

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

---

# HILATURA DEL ALGODÓN

Fibras textiles.  
Hilatura del algodón.  
Parámetros de los hilos.

CUADERNO TECNOLÓGICO N°1

Autor:  
**Ing. Antonio Solé Cabanes**  
Instituto Tecnológico Textil (AITEX)  
de España

Octubre de 2012



Unión Europea



PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL



Unión Europea

Delegación de la Comisión Europea en Argentina  
Ayacucho 1537  
Ciudad de Buenos Aires  
Teléfono (54-11) 4805-3759  
Fax (54-11) 4801-1594



INTI



Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional  
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212  
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490  
Fax (54 11) 4752 5919

[www.ue-inti.gob.ar](http://www.ue-inti.gob.ar)

CONTACTO

Información y Visibilidad: Lic. Gabriela Sánchez  
gabriela@inti.gob.ar

PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS  
REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

HILATURA  
DEL ALGODÓN

Fibras textiles.  
Hilatura del algodón.  
Parámetros de los hilos.

CUADERNO TECNOLÓGICO N° 1

Autor:  
**Ing. Antonio Solé Cabanes**  
Instituto Tecnológico Textil (AITEX) de España

Octubre de 2012



INTI



Unión Europea

## INDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>3. FIBRAS TEXTILES: EL ALGODÓN</b> .....	<b>9</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS .....	10
3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS .....	12
3.3 EL ALGODÓN.....	13
3.3.1 Estructura de la fibra de algodón	
3.3.2 Características físicas de la fibra de algodón	
3.3.3 Características químicas de la fibra de algodón	
<b>4. RAYÓN VISCOZA</b> .....	<b>19</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL RAYÓN VISCOZA.....	19
<b>5. POLIÉSTER</b> .....	<b>21</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL POLIÉSTER.....	21
<b>6. HILATURA DEL ALGODÓN Y SUS MEZCLAS</b> .....	<b>24</b>
6.1 HILATURA CONVENCIONAL O DE ANILLOS .....	24
6.1.1 Apertura, limpieza y mezcla	
6.1.1.1 Abridora de fardos	
6.1.1.2 Separadores de materias extrañas	
6.1.1.3 Mezcladoras	
6.1.1.4 Abridora batidora	
6.1.2 Cardado	
6.1.3 Manuales	
6.1.4 Preparación al peinado	
6.1.4.1 Reunidora de cintas	
6.1.4.2 Reunidora de napas	
6.1.5 Peinado del algodón	
6.1.6 Acabado posterior al peinado	
6.1.7 Mechera	
6.1.8 Continua de anillos	
6.2 HILATURA OPEN END .....	40
6.3 OTROS SISTEMAS DE HILATURA.....	44
6.3.1 Hilatura Neumática	
6.3.2 Hilatura Sirospun	
6.3.3 Hilatura Corespun	
6.4 BOBINADO.....	46
6.4.1 Purgado del hilo	
6.4.2 Parafinado del hilo	

<b>7. PARÁMETROS DE LOS HILOS</b> .....	<b>49</b>
7.1 NUMERACIÓN DE LOS HILOS .....	49
7.1.1 Sistemas directos de numeración	
7.1.2 Sistemas inversos de numeración	
7.1.3 Equivalencias entre sistemas de numeración	
7.1.4 Numeración de hilos a varios cabos	
7.2 LA TORSIÓN DE LOS HILOS .....	51
7.2.1 Relación entre la torsión y el título del hilo	
7.2.2 Retorsión	
7.3 RESISTENCIA Y ALARGAMIENTO DE LOS HILOS .....	52
7.3.1 Expresión de la resistencia	
7.3.2 Trabajo de rotura	
7.4 REGULARIDAD DE LOS HILOS.....	54
7.4.1 Regularímetros	
7.4.2 Clasificación electrónica de defectos	
7.5 VELLOSIDAD DE LOS HILOS .....	59
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>60</b>

## ANEXOS

ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO TEXTIL.....	62
ISO 9001:2008 .....	63
CÍRCULO DE DEMMING.....	64

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

<b>INTI</b>	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
<b>INTA</b>	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>BM</b>	Gestión de fardos
<b>YE</b>	Ingeniería de hilos
<b>OE</b>	Open End
<b>NEA</b>	Noreste de Argentina
<b>NOA</b>	Noroeste de Argentina
<b>SGC</b>	Sistemas de Gestión de la Calidad
<b>SGMA</b>	Sistemas de Gestión del Medio Ambiente
<b>HVI</b>	High Volume Instrument
<b>AFIS</b>	Advanced Fiber Information System

## PRESENTACIÓN

La Unión Europea y el INTI firmaron un convenio de financiación destinado a mejorar la competitividad de las miPyMEs del norte argentino acercando respuestas tecnológicas apropiadas al nuevo entorno productivo industrial. Los responsables de la ejecución del Proyecto "Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local" son el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en representación del gobierno nacional, y la Delegación de la Unión Europea en Argentina.

