 33, 37, 41, 50, 79, 82, 108, 121, 130
Resistencia a la deslaminación					
Resistencia a la peladura					
Resistencia al desgarramiento-impacto					
Resistencia al impacto	} Ensayador balístico	} x	} xxx	} M	} 34, 41, 79
Resistencia al desgarramiento-impacto					
Trabajo de ruptura	} Medidor del deslizamiento de las costuras	} x	} xx	} B	} 82
Deslizamiento de las costuras					
Aptitud para la costura	Ensayador de la aptitud para la costura	x	xx	B	83
Resistencia al estallido y distensión	} Eclatómetro	} x	} xxx	} M	} 9, 21, 32, 37, 41, 50, 51, 82, 130
Formación de sacos o abombado					
Resistencia a la abrasión (plano, orillo, punto de inflexión)	Eclatómetro portátil	x	xxx	M	79, 103, 111, 121, 142
	Abrasímetro	x	xxx	B	4, 9, 34, 37, 41, 50, 79, 82, 83, 100, 103, 137, 139, 142
Resistencia al enganchado	Acelerador de la abrasión		xxx	B	9, 101, 108
	Ensayador de la resistencia al enganchado		xxx	M	94, 108
Resistencia a la vellosidad	Medidor de vellosidad		xxx	B	9, 94
Resistencia a la formación de bolitas	Controlador de la formación de holitas		xxx	B	22, 35, 41, 82, 101, 108, 142
	Controlador portátil de la formación de bolitas		x	B	6
Características de fatiga	Ensayador de la fatiga tipo vibrador		1	M	34
Tiesura	} Ensayador tipo ménsula	} x	} xx	} B	} 4, 94
Longitud de doblado					
	Ensayador de bucles en forma de corazón	xx	xx	B	34, 94
Rigidez a la flexión	Ensayador del doblado cíclico		x	B	9, 94
Suavidad	Ensayador de la suavidad		x	B	41
Recuperación del arrugado	Ensayador de la recuperación de las arrugas	x	xxx	B	9, 34, 41, 50, 94
Recuperación del arrugado	Ensayador de la recuperación de las arrugas	x		B	41, 108, 114
Caída	Medidor de la caída	x	xxx	B	4, 82
Permeabilidad al aire	Ensayador de la permeabilidad al aire	x	xxx	M	9, 35, 41, 94, 100, 117, 140
Tamaño de los poros	Porosímetro		xx	B	94
Carga electrostática	Voltímetro electrostático		1	F	34, 108
Resistencia eléctrica	Ensayador de la resistencia eléctrica		1	F	108
Tendencia a generar carga electrostática	Dispositivo de ensayo de la carga estática		1	F	108

CUADRO 2 (continuación)

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de fibras (cont.)</i>					
<b>Impermeabilidad:</b>					
<b>Absorción:</b>					
Inmersión estática	Cronómetro (y balanza)	xxx	xxx	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Tiempo de remojo	Cronómetro	xxx	xxx	B	
Tiempo de inmersión	Cronómetro	xxx	xxx	B	
Tiempo de humectación	Cronómetro	xxx	xxx	B	
Resistencia a la lluvia	Ensayador de resistencia a la lluvia	xx	xxx	B	13, 41, 100, 108
Absorción y penetración	Ensayador por rociado y fricción	xx	xxx	M	79, 107, 126
Resistencia a la penetración	Controlador de columna hidrostática	xx	xxx	M	35, 41, 94, 132
Encogimiento	Medidor del encogimiento	xx	xxx	B	20, 34, 41, 136
Resistencia al moho	Equipo de ensayo de ocultación bajo tierra		xxx	B	34
Resistencia a la putrefacción	Equipo de ensayo de resistencia a la putrefacción		xxx	B	34
Resistencia a las manchas	Ensayador de resistencia a las manchas		xxx	B	34
Resistencia al ensuciamiento	Ensayador de resistencia al ensuciamiento		xxx	B	9, 94, 108
Conductividad térmica	Ensayador de placa secadora		xxx	B	34, 41
Aislamiento					
Inflamabilidad	Ensayador de inflamabilidad	xx	xxx	B	41, 47, 108, 110, 142
Ininflamabilidad	Aparato de ensayo de resistencia a la llama		xxx	B	41, 47, 108, 110, 128, 142
Grado de lustre	Brillancímetro	x	xxx	B	4, 41, 120
Grado de blancura	Reflectómetro	xxx	xxx	M	4, 9, 41, 44, 120
Intensidad del color		Reflectómetro portátil	xx	xx	M
Brillantez óptica	Lámpara ultravioleta	xx	xxx	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Presencia de abrillantadores ópticos					
Matizado de los colores	Colorímetro	xx	xx	F	2, 41, 44, 56, 120
Solidez del color	Escala de grises	xxx	xxx	B	British Standards Institution (anexo IV)
Cambio del color					
Manchado					
<i>Laboratorio de tejidos de punto</i>					
Hileras de malla por unidad de longitud	Lupa	xxx	xxx	B	9, 94
Columnas por unidad de longitud	Rejillas de barras	xxx	xxx	B	9, 94
Densidad de mallas	Mallímetro			B	4
Bucle/longitud del hilo	Medidor de la longitud las mallas	xxx	xxx	B	6, 34, 97
Consumo de hilo	Medidor de la longitud de las hileras de mallas	xxx	xxx	B	9, 18, 46, 94, 97, 123
	Medidor portátil de la longitud de las hileras de mallas	xx		B	6
Extensibilidad estática	Ensayador de la extensión estática	x	xxx	B	108
Propiedades elásticas	Elastómetro	x	xxx	M	32, 34, 103
Formación de sacos o abombado	Elatómetro	x	xxx	M	Véase <i>Laboratorio de tejidos</i> , supra
Resistencia al estillado					
Distensión					
Barrado	Escala de barrado	x	x	B	9, 94
Mallas dañadas	Comprobador de pérdida de color	x	x	B	82
Encogimiento	Medidor del encogimiento de las mallas de punto	x	x	B	34, 41, 89
<i>Laboratorio de teñido y acabado<sup>c, d</sup></i>					
Propiedades físicas de los tejidos	Véase <i>Instalaciones de blanqueo, teñido y acabado</i> , cuadro 1				
Inspección	Lámpara ultravioleta	xx	xxx	B	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
<b>Solidez del color a lo siguiente:</b>					
Luz diurna	Comprobador de pérdida de color	xx	xxx	M	9, 21, 25, 101
Intemperie con luz artificial (lámpara de arco de carbón)	Ensayador de resistencia a la intemperie	xx	xxx	M	25, 41

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de teñido y acabado<sup>c, d</sup></i>					
(cont.)					
Manchado con agua, ácido o alcali	Pipeta	xx	xxx		
Agua	Ensayador de placa				
Agua de mar	Perspirómetro	xx	xxx	M	9, 25, 101
Agua clorada	Ensayador de resistencia al manchado				
Lavado					
Tratamientos ácidos y alcalinos	Rueda de lavar	xx	xxx	M	22, 25, 47, 101
	Lauderómetro				
Blanqueos (cloro y peróxido)					
Limpieza en seco	Ensayador de limpieza en seco		xx	M	41, 101
Sublimación	Plancha manual	xx	xxx	B	
Planchado con plancha manual	Ensayador de planchado	x	xxx	M	8, 25, 92
Chamuscado	Ensayador de chamuscado	xx	xxx	B	9, 25, 92, 101, 142
Planchado en seco con prensa	Prensa de placa secadora	xx	xxx	B	70
Planchado al vapor	Prensa de vapor	xx	xxx	B	41
Abatanado (alcalino o ácido)	Rueda de lavar	xx	xxx	M	22
Fieltramamiento	<sup>a</sup>	xx	xxx		
Roce	Ensayador de resistencia al roce	xx	xxx	B	9, 94
	Abrasímetro	xx	xxx	B	9, 50, 101
Limpieza fuerte	Ensayador de limpieza fuerte	xx	xxx	B	41
Merceerización	Máquina de merceerizar <sup>a</sup>	xx	xxx	B	41
Hervido en sosa	Autoclave de cocción	xx	xxx	B	41, 142
Gases de combustión	Ensayador de solidez a los gases de combustión <sup>a</sup>	x	xxx	B	
Carbonización	Horno de secar y de cocer	xx	xxx	M	60, 92
Contenido de aceite	Extractor de aceite residual	xx	xxx	B	44, 94, 100
	Extractor de aceite-soxhlet				
Clorado	<sup>a</sup>	x	xxx		
Metal en el baño de tintura	<sup>a</sup>	x	xxx		
Disolventes orgánicos	<sup>a</sup>	x	xxx		
Teñido cruzado (lana)	<sup>a</sup>	xx	xxx		
Vaporizado (acetato)	<sup>a</sup>	x	xxx		
Sublimación	<sup>a</sup>	x	xxx		
Desengomado (seda)	<sup>a</sup>	x	xxx		
<i>Laboratorio de alfombras</i>					
Título del hilo y longitud del mechón de fibras	Aparato para clasificar hilos	x	xxx	B	9, 94, 117
	Bloque para determinar la longitud de los mechones de fibras	x		B	9, 94
Espesor	Galga de espesores para alfombras	x	xxx	B	9, 34, 94, 100, 108
	Galga de espesores portátil	xx		B	34, 100
Compresibilidad del pelo	Ensayador de la carga estática	x	xxx	B	34, 100
	Ensayador de la carga dinámica	x	xxx	B	34, 94, 100
Retención del mechón	Tensiómetro para extraer mechones	x	xxx	B	34, 94, 100, 117
Resistencia a la abrasión	Abrasímetro para alfombras	x	xxx	B	9, 41, 100, 117
Pérdida de pelo					
Inflamabilidad	Ensayador de inflamabilidad de las alfombras	x	xxx	B	100
Ininflamabilidad	Aparato para determinar la resistencia a la llama de las alfombras	x	xxx	B	142
Estabilidad dimensional a lo siguiente:					
Carga cíclica	Tensiómetro	x	xxx	F	Véase <i>Laboratorio de Tejidos</i> , supra
Uso	Apisonadora	x	xxx	M	34, 94
Cambios de humedad	Armario de acondicionamiento	x	xxx	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Calor y mojado	Horno de secado	x	xxx	M	Véase <i>Aspectos generales</i> , cuadro 1
Aspecto	Inspección visual	xxx	xxx		

CUADRO 2 (continuación)

Propiedad o ensayo	Instrumento o método	Importancia		Gama de precios	Proveedor
		Fábrica	Centro		
<i>Laboratorio de alfombras (cont.)</i>					
Retención	Apisonadora	x	xxx	M	94
Propiedades electrostáticas	Voltámetro estático, sonda manual y electrodos		xxx	B	34, 108
<i>Laboratorio de química analítica<sup>e, f</sup></i>					
Identificación e investigación de fibras y materiales	Microscopio de proyección	x	xxx	M	Véase Aspectos generales, cuadro 1
	Ensayos químicos				Véase Laboratorio de identificación de fibras, supra
Concentración de la solución de colorante	Colorímetro	x	xxx	E	101
Total de formaldehído en las resinas	Colorímetro		xxx	E	101
Total de formaldehído en los tejidos tratados con resina	Espectrómetro		xxx	E	90

<sup>a</sup>Se determinan estas propiedades, o se realizan los ensayos, en un laboratorio químico.

<sup>b</sup>El laboratorio debe ser capaz de realizar este ensayo, pero puede elegir entre diversos instrumentos y técnicas.

<sup>c</sup>El efecto de los tratamientos químicos sobre las propiedades de los tejidos durante el teñido y el acabado se mide simulando las condiciones y mediante los ensayos indicados en los apartados *Laboratorios de hilos, tejidos y tejidos de punto*.

<sup>d</sup>Los instrumentos siguientes se utilizan para simular o acelerar el desgaste de que son objeto los materiales textiles.

<sup>e</sup>Los instrumentos de esta sección del cuadro pueden utilizarse en lugar del análisis químico ordinario.

<sup>f</sup>Además de los instrumentos ya mencionados bajo este epígrafe, se precisa el equipo indicado a continuación. Los precios de este equipo caen dentro de la categoría de "bajos".

Balanzas  
 Centrifugadora para separar sólidos y coloides en suspensión  
 Horno de secado  
 Campana de humos  
 Placa secadora  
 Incubadora  
 Aparato de Kjeldahl  
 Agitador magnético con placa secadora  
 Agitador mecánico para soluciones  
 Aparato de punto de fusión  
 Equipo de cromatografía en papel  
 Extractor de aceite rápido, para lana  
 Refrigerador  
 Máquina de coser  
 Agitador para agitar soluciones a diferentes velocidades y desplazamientos  
 Ensayador de la suavidad superficial  
 Termostato para mantener la temperatura de baños  
 Equipo de cromatografía en capa delgada  
 Viscosímetro para pastas de estampación  
 Baño de agua  
 Alambique para obtener agua destilada

Además, se requiere el siguiente equipo fungible:

Láminas de asbesto  
 Vasos  
 Botellas con tapones de cristal esmerilado  
 Mecheros Bunsen, trípodes, rejillas de tela metálica  
 Buretas  
 Frascos calibrados  
 Tubos capilares  
 Crisoles de combustión  
 Condensadores  
 Perforacorchos  
 Desecadores con tapas y elementos insertados de porcelana  
 Cápsulas de evaporación con picos  
 Frascos de vacío  
 Embudos de filtro  
 Frascos  
 Embudos  
 Probetas graduadas  
 Pipetas graduadas  
 Majaderos y morteros  
 Fuentes de cultivo  
 Tijeras  
 Cucharas, pinzas, espátulas, etc.  
 Soportes para tubos de ensayo, pipetas, etc.  
 Pinzas para tubos de ensayo, frascos, crisoles, etc.