Durante más de medio siglo, el INTI ha construido capacidades profesionales e infraestructura tecnológica de relevancia que lo posicionan hoy como actor importante para aportar innovación tecnológica aplicada a los procesos productivos de toda la economía y para el desarrollo de soluciones industriales que incrementen la productividad y la competitividad de la industria nacional.

Con la ejecución de este proyecto se busca acercar la tecnología y las capacidades técnicas a las regiones de menor desarrollo relativo del país, poniendo a disposición de las miPyMEs y Pymes los medios para satisfacer las demandas de mejora de eficiencia y calidad de sus productos y/o servicios para dar un salto cualitativo en cada una de las provincias del NOA y NEA.

Por tanto, a través de un diagnóstico y evaluación de necesidades tecnológicas hecho en articulación con los gobiernos provinciales, se diseñó un plan de acción sectorial que se implementará hasta el 2015, en cinco sectores industriales determinados como prioritarios: industrialización de alimentos, curtiembre, textil, y metalmecánica junto a la gestión medioambiental como eje transversal a los sectores industriales anteriores.

El proyecto Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local surge como parte de las acciones de vinculación internacional del INTI, en donde la cooperación técnica con organismos públicos y privados del mundo -presentes en el campo tecnológico- favorecen el intercambio de conocimientos como elemento fundamental para el desarrollo industrial local.

En esa dirección, uno de los componentes de este proyecto es la convocatoria de especialistas en diversas temáticas, para cumplir con misiones de trabajo en nuestro país. El objetivo de cada misión es brindar capacitaciones específicas a técnicos de las provincias norteñas, de acuerdo a la especialidad de cada experto, a grupos de trabajo de Centros Regionales de Investigación y Desarrollo así como a Unidades Operativas que conforman la red INTI, y brindar asistencia técnica a las miPyMEs que acompañen el desarrollo de las actividades del proyecto. Además, mantienen entrevistas con actores locales quienes constituyen un recurso esencial y estratégico para alcanzar los objetivos planteados.

La publicación que se dispone a conocer ha sido concebida como resultado de una misión técnica de uno de los expertos intervinientes en este proyecto. Cada experto al finalizar su trabajo en el país, elabora un informe técnico con recomendaciones para el fortalecimiento del sector para el cual fue convocado y que da lugar a la presente produc-

ción, editada con el propósito de divulgar los conocimientos a partir de las necesidades detectadas y los resultados del intercambio efectivo hecho en territorio, conjugando los basamentos teóricos con la realidad local.

### **Dra. Graciela Muset**

DIRECTORA DEL PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

## 1. RESUMEN

El presente Cuaderno Tecnológico tiene por objeto el estudio de toda la cadena de valor de la hilatura de las fibras de algodón, y de sus mezclas con otras fibras. Se pretende dar una visión de conjunto de todo el proceso de hilatura, desde la gestión de los fardos de algodón, "Bale Management" (BM), pasando por todo el proceso de fabricación contemplando las máquinas de hilatura y su distribución para finalizar en la caracterización de los hilos obtenidos.

A todo este proceso que va desde la fibra al hilo se le denomina ingeniería de hilo, "Yarn Engineering" (YE). Por lo tanto, se puede entender el diseño de un determinado hilo como un verdadero proyecto de ingeniería, donde nada va a ser casual, sino causal. Por lo tanto, el YE es un concepto que integra todas las fases anteriormente indicadas, por lo que no sólo va a condicionar el tipo y características de las fibras a utilizar, sino también la configuración de máquinas necesarias, para obtener los hilos deseados.

Este Cuaderno Tecnológico, el cual está enmarcado dentro del Proyecto entre el INTI y la UE, "Mejora de las Economías Regionales y Desarrollo Local", pretende desarrollar de forma conceptual, todas aquellas etapas que intervienen en la cadena de valor de la hilatura del algodón, con objeto de dar una visión sencilla pero práctica de aquellos aspectos importantes dentro de dicha cadena de valor.