CUADRO 3. PLANTA PILOTO<sup>a</sup>

Máquinas	Gama de precios	Proveedor
<i>Hilado</i>		
Hilandería pequeña	M	88
Unidad de hilar de laboratorio	M	27, 35
Máquina de hilatura de fibras liberadas, de laboratorio	L	28, 58
Diversas máquinas de hilar	E	Fabricantes de máquinas de hilar
Tricotosa (para hilos esponjosos), de laboratorio	M	19, 23, 44
<i>Tisaje<sup>b</sup></i>		
Diversos telares	E	Fabricantes de telares
<i>Tejedura de punto</i>		
Tricotosas rectilíneas	B	Fabricantes de tricotosas
Tricotosas circulares	M	Fabricantes de tricotosas
Tricotosas de urdimbre	E	Fabricantes de tricotosas
<i>Blanqueo, teñido y acabado</i>		
Tina con aspadera y control de temperatura automático, de laboratorio	E	9, 44, 64
Mercerizadora de laboratorio	E	34
Jigger de laboratorio	E	9, 34, 44, 64
Máquina de teñido a presión a alta temperatura (para teñido en pieza), de laboratorio	E	44, 84, 92
Máquina de teñido a chorro, de laboratorio	M	92
Máquina de secado, curado y fijado, de laboratorio	E	44
Máquina de vaporizar, de laboratorio	E	44, 45, 64
Máquina de teñir manual con control de temperatura automático, de laboratorio	B	44, 84
Máquina de lavado al ancho, de laboratorio	B	84, 143
Máquina de estampar, de laboratorio	M	34, 64
Mangle de fulardado, de dos cilindros, con artesa calentada eléctricamente	E	44, 143
Máquina de calandrar equipada de cilindros calentados eléctricamente, de laboratorio	E	44
Agitador para pastas, de laboratorio	B	9, 48, 143
Extractor de agua, de laboratorio	M	9, 143
Secado de toberas, de laboratorio	E	9, 44, 64
Secadora de tambor	B	9, 92
Dispositivo recubridor	M	64
Ensayador de fieltro	B	64
Termolizador	E	44, 64
Unidad de ensayo de dispersión	M	92
Viscosímetro de fábrica de estampados	B	9, 94
Estampadora al cuadro para muestras	M	44, 64
Estampadora de rodillos para muestras	M	44, 64
Prensa de termotransferencia	B	
Vaporizador de alfombras	M	64

<sup>a</sup>Evidentemente, en la planta piloto deben simularse, con el mayor grado de aproximación posible, las condiciones reales en cuanto a maquinaria y técnicas empleadas.

<sup>b</sup>Por lo común, resulta demasiado costoso incluir operaciones de plegado, etc.

CUADRO 4. EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD INSTALADO EN LA LINEA DE PRODUCCION

Equipo	Gama de precios	Proveedor
Contenido de humedad de balas, cartones (tubos para bobinas), conos, etc.	E	116
Regularidad de los velos	E	26
Título de la cinta (tex)	E	65
Regularidad de la cinta en la carda, en el manuar, en la gillbox, en la caja de estiraje, etc. (autorreguladores)	E	65
Título de la mecha gruesa (carda condensadora)	E	97
Humedad en el encolado	M	136

CUADRO 4 (continuación)

<i>Equipo</i>	<i>Gama de precios</i>	<i>Proveedor</i>
Tensión en el encolado	M	29, 77
Roturas de cabos en el encolado	E	124
Titulación del líquido de blanqueo	M	31
Electrosicómetro y variador de velocidades	E	10, 136
Control del denier	E	65, 127
Velocidad de las unidades de falsa torsión	E	77
Tensión de los hilos en movimiento	E	2, 77
Detectores de roturas de hilos	M	61, 74, 97, 127
Guardaborillas (tejadura de punto por urdimbre)	M	97
Puntos finos en los hilos	M	61
Purgadores de hilos	B	3, 61, 65, 97
Clasificación de defectos de los hilos	E	61, 65
Alargamiento o encogimiento en el proceso	M	20, 29
Programador del teñido	E	80
Control de temperatura y de presión	M	5

## Anexo II

## Proveedores de instrumentos

A continuación se indican, por países, nombres y direcciones de proveedores de instrumentos. A cada proveedor se le ha dado un número clave que se utiliza como referencia en los cuadros del anexo I.

*Bélgica*

1. Barco Textile Department NV  
Passionistenlaan 75  
B-8500 Kortrijk
2. Jencks & Cie SPRL  
152, rue Hôtel des Monnaies  
B-1060 Bruselas
3. Texcontrol SA  
97, Boulevard Maurice Lemonnier  
B-1000 Bruselas

*Francia*

4. Adamel Lhomargy SA  
Division d'instruments  
B.P. 38  
15, avenue Jean Jaurès  
F-94201 Ivry-sur-Seine
5. Groux SA  
90 bis, rue Pasteur  
F-59110 La Madeleine (Lille)
6. Jaeger  
Division industrie  
B.P. 73  
129, rue Eduard Vaillant  
F-92303 Levallois-Perret
7. Société d'appareils de Precision  
87, rue Racine  
F-69100 Villeurbanne, Rhône
8. Société d'études d'automatisation de régulation et d'appareils de mesures (SETAREM)  
101-103, rue de Sèze  
F-6945 Lyon

9. Stutz & Compagnie  
47-51, rue Wastin  
F-59120 Loos-les-Lille
10. Télémécanique  
33, avenue de Chatou  
F-92503 Rueil-Malmaison

*República Democrática Alemana*

11. VEB Thüringer Industrierwerk Ravenstein  
Schicklerstrasse 7  
DDR-102 Berlín

*Alemania (República Federal de)*

12. Acker-Präzision  
Postfach 126  
D-6900 Heidelberg
13. Erhardt-Leimer KG  
Postfach 291  
Leitershofenstrasse 80  
D-8900 Augsburg 1
14. E. Merck AG  
Postfach 4119  
Frankfurterstrasse 250  
D-6100 Darmstadt 2
15. Ernst Toenniessen KG  
Balanstrasse 368  
D-8000 Munich 90
16. Erwin Sick Optik-Elektronik  
Postfach 310  
An der Allee 7-9  
D-7808 Waldkirch
17. Greiner & Company  
Niedersachsendamm 71  
D-2800 Bremen 61
18. Hans Schmidt & Company KG  
Schichstrasse 16  
D-8264 Waldkraiburg



19. Harry Lucas Maschinenfabrik  
Gaderlanderstrasse 24-26  
D-2350 Neumünster
20. Industrie-Elektronik Stuttgart (IES)  
Postfach 1106  
D-7050 Waiblingen
21. Karl Frank GmbH  
Postfach 263  
D-6940 Weinheim-Birkenau
22. Karl Kolb GmbH & Company KG  
Postfach 100  
Im Steingrund 3  
D-6079 Buchschlag
23. LIBA Maschinenfabrik GmbH  
Postfach 108  
D-8674 Naila-Bavaria
24. Mahlo KG  
D-8424 Saal/Donau
25. Original Hanau Quarzlampen GmbH  
Hohensonnestrasse  
D-6450 Hanau/Main
26. Dr. Ing. Rudolf Hell GmbH  
Postfach 6229  
Grenzstrasse 1-5  
D-2300 Kiel 14
27. SKF Kugellagerfabriken GmbH  
Postfach 5006 40  
Löwentorstrasse 68  
D-7000 Stuttgart 50
28. Süßen Spindelfabrik  
Schurr, Stahlecker und Grill GmbH  
Postfach 60  
Dammstrasse 1  
D-7334 Süßen
29. Textechno Stein  
Regentenstrasse 37-39  
D-4050 Mönchengladbach
30. Trützschler & Company  
Postfach 165  
D-4050 Mönchengladbach-Odenkirchen 3
31. Wolfgang Degussa  
Postfach 602  
D-6450 Hanau/Main
32. Zweigl KG  
Fabrik für Textilprüfmaschinen und -geräte  
Postfach 100  
Bismarckstrasse 95  
D-7410 Reutlingen
33. Zwick Prüfmaschinen and Company KF  
D-7900 Ulm-Eisingen

*Hungria*

34. Metrimpex  
Hungarian Trading Company for Instruments  
P.O. Box 202  
Nador utca 21  
H-1391 Budapest 62

*Italia*

35. Branca Idealair S.a.s.  
Via Milano 7  
I-21020 Merello dei Sassi (Varese)

36. Caipo de Bolli Giuseppe  
Frazione Violetto  
I-13060 Campore di Vallemosso (Vercelli)
37. Calderara-Bossi Ingg. S.p.A.  
Via Mauro Macchi 54  
I-20124 Milán
38. Gama di F. Gava & L. Manicardi  
Viale Caduti sul Lavoro 170  
I-41100 Modena

*Japón*

39. Hitachi Electronics Ltd  
32 Miyuki-cho  
Kodaira-shi  
Tokyo 187
40. Keisokki Kogyo Company Ltd  
3 Sugigama-cho  
Higashi-ku  
Osaka
41. Sanso Company Ltd  
31-6, 1-chome Hamamatsu-cho  
Minato-ku  
Tokyo 105
42. Shimadzu Seisakusto Ltd  
14-5 Uchikanda 1-chome  
Chiyoda-ku  
Tokyo 101
43. Shikishima Spinning Company Ltd  
35, 3-chome  
Bingoma-shi  
Higashi-ku  
Osaka
44. Tekmatex Marubeni  
GPO box 595  
4-2 Ohtemachi, 1-chome  
Chiyoda-ku  
Tokyo 100-91

*España*

45. Renigal SA  
Caspé 139  
Barcelona 13

*Suecia*

46. Roséns Trikáindustri AB  
P.O. Box 54  
Villag 39-41  
S-52301 Ulricehamn

*Suiza*

47. Ahiba AG  
Hardstrasse 50  
CH-4127 Birsfelden
48. Chemicolor Ltd  
Seestrasse 42  
CH-8802 Zurich-Kilchberg
49. Datacolor AG  
Brandbachstrasse 10  
CH-8305 Dietlikon
50. Hans Baer AG  
Zweierstrasse 35  
CH-8004 Zurich

51. Hepatex AG International Trading  
CH-9630 Wattwil
52. Jaquet AG  
Thannerstrasse 15  
CH-4009 Basilea
53. Mettler Instruments AG  
CH-8806 Zurich-Greifensee
54. N. Zivy und Cie SA  
Mühlemattstrasse 7  
CH-4104 Basel-Oberwill
55. Pretema AG  
Division of Colour Measurement  
CH-8903 Zurich-Birmensdorf
56. Projectina Ltd  
Optical Precision Instruments  
P.O. Box 115  
CH-9435 Heerbrugg
57. Renate und Ernst Schweitzer-Blätler (RES)  
Rohanhalderstrasse 49  
CH-8713 Uerilon
58. Rieter AG  
Klosterstrasse 20  
CH-8406 Winterthur-Töss
59. Rothschild Measuring and Controlling Instruments for Industry and Research  
Traubenstrasse 3  
CH-8002 Zurich
60. Salvis AG  
Hauptstrasse 49  
CH-6015 Lucerne-Reussbühl
61. Siegfried Peyer AG  
Im Roos  
CH-8832 Wollerau
62. Spinlab (Special Instruments Laboratory) AG  
P.O. Box 180  
Rautstrasse 58  
CH-8048 Zurich
63. Textest AG  
Weinbergstrasse 93  
CH-8802 Zurich-Kilchberg
64. Werner Mathis AG  
Textilmaschinen-Laborapparate  
CH-8155 Zurich-Niederhasli
65. Zellweger AG  
Sonnenbergstrasse 10  
CH-8610 Zurich-Uster
- Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte*
66. Abbey Electronics and Automation Ltd  
Delamare Road  
Cheshunt, Hertfordshire EN8 9SW
67. AEI Scientific Apparatus Ltd  
Barton Dock Road  
Urmston, Greater Manchester M31 2LD
68. Avery-Denison Ltd  
Moor Road  
Leeds, Yorkshire LS10 2DE
69. Baird and Tatlock (London) Ltd  
P.O. Box 1  
Freshwater Road  
Romford, Essex RM1 1HA
70. Bemrose Transfer Prints  
P.O. Box 76  
Raynesway, Derby, Derbyshire DE2 7BL
71. Cambridge Scientific Instruments Ltd  
Chesterton Road  
Cambridge CB4 3AN
72. C. F. Casella and Company Ltd  
Regent House  
Britannia Walk  
Londres N1 7ND
73. C. I. Electronics Ltd  
Brunel Road  
Churchfields  
Salisbury, Wiltshire
74. Crabtree Instruments Ltd  
Green Works  
Colne, Lancashire BB8 8AY
75. Dronsfeld Brothers Ltd  
Parkside Iron Works  
P.O. Box 10  
Oldham, Lancashire OL8 1E2
76. Electro Apparatus Ltd  
Saffron Waldon  
Essex
77. FMK Manufacturing Ltd  
London and Manchester House  
Park Green  
Macclesfield, Cheshire SK11 7QX
78. Foster Cambridge Ltd  
Howard Road  
Eaton Socon, Huntingdon  
Cambridgeshire PE19 3EU
79. Goodbrand and Company Ltd  
Elm Works, Mere Lane  
Rochdale OL11 3TE
80. G. T. Tachometers Ltd  
Vernon Building  
23 Westbourne Street  
High Wycombe, Buckinghamshire
81. IVO Counters Ltd  
303 Morland Road  
Croydon, Londres CR0 6HF
82. James H. Heal and Company Ltd  
Richmond Works  
Lake View  
Halifax, Yorkshire HX3 6EP
83. John Godrich  
Ludford Mill  
Ludlow, Shropshire
84. John Jeffreys Ltd  
Elm Works, Mere Lane  
Rochdale OL11 3TE
85. Moisture Control and Measurement Ltd (MCM)  
Thorp Arch Trading Estate  
Wetherby, Yorkshire LS23 7BJ
86. Molecular Controls Ltd  
30 Park Cross Street  
Leeds, Yorkshire LS1 2QH