Se desarrollarán los siguientes aspectos:

### FIBRAS

- Fibras y sus características
- Clasificación de las fibras
- El algodón
- Otras fibras naturales
- Fibras artificiales
- Fibras sintéticas

### HILATURA DEL ALGODÓN

- Apertura y limpieza
- Cardado
- Manuales
- Peinado
- Mechera
- Contínua de anillos
- Hilatura OE

- Otros sistemas de hilatura
- Purgado y bobinado
- Parafinado

### PARÁMETROS DE LOS HILOS

- Título
- Torsión y retorsión
- Resistencia y alargamiento
- Regularidad
- Clasificación de defectos

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión de la Unión Europea.

## 2. INTRODUCCIÓN

En las capacitaciones realizadas en las zonas del NEA y del NOA de Argentina se ha demostrado un gran interés por el conocimiento en detalle, de toda la cadena de valor "De la Fibra al Hilo". Estas capacitaciones, han contribuido a un mayor conocimiento por parte de las industrias dedicadas a la hilatura del algodón y de sus mezclas, de aquellos aspectos que son fundamentales en la cadena de valor.

Por otra parte, hay que resaltar también, el gran interés mostrado por las consecuencias que la hilatura del algodón tiene en procesos posteriores como son la tejeduría, la tinte, la estampación y los aprestos y acabados, sobre todo en las relaciones causa efecto referidas a reclamaciones.

De lo anterior se hace evidente la necesidad de profundizar en aspectos, desde el punto de vista formativo y práctico, no sólo relacionados con la propia fabricación de los hilos, sino también en otros posteriores con objeto de evitar situaciones indeseadas de reclamaciones por parte de los clientes. Es muy importante, por tanto, una formación complementaria en toda la cadena de valor textil que incluya todas y cada una de las fases del proceso.

Hay que pensar también en la posibilidad real de abrirse a los mercados exteriores en un futuro próximo mediante exportaciones de productos textiles. Para ello es imprescindible producir artículos de calidad, a precios de mercado, por lo que aspectos como la eficiencia y la competitividad van a ser claves.

En consecuencia, se plantean otro tipo de necesidades a corto plazo como son el conocimiento y aplicación de los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) y del Medio Ambiente (SGMA). Conceptos como la Gestión por Procesos y la Mejora Continua, van a ser elementos necesarios en este camino incipiente de crecimiento y de apertura al exterior. Contemplar conocimiento y formación en SGC ISO 9001:2008, o en SGMA ISO 14001:2004, van a ser necesarios para poder acceder a mercados de exportación, especialmente en la UE. En el presente documento, se desarrollará de forma resumida, todos los pasos que conforman la cadena de valor de la hilatura del algodón desde una vertiente fundamentalmente técnica y tecnológica, lo cual no significa que no se deban tener presentes los aspectos referentes a la Calidad, el Medio Ambiente y Mejora Continua.

Para terminar esta introducción, se puede utilizar la presente frase:

**LA TEORÍA ES CUANDO TODO SE SABE Y NADA FUNCIONA.**

**LA PRÁCTICA ES CUANDO TODO FUNCIONA, Y NADIE SABE PORQUÉ.**

La unión de teoría y práctica, sería **CUANDO NADA FUNCIONA, Y NADIE SABE PORQUÉ.**

El objetivo planteado, sería que **TODO FUNCIONE, Y ADEMÁS, TODOS SEPAMOS PORQUÉ.**

## 3. FIBRAS TEXTILES: EL ALGODÓN

La cadena de valor es aquel conjunto de actividades que una empresa lleva a cabo con objeto de que un producto o servicio satisfaga los requisitos del cliente al mínimo coste posible. Para crear valor, es fundamental minimizar los costes asociados a las diferentes actividades: optimización. Para ello es muy importante tener una planificación estratégica adecuada, la cual permita llegar a los resultados definidos. Hay que contemplar, dentro de la cadena de valor tanto la cadena de suministros, así como la logística, el servicio postventa, etc.