87. M. S. Optics  
P.O. Box 8  
Princes Risborough  
Aylesbury, Buckinghamshire HP17 9LL
  88. Platt Saco Lowell Ltd  
P.O. Box 55  
Accrington, Lancashire BB5 ORN
  89. Precision Processes (Textiles) Ltd  
Dylan Laboratories  
Ambergate, Derby, Derbyshire DE5 2EY
  90. Pye Unicam Ltd  
York Street  
Cambridge, Cambridgeshire CB1 2PX
  91. Reynolds and Branson  
Lakeside Laboratories  
Rawdon, Leeds, Yorkshire LS19 7YA
  92. Roaches Engineering Ltd  
Upper Hulme, Near Leek  
Staffordshire ST13 8TY
  93. Shaw Moisture Meters  
Rawson Road  
Westgate  
Bradford 1, Yorkshire
  94. Shirley Developments Ltd (ESSDIEL)  
P.O. Box 6  
856 Wilmslow Road  
Didsbury, Manchester, Lancashire M20 8SA
  95. Smith Industrial Division  
Kelvin House  
Wembley Park Drive  
Wembley, Middlesex
  96. Telemechanics Ltd  
Department 151 376  
Pembroke House  
Frimley Road  
Camberley, Surrey
  97. Thorn Automation Ltd  
Beech Avenue  
New Basford, Nottinghamshire NG7 7JJ
  98. Trumeter Company Ltd  
Milltown Street  
Radcliffe, Manchester, Lancashire
  99. Vernon H. Cooper Ltd  
Glaisdal Drive West  
Bilborough, Nottingham NG8 4GH
  100. WIRA  
Headingley Lane  
Leeds, West Yorkshire LS6 1BW
- Estados Unidos de América*
101. Atlas Electric Devices Company  
4114 North Ravenswood Avenue  
Chicago, Illinois 60613
  102. Barber-Colman Company  
Textile Machinery Division  
P.O. Box 1177  
Gastonia, North Carolina 28052
  103. B. F. Perkins and Sons, Inc.  
P.O. Box 366  
Chicopee Street  
Chicopee, Massachusetts 01021
  104. Boonton Electronics Corporation  
Route 287 and Smith Road  
Parsippany, New Jersey 07054
  105. Brabender Corporation  
Division of Maake, Inc.  
P.O. Box 128  
240 Saddle River Road  
Saddle Brook, New Jersey 07662
  106. Compensating Tension Controls, Inc.  
476-T Thomas Boulevard  
Orange, New Jersey 07050
  107. Crompton and Knowles Corporation  
Preparatory and Finishing Machinery Division  
P.O. Box 249  
Mauldin, South Carolina 29662
  108. Custom Scientific Instruments, Inc.  
P.O. Box A  
13 Wing Drive  
Whippany, New Jersey 07981
  109. Delmhorst Instrument Company  
117 Cedar Street  
Boonton, New Jersey 07005
  110. Diano Corporation  
P.O. Box 346  
75 Forbes Boulevard  
Mansfield, Massachusetts 02048
  111. Electromatic Equipment Company  
560 Albemarle Road  
Cedarhurst, New York 11516
  112. Emerson Apparatus Company  
200 Tremont Street  
Melrose, Massachusetts 02176
  113. Enterprise, Machine and Development Corporation  
100 Fernwood Avenue  
New Castle, Delaware 19720
  114. Fabric Research Laboratories  
Division of Albany International Corporation  
1000 Providence Highway  
Dedham, Massachusetts 02026
  115. Fabrionics Corporation  
117 Urban Avenue  
Westbury, New York
  116. Forté Engineering Division  
Kingsbury Technology, Inc.  
15 Strathmore Road  
Natick, Massachusetts 01760
  117. Frazier Precision Instrument Company, Inc.  
210 Oakmont Avenue  
Gaithersburg, Maryland 20760
  118. Gardner Laboratory, Inc.  
P.O. Box 5728  
5521 Landy Lane  
Bethesda, Maryland 20014
  119. Hart Moisture Meters, Inc.  
398-400 Bayview Avenue  
Amityville, New York 11701
  120. Hunter Associates Laboratory, Inc.  
9529 Lee Highway  
Fairfax, Virginia 22030

121. Instron Corporation  
2500 Washington Street  
Canton, Massachusetts 02021
122. Laboratory Equipment Company, Inc.  
Leco Corporation  
3000 Lakeview Avenue  
St. Joseph, Michigan 49085
123. Lawson-Hemphill, Inc.  
96 Hadwin Street  
Central Falls, Rhode Island 02863
124. Lindly and Company, Inc.  
248 Herricks Road  
Mineola, New York 11501
125. Matrix Controls Company, Inc.  
P.O. Box 459-R  
189 South Bridge Street  
Somerville, New Jersey 08876
126. Micro Instrument Company  
80 Trowbridge Street  
Cambridge, Massachusetts 02138
127. Micro-Sensors, Inc. (MSI)  
New Englander Industrial Park  
Route 126  
Holliston, Massachusetts 01746
128. MKM Machine Tool Company, Inc.  
P.O. Box 309  
State Road 31-E  
Jeffersonville, Indiana 47130
129. Pasco Scientific  
1933 Republic Avenue  
San Leandro, California 95477
130. Precision Scientific Company  
(GCA Corporation)  
3737 West Corland Street  
Chicago, Illinois 60647
131. Research, Inc.  
P.O. Box 24064  
Minneapolis, Minnesota 55424
132. Richmond Machine Company  
Richmond and Wensley Streets  
Philadelphia, Pennsylvania 19134
133. Shore Instrument and Manufacturing Company, Inc.  
90-35T Van Wyck Expressway  
Jamaica, New York 11435
134. Singer Company  
Knitting Division  
393 Seventh Avenue  
New York, New York 10001
135. Stop-Motion Devices Corporation  
155 Ames Court  
Plainview, New York 11803
136. Strandberg Engineering Laboratories, Inc.  
Industrial Electronics Division  
1001 South Elm Street  
Greensboro, North Carolina 27406
137. Teledyne Taber  
455 Bryant Street  
North Tonawanda, New York 14120
138. Tensitron, Inc.  
288-290 Harvard Depot Road  
Harvard, Massachusetts 01451
139. Testing Machines, Inc.  
398-400 Bayview Avenue  
Amityville, New York 11701
140. Thwing-Albert Instrument Company  
10960 Dutton Road  
Philadelphia, Pennsylvania 19154
141. Uniwave, Inc.  
75 Marine Street  
Farmingdale, New York 11735
142. U.S. Testing Company, Inc.  
1415 Park Avenue  
Hoboken, New Jersey 07030
143. Venango Engineering Company, Inc.  
(Textile machinery)  
8311 Torresdale Avenue  
Philadelphia, Pennsylvania 19136
- Berlin Occidental*
144. Dr. Gerhard Kloz Chem Laboratorium  
Postfach 210  
Weichselstrasse 59  
1000 Berlin Occidental

## Anexo III

## MAGNITUDES Y UNIDADES RECOMENDADAS PARA LAS MEDICIONES EN LA INDUSTRIA TEXTIL

## A. Magnitudes con dimensión

Magnitud	Unidad	
	Nombre o definición	Símbolo
<i>Expresada en unidades compatibles con el SI</i>		
Aceleración	Metro por segundo por segundo	m/s <sup>2</sup>
Superficie	Metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Densidad superficial (masa por unidad de superficie)	Gramo por metro cuadrado	g/m <sup>2</sup>

Magnitud	Unidad	
	Nombre o definición	Símbolo
Longitud de doblado	Centímetro	cm
Módulo de doblado	Newton por centímetro cuadrado	N/cm <sup>2</sup>
Carga de rotura	Newton, milinewton	N/mN
Presión de estallido	Kilonewton por metro cuadrado	kN/m <sup>2</sup>
Compactibilidad	Centímetro cúbico por gramo	cm <sup>3</sup> /g
Tupa		
Tejido de urdimbre y trama	Centenares de hilos por centímetro multiplicado por la raíz cuadrada del tex	(hilo/cm) $\sqrt{\text{tex}} \cdot 10^{-2}$
Tejidos de punto	Raíz cuadrada del tex dividida por la longitud de malla en milímetros	$\sqrt{\text{tex}}/\text{mm}$
Recuperación del arrugado	Milímetro	mm
Ángulo de recuperación del arrugado	Grado sexagesimal ( $\pi/180$ radianes)	$^{\circ}$ ( $1^{\circ} = (\pi/180)$ rad)
Diámetro (fibra)	Micrómetro	$\mu\text{m}$
Potencial electrostático ("carga")	Voltio, Kilovoltio, milivoltio	V, kV, mV
Rigidez a la flexión	Miligramo-centímetro	mg-cm
Fluidez	Inversa de la viscosidad expresada en poises (1 poise es igual a 0,1 pascal-segundo)	P <sup>-1</sup> (1P = 0,1 Pa·s)
Vellosidad	Número de pelos por metro	pelo/m
Concentración de iones hidrógeno	El negativo del logaritmo de la concentración en moles por litro	pH
Módulo inicial de Young	Newton por tex	N/tex
Longitud	Metro, kilómetro, centímetro, milímetro	m, km, cm, mm
Densidad lineal	Tex (miligramo por metro)	tex (1 tex = 1 mg/m)
Masa	Kilogramo, gramo, miligramo	kg, g, mg
Tendencia a la formación de bolitas	Bolitas formadas por segundo	bolitas/s
Rigidez "G"	10 <sup>9</sup> newtons por metro cuadrado	10 <sup>9</sup> N/m <sup>2</sup>
Velocidad de rotación	Revolución por minuto	r/min, rpm
Trabajo específico de ruptura	Milinewton por tex	mN/tex
Longitud de malla	Milímetro	mm
Resistencia de la fibra individual	Milinewton	mN
Velocidad periférica o velocidad del hilo	Metro por minuto	m/min
Resistencia al desgarro	Newton	N
Temperatura	Grado Kelvin o grado centígrado	K, °C
Tenacidad	Milinewton por tex	mN/tex
Tensión del hilo	Newton, milinewton	N, mN
Tiempo	Segundo, minuto, hora	s, mn, h
Conductividad térmica	Milivatio por metro y por kelvin	mW m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Resistencia térmica	Tog	tog (1 tog = 0.1 K m <sup>2</sup> /W)
Hilos en la tela		
En general	Número de hilos por centímetro a lo largo o a lo ancho	hilo/cm
Tejidos de urdimbre y trama	Número de pasadas por centímetro a lo largo	pasada/cm
	Número de cabos por centímetro a lo ancho	cabo/cm
	Número de hileras de mallas por centímetro a lo largo	hilera de mallas/cm
Tejidos de punto	Número de columnas por centímetro a lo ancho	columna/cm
Rigidez de torsión	10 <sup>-12</sup> newtons por metro cuadrado	10 <sup>-12</sup> N/m <sup>2</sup>
Torsión	Vueltas por metro	vueltas/m
Factor de torsión	Centenares de vueltas por metro multiplicado por la raíz cuadrada del tex	(vueltas/m) $\sqrt{\text{tex}} \cdot 10^{-2}$
Volumen	Litro	l
Hilos de urdimbre en el telar	Número de cabos por centímetro	cabos/cm
<i>Otras magnitudes</i>		
Permeabilidad al aire	Centímetro cúbico por segundo, por centímetro cuadrado y por centímetro de presión de agua	cm <sup>3</sup> sec <sup>-1</sup> cm <sup>-2</sup> (cm H <sub>2</sub> O) <sup>-1</sup>
Cambio del color	Número de la escala de grises (color)	-
Grado de manchado	Número de la escala de grises (manchado)	-

## A. Magnitudes con dimensión (cont.)

Magnitud	Nombre o definición	Unidad	Símbolo
<i>Otras magnitudes (cont.)</i>			
Dureza	Grado Shore		° Shore
Valor micronaire (finura o madurez)	Medida de la resistencia a un flujo de aire proyectado a través de una muestra de fibras		—
Índice de Pressley (resistencia de un haz de fibras)	Libra-fuerza por miligramo		lbf/mg