El análisis, control y gestión de la materia prima utilizada en la fabricación de los hilos, es decir las fibras, es fundamental en la fabricación de los hilos. La definición, control y mantenimiento de sus características de calidad, van a tener una gran importancia en la obtención de los hilos con ellas fabricados. Esto es importante no sólo en los hilos de 100% algodón sino que también lo es en sus mezclas con otras fibras, como son las artificiales y sintéticas.

Por lo tanto, se puede entender el diseño de un determinado tipo de hilo, como un verdadero proyecto de ingeniería (YE).

No sólo son importantes parámetros como la longitud, la finura, la resistencia y alargamiento, etc. de las fibras, sino que se debe contemplar también variables como: porcentaje de fibra corta, contenido de neps, micropolvo, etc.



*Cono de hilo*

Además de la calidad en una hilatura del algodón y de sus mezclas es de gran importancia la productividad en el proceso de fabricación. Por tanto, no sólo vamos a pedir calidad sino que la vamos a pedir al mínimo coste posible.

**El peor enemigo de la calidad, es la variabilidad.**

**El mejor aliado de la productividad es el control, la gestión y la mejora continua.**

A partir del análisis, control y gestión de los parámetros de calidad de las fibras de algodón BM, llegaremos a la obtención de hilos con unas determinadas características de calidad YE, estables en el tiempo. Es importante el mantenimiento en el tiempo de las características de calidad de los hilos con objeto de alargar al máximo las partidas o referencias de fabricación.

Las características de las fibras, van a tener una influencia determinante en su comportamiento durante el proceso de hilatura, así como en las propiedades de los hilos resultantes.

Su obtención y análisis mediante sistemas automáticos HVI presentan ventajas como:

- 1) Independencia del operario.
- 2) Mayor representatividad de los resultados obtenidos.
- 3) Facilidad de manejo y gestión de los datos.



Instalación HVI para análisis de fibras

La obtención de datos mediante sistemas como HVI y AFIS de Uster permiten una óptima gestión de los mismos.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS

En la industria textil las materias primas utilizadas son las fibras textiles. Se pueden definir como un sólido relativamente flexible y resistente con una pequeña sección transversal y una elevada relación longitud/anchura.

Sus características determinarán la idoneidad de su utilización en la fabricación de los artículos textiles dependiendo del uso al que vayan a ser destinados. Dichas características, deberán ser medibles y controlables.

**Longitud.** La longitud de las fibras mantiene relación directa con el título del hilo que con ellas se puede conseguir. Esta característica es un parámetro que se controla tanto por su valor medio como por su diagrama de fibras.

**Finura.** La finura de las fibras tiene relación directa con el tacto de los textiles. Mayor finura conlleva menor resistencia ante una fuerza de compresión y por lo tanto mayor sensación de suavidad. Se expresa en micras el diámetro, y en número Tex (dTex), la masa lineal. En el caso del algodón la finura se expresa en Índice Micronaire.

**Resistencia a la abrasión.** Capacidad de una fibra para soportar el desgaste por abrasión en el uso diario.

**Pilling.** Fenómeno por el que a lo largo del uso de las prendas se forman unas bolitas o aglomeraciones de fibras en la superficie que desmerecen el aspecto exterior de dichas prendas. El poliéster y las fibras acrílicas son grandes formadoras de pilling.

**Elasticidad.** Comportamiento de las fibras ante las fuerzas de tracción observándose el alargamiento de las fibras ante la carga ejercida. En el punto de rotura se medirán tanto la carga soportada, tenacidad CN/tex como el alargamiento experimentado, elongación en porcentaje.

**Brillo.** Intensidad con que la luz es reflejada por la superficie de una fibra, o el lustre que la fibra posee. Depende de la estructura de física y química de la fibra y de su superficie.

**Color.** El color natural de las fibras tiene influencia directa en las operaciones de coloración, tintura y estampación, determinando tanto el proceso como las posibilidades de tintura. El algodón se blanquea mediante la utilización de agua oxigenada.

**Absorción de humedad.** Capacidad para absorber humedad; tasa legal de humedad. Todas las fibras naturales se distinguen por su gran capacidad de retener la humedad. Esta característica influye en la confortabilidad de los artículos con ellas fabricados.

**Electricidad estática.** Capacidad que poseen las fibras de cargarse eléctricamente por el roce del propio uso, o durante su fabricación y manipulación. Depende de la naturaleza química de la fibra y de la capacidad de absorción de humedad. Las fibras sintéticas por su menor capacidad de absorción de humedad son las que más problemas presentan en este sentido. Característica importante que determinará la facilidad de manipulación de las fibras así como el comportamiento de estas fibras en los procesos de hilatura y tisaje.