## B. Magnitudes sin dimensión

Magnitud	Definición
<i>Relaciones expresadas en porcentajes</i>	
Coefficiente de variación (V)	La desviación tipo de un grupo de mediciones y la media
Compresibilidad	El cambio de la altura del pelo y su altura inicial
Rizado	La diferencia entre longitud del hilo y longitud de la tela y la longitud de ésta
Rigidez de rizado	La reducción de longitud y la longitud original
Eficiencia	Comportamiento real y el comportamiento teóricamente alcanzable
Alargamiento	El aumento de longitud y la longitud inicial
Desviación media (U)	La media de las desviaciones absolutas de la media de un grupo de mediciones y la media
Contenido de humedad	El peso de la humedad de la muestra y el peso total
Tolerancia de humedad comercial	El peso de la humedad de la muestra y el peso anhidro
Humedad relativa	La presión del vapor de agua presente en la atmósfera y la presión de saturación del vapor de agua a la misma temperatura
Encogimiento	La disminución de longitud (o anchura) y la longitud (o anchura) inicial
<i>Otras magnitudes</i>	
Resistencia a la abrasión	Los ciclos y la rotura
Coefficiente de fricción (deslizamiento)	La fuerza de rozamiento y la fuerza normal sobre un cuerpo deslizante

## Anexo IV

## ORGANIZACIONES Y EMPRESAS QUE PUBLICAN NORMAS TEXTILES

*Internacionales*

Bureau internationale pour la standardisation de la  
rayonne et des fibres synthétiques (BISFA)

Lautengartenstrasse 12  
CH-4010 Basilea  
Suiza

Canvas Products Association International  
600 Endicott Buildings  
St. Paul, Minnesota 55101  
Estados Unidos de América

Council of the European Economic Community  
200 rue de la Loi  
B-1040 Bruselas  
Bélgica

International Standards Organization (ISO)  
1 rue de Varembe  
1211 Ginebra 20  
Suiza

International Wool Textile Organisation (IWTO)  
Hastlegate  
Bradford, Yorkshire BDI IDE  
Reino UNIDO

Pan American Standards Commission  
c/o Argentine Standards Institute (IRAM)  
Chile 1192  
Buenos Aires  
Argentina

Zellweger Ltd.  
(Uster Standard)  
CH-8610 Uster  
Suiza

*Nacionales*

Ochenta y siete países cuentan con organizaciones nacionales que publican normas textiles, a veces como parte de una serie general. Muchos de ellos son miembros de la ISO y publican normas nacionales equivalentes. Algunas de las más ampliamente utilizadas son:

American Society for Testing and Materials (ASTM)  
1916 Race Street  
Philadelphia, Pennsylvania 19103  
Estados Unidos de América

Association française de normalisation (AFNOR)  
Tour Europe

Cedex 7  
92080 Paris-La Défense  
Francia

British Standards Institution (BSI)  
Textile Division  
10 Blackfriars Street  
Manchester M3 5DR  
Reino Unido

Deutscher Normenausschuss (DNA)  
Burggrafenstrasse 4-7  
1000 Berlín Occidental 30

Ministry of Trade  
Cotton Arbitration and Testing General Organization  
(CATGO)  
Alexandria  
Egipto

National Bureau of Standards  
Washington, D.C.  
Estados Unidos de América

## Bibliografía

- American Association of Textile Chemists and Colourists. *Technical manual*. Durham, N.C. Anual.
- . *Analytical methods for a textile laboratory*. 2. ed. Durham, N.C., 1968.
- American Society for Testing and Materials. *Book of A.S.T.M. standards*. Philadelphia, Pa. Anual. (Pts. 24, 25 y 27)
- Appleyard, H. M. *Guide to the identification of animal fibres*. Wool Industries Research Association, Leeds, 1960.
- Association Francaise de Normalisation. *Code de solidité de teintures sur textiles*. Francia, 1975.
- . *Recueil de normes textiles*, Francia, 1975. (V. 1 y 2)
- Booth, J. E. *Principles of textile testing*. 3. ed. Butterworths, Londres, 1968.
- Brearley, A. y D. R. Cox. *An outline of statistical methods for use in the textile industry*. 8. ed. Wool Industries Research Association, Leeds, 1974.
- British Standards Institution. *Methods of test for textiles*. 4. ed. Londres, 1974. (Handbook núm. 11)
- Davies, O. L. y P. L. Goldsmith, eds. *Statistical methods in research and production*. 4. ed. Oliver and Boyd, Edimburgo, 1972.
- Deutscher Normenausschuss. *Material-Prüfnorm für Textilien*. Berlín, 1973. (DIN Taschenbuch 17)
- Earland, C. y D. J. Raven. *Experiments in textile*. Butterworths, Londres, 1971.
- Enrick N. L. *Quality control and reliability*. 6. ed. Machinery Publishing, Brighton, 1972.
- Farnfield, Carolyn, A., ed. *A guide to sources of information in the textile industry*. Textile Institute, Manchester, 1974.
- . *Textile terms and definitions*. 7. ed. Textile Institute, Manchester, 1975.
- Gal, S. *Methodik der Wasserdampf-Sorptionsmessungen*. Springer-Verlag, Berlín, 1967.
- Garner, W. *Textile laboratory manual*. Heywood Books, Londres, 1967.
- Grover, E. B. y D. S. Hamby. *Handbook of textile testing and quality control*. Interscience, Nueva York, 1960.
- Hearle, J. W. S., P. Grosberg y S. Backer. *Structural mechanics of fibres, yarns and fabrics*, Interscience, Nueva York, 1966.
- Hearle, J. W. S., J. T. Sparrow y P. M. Cross. *Use of the scanning electron microscope*. Pergamon Press, Oxford, 1972.
- Lyons, W. J. *Impact phenomena in textiles*. Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, 1963.
- Meredith, R. y J. W. S. Hearle. *Physical methods of investigating textiles*. Interscience, Nueva York, 1959.
- Murphy, T., K. P. Norris y L. H. C. Tippet. *Statistical methods for textile technologists*. Textile Institute, Manchester, 1960.
- Parish, G. J. y M. R. Williams. *Moisture measuring instruments for textiles*. Cotton, Silk and Man-made Fibres Research Association, Manchester, 1966.
- Peters, R. H. *Textile chemistry*. Elsevier, Amsterdam, 1975. (Physical chemistry of dyeing, v. 3)
- Rae, A. y R. Bruce, eds. *WIRA data book*. Wool Industries Research Association, Leeds, 1973.
- Rath, H. *Lehrbuch der Textilchemie einschliesslich der textilchemischen Technologie* 3. ed. Springer-Verlag, Berlín, 1972.
- Rosen, M. J. y H. A. Goldsmith. *Systematic analysis of surface-active agents*. 2. ed. Interscience, Nueva York, 1972.
- Siebel, E. *Handbuch der Werkstoffprüfung*. 2. ed. Springer-Verlag, Berlín, 1960. (Die Prüfung der Textilien, v. 5)
- Society of Dyers and Colourists. *Standard methods for the determination of the colour fastness of textiles*. 3. ed. Bradford, Yorkshire, 1962.
- Taylor, M. A. *Technology of textile properties*. Forbes, Londres, 1972.
- Textile Institute. *Identification of textile materials*. 7. ed. Manchester, 1975.
- Ulrich, H. M. *Handbuch der chemischen Untersuchung der Textilfaserstoffe*. Springer-Verlag, Berlín, 1954.
- Wagner, E. *Handbuch für Textilingenieure und Textilpraktiker*. 10. ed. Spohr-Verlag, Wuppertal, 1970. (Pt. T14)
- Wildman, A. B. *Microscopy of animal textile fibres, including methods for the complete analysis of fibre blends*. Wool Industries Research Association, Leeds, 1954.
- Wool Industries Research Association. *Testing and control in the wool industry*. Leeds, 1955. (Wool research, 1918-1954, v. 3)



**La serie "Desarrollo y transferencia de tecnología" de la ONUDI**

*Número*

- \*1. Experiencias nacionales en la adquisición de tecnología (ID/187), núm. de venta: S.78.II.B.7. Precio: \$8,00 (EE.UU.)
2. UNIDO Abstracts on Technology Transfer (ID/189)
- \*3. La fabricación de vehículos económicos en los países en desarrollo (ID/193), núm. de venta: S.78.II.B.8. Precio: \$3,00 (EE.UU.)
4. Manual de instrumentación y control de calidad en la industria textil (ID/200)
- \*5. Tecnología para aprovechar la energía solar (ID/202), núm. de venta: S.78.II.B.6. Precio: \$10,00 (EE.UU.)

En América del Norte, Europa y Japón pueden obtenerse gratuitamente todas las publicaciones arriba enumeradas excepto las marcadas con un asterisco, que en esas zonas se distribuyen, al precio indicado, en una edición para la venta publicada aparte. En el resto del mundo pueden obtenerse gratuitamente todas las publicaciones arriba enumeradas, sin excepción alguna.

Las solicitudes de ejemplares gratuitos deben enviarse, con indicación del título y la signatura (ID/...) de la publicación, a: Redacción, *Boletín Informativo de la ONUDI*, P.O. Box 707, A-1011 Viena (Austria).

Las publicaciones de venta deben encargarse, por título y número de venta, a los distribuidores autorizados de publicaciones de las Naciones Unidas o a una de las oficinas siguientes:

*Para Europa*

Sección de Ventas  
United Nations Office  
CH-1211 Ginebra 10  
Suiza

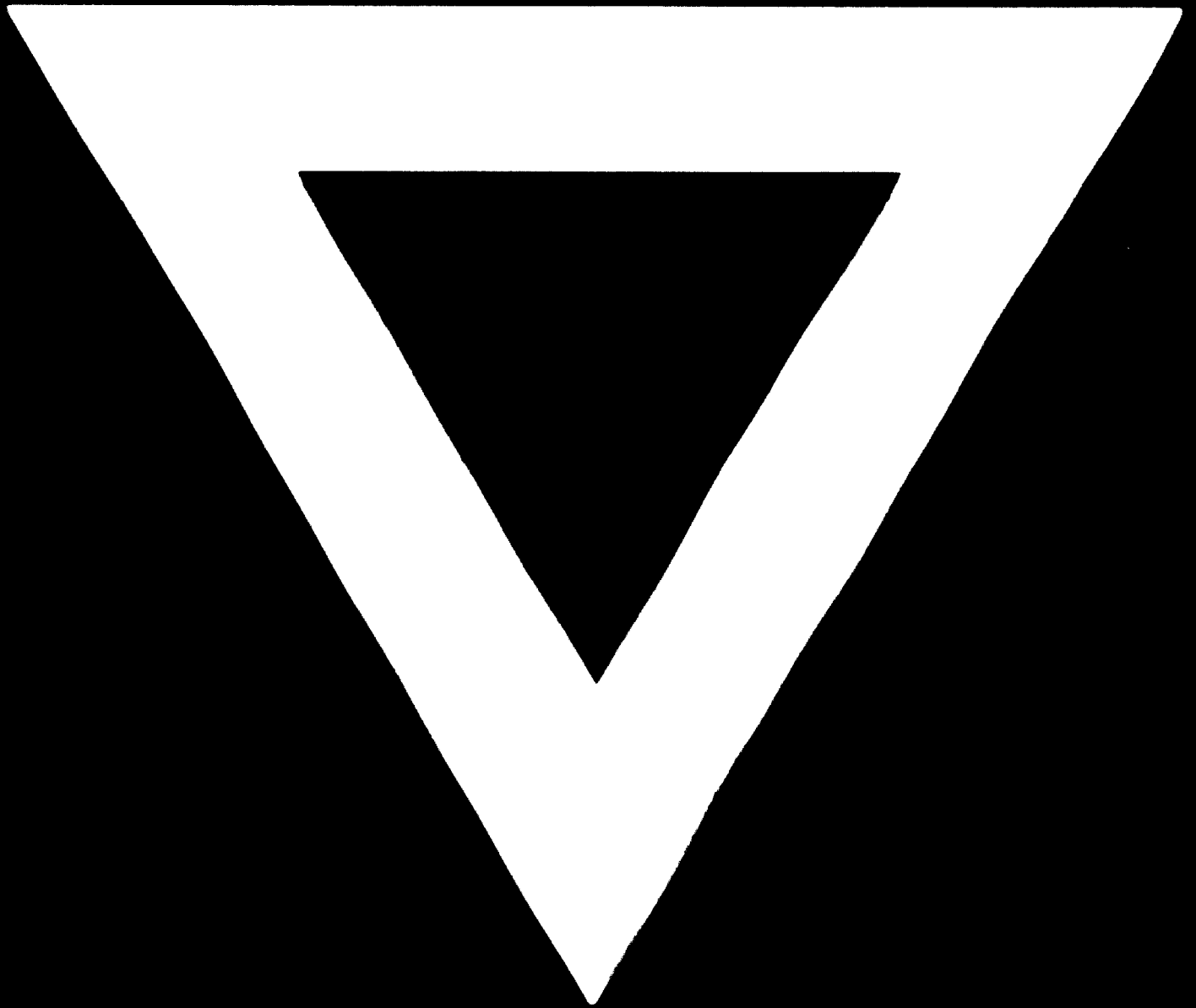
*Para América del Norte y Japón*

Sección de Ventas  
United Nations  
Nueva York, Nueva York 10017  
Estados Unidos de América





**B-14**



**79.11.15**