**Acción de la luz.** Los efectos producidos por las radiaciones solares afectan a la resistencia a la tracción, al alargamiento a la rotura y a la resistencia a la abrasión de las fibras. También puede provocar un amarillamiento o decoloración de la fibra.

**Acción de agentes externos.** La acción de mohos, bacterias, microorganismos e insectos. El comportamiento de las fibras ante ácidos, álcalis, oxidantes y reductores.

**Comportamiento ante el fuego y la temperatura.** De especial importancia para artículos cuyo destino sea lugares públicos y aquellos que tengan que estar expuestos a la acción del fuego o de elevadas temperaturas.

**Reactividad química.** Es importante de cara a las operaciones posteriores de tintura, y depende de los grupos funcionales de la fibra.

**Poder cubriente.** Depende del rizado y de la sección transversal de la fibra.

**Conductividad eléctrica.** Las fibras de baja conductividad eléctrica pueden producir descargas sobre el cuerpo al estar en contacto con éste.

**Tacto.** Depende del rizado, de la longitud y de la finura, así como de la sección transversal de la fibra.

**Conductividad térmica.** Depende del tipo de polímero constituyente de la fibra, de su sección transversal y de su rizado.

**Densidad y peso específico.** Influye fundamentalmente en el peso de las prendas con ellas confeccionadas.

**Rigidez.** Tiene influencia en el arrugado y desarrugado de las prendas.

### 3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS

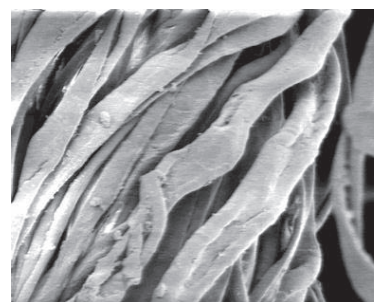
Las fibras se pueden clasificar en:

#### Naturales

- Fibras naturales vegetales.
- Fibras naturales animales.
- Fibras naturales minerales.

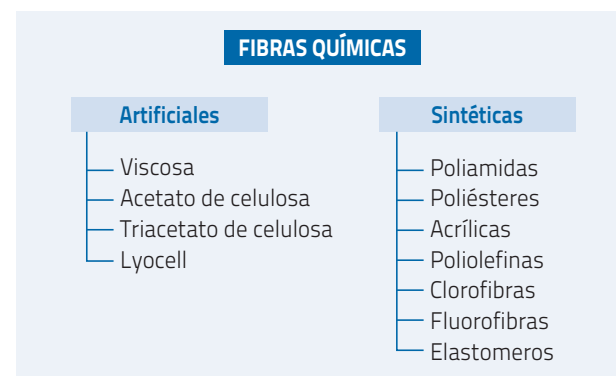
#### Químicas

- Fibras artificiales o de polímero natural.
- Fibras sintéticas o de polímero sintético.



Fibras de algodón

#### Clasificación de las fibras químicas



#### 3.3 EL ALGODÓN

Es de todas las fibras la más utilizada, tanto para vestir como para cualquier campo de aplicación del textil. Mezclada con fibras de origen químico, se llega a utilizar en textiles para multitud de usos.

Se obtiene de un grupo de plantas conocidas como gossypium, o algodnero. Se encuentra la fibra en la semilla de la planta.

El proceso de obtención empieza por la siembra. Entre la siembra y la cosecha del algodón transcurren alrededor de 200 días. La semilla brota algunos días después de la siembra y la floración se produce unos tres meses después. Una vez desprendidas las



flores los capullos empiezan a crecer abriéndose unos 50 días después. Se proyectan entonces hacia afuera las fibras blancas. Cuando el algodón está maduro se procede a su recolección.

Después de la recolección el algodón se lleva a una desmotadora, máquina que separa las fibras de las semillas.

Cabe destacar las moscas blancas (bernisia tabaco), que con sus deposiciones sobre las fibras hacen que éstas se peguen o enganchen en los órganos de las máquinas de hilatura disminuyendo la calidad de los hilos y la productividad. Este algodón recibe el nombre de "honey dew". Por otra parte, al aumentar el contenido de azúcares en el algodón, aumenta la probabilidad de encontrar "algodón pegajoso".

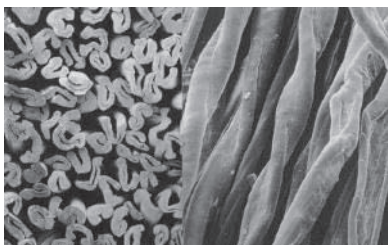


*Flor del algodón*

### 3.3.1 Estructura de la fibra de algodón

En la sección transversal de una fibra de algodón se puede distinguir:

- 1) La cutícula
- 2) Pared primaria
- 3) Pared secundaria
- 4) Lumen



*Fibras de algodón en sección transversal y longitudinal*

La madurez del algodón es una medida del grado de desarrollo de la pared celular.

El algodón inmaduro conduce también a la formación de neps. Éstos consisten en haces de fibras inmaduras irreversiblemente enmarañadas en nudos apretados. Como los neps no se pueden deshacer en el proceso textil ordinario, ocasionan irregularidades en los hilos y ligeras manchas en los artículos teñidos. Cabe indicar que la afinidad del algodón muerto respecto al maduro es muy inferior, lo que da lugar a artículos teñidos de baja calidad.

Longitudinalmente el algodón se presenta como una fibra aplastada en sus bordes. Normalmente se aprecian en ella las denominadas "vueltas de falsa torsión".

La composición aproximada del algodón en rama es la siguiente:

80-85%	Celulosa
6-8%	Agua
1-1.8%	Compuestos minerales
1-2.8%	Compuestos nitrogenados
0.4-1%	Materias pépticas
0.5-1%	Ceras
3-5%	Pigmentos, tabaco, etc.

### 3.3.2 Características físicas de la fibra de algodón

#### PROPIEDADES FÍSICAS

Finura. Es una fibra fina, entre 1 y 4 dtex, lo que le confiere un tacto muy suave. Habitualmente se expresa mediante el Índice Micronaire, que da una relación entre peso y superficie específica de la fibra. Posee un diámetro de 18 a 28 micras.

MICRONAIRE	CLASIFICACIÓN
Inferior a 3.0	Muy fino
De 3.0 a 3.9	Fino
De 4.0 a 4.9	Finura Media
De 5.0 a 5.9	Grueso
Mayor de 6.0	Muy Grueso

La longitud de las fibras se sitúa entre 10 y 60 mm.

Las fibras más largas se utilizan para la producción de hilos muy finos. Se clasifica en corta menor (de 20 mm), media (entre 20 y 40 mm) y larga (mayor de 40 mm).

La tenacidad tiene valores entre 10 y 30 cN/tex. Dado que se trata de una fibra natural que puede presentar acusadas diferencias dentro de un mismo lote, el sistema de medida no es el habitual basado en la medición individual de fibras, sino que se emplean sistemas de medición de haces de fibras, como por ejemplo la resistencia Stelometer.

TENACIDAD (CN/TEX)	CLASIFICACIÓN
Inferior a 17	Muy débil
De 18 a 21	Débil
De 22 a 25	Medio
De 26 a 29	Resistente

El Índice de Uniformidad es:

$$UI = \text{MEAN LENGHT} / \text{UPPER HALF MEAN LENGTH}$$

Según su grado de uniformidad:

GRADO DE UNIFORMIDAD	ÍNDICE DE UNIFORMIDAD DE LA LONGITUD HVI (%)
Muy alta	Arriba de 85
Alta	83-85
Intermedia	80-82
Baja	77-79
Muy baja	Debajo de 77

Su color viene determinado por su reflectancia (Rd) que representa a su grado de brillo, y por su grado de amarillo (+b), que representa a su grado de pigmentación.

El código de color está representado por la intersección de las lecturas de Rd y +b, en el colorímetro Nickerson – Hunter.

GRADOS DE COLOR DEL ALGODÓN UPLAND / VIGENTE 1993					
	Blanco	Manchado Ligero	Manchado	Teñido	Teñido Amarillo
Good Middling	11*	12	13	-	-
Strict Middling	21*	22	23*	24	25
Middling	31*	32	33*	34*	35

Strict Low Middling	41*	42	43*	44*	-
Low Middling	51*	52	53*	54*	-
Strict Good Ordinary	61*	62	63*	-	-
Good Ordinary	71*	-	-	-	-
Below Grade	81	82	83	84	85

RELACIÓN DE MEDICIONES DE IMPUREZA CON GRADO DE HOJA DEL CLASIFICADOR	
Medición de impureza (Promedio 4 años) (% área)	Grado de hoja del clasificador
0,12	1
0,20	2
0,33	3
0,50	4
0,68	5
0,92	6
1,21	7

Arruga: Arrugan fácilmente, pero su elasticidad le permite recuperar rápidamente. Por lo tanto el planchado es relativamente fácil. La resiliencia es baja tanto en seco como en húmedo.

Pilling: No suelen formar pilling.

Ante la llama: El algodón ante la llama arde con facilidad; huele a papel quemado. La llama no se autoextingue y forma un residuo blanco que se disuelve si la presionamos.

Ante la temperatura: El algodón no funde, carbonizándose a 430 °C. Arde con la llama, y continua haciéndolo si ésta se retira. Conduce el calor. Soporta temperaturas de hasta 160°C, por encima de esta temperatura empieza a amarillear.

Abrasión: El comportamiento en abrasión puede clasificarse como aceptable.

Brillo: Es una fibra mate. Se necesita la operación de mercerizado para que la fibra posea este brillo.

Color: es generalmente amarillento, dependiendo de la procedencia del algodón este color varía desde tonalidades más oscuras hasta las más claras.

### 3.3.3 Características químicas de la fibra de algodón

Tasa legal: La tasa legal de humedad es del 8,5%.

La absorción de humedad: es del 14-18% para una humedad relativa del 95%.

La retención de agua por imbibición: es del 42-53%.

Resistencia a los disolventes: Buena resistencia a los disolventes.

Ácidos: Ante los ácidos es atacada, llegando a disolverse si estos son concentrados y en caliente.

Álcalis. El comportamiento ante los álcalis es bueno.

Oxidantes atacan a la fibra de algodón: Si la acción de estos oxidantes no se controla puede atacar a la fibra y restarle resistencia.

Reductores: no perjudican al algodón.

Los tejidos de algodón se lavan con facilidad y su mayor resistencia en húmedo que en seco hace que soporten muy bien los lavados repetidos.

Tintura: el algodón se tiñe fácilmente con colorantes directos, reactivos, tina y sulfurosos.

Ante la luz tiene una buena resistencia a la degradación. Amarillean en exposiciones prolongadas.

Mohos y bacterias la atacan.

La identificación de fibras sigue el camino normal de análisis empezando por el ensayo pirognóstico, la visión al microscopio y finalmente ensayo con disolventes.

## 4. RAYÓN VISCOZA

Las fibras de viscosa se obtienen por extrusión de una pasta de celulosa. Se definen como aquellas formadas por celulosa regenerada obtenidas por el procedimiento viscosa. Se trata de un proceso muy complejo.

La celulosa se obtiene de maderas, principalmente de eucalipto y de otras maderas, que sometidas a un proceso químico se extrae la celulosa en forma de pasta. Esta masa es transformada posteriormente mediante el proceso de hilatura en húmedo, en filamento continuo.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL RAYÓN VISCOZA

#### PROPIEDADES FÍSICAS

La tenacidad oscila los 18 y 54 cN/tex en seco y de 9 a 36 cN/tex en húmedo. A diferencia de lo que sucede con el algodón las fibras de viscosa tienen siempre una mayor tenacidad en seco.

El alargamiento a la rotura es del 10 al 30% en seco y del 15 al 40% en húmedo.

La recuperación elástica después de ser alargadas un 2% oscila entre el 70 y el 100%. Cuando se trata de bajas deformaciones el comportamiento de las fibras de celulosa regenerada es mejor que el del algodón.

Rigidez. Las fibras de viscosa son moderadamente rígidas.

La resiliencia es baja siendo escasa la capacidad de recuperación de la arruga de los tejidos.

Abrasión. El comportamiento en abrasión no pasa de aceptable.

Pilling. Estas fibras generan poco pilling.

Ante la llama. No funde y su inflamabilidad es similar a la del algodón.

Finura. La finura es a voluntad dependiendo del tamaño del agujero de la hilera.

Brillo. A voluntad. Puede ser brillante y mate.

Tacto. Aceptable. Un poco frío.

Color. Puede ser blanco o tintado en masa.

Longitud se puede presentar en forma de filamento y también en forma de fibra cortada.

Calor. Resiste temperaturas de 150°C y se descomponen rápidamente cuando la temperatura alcanza los 190-210°C.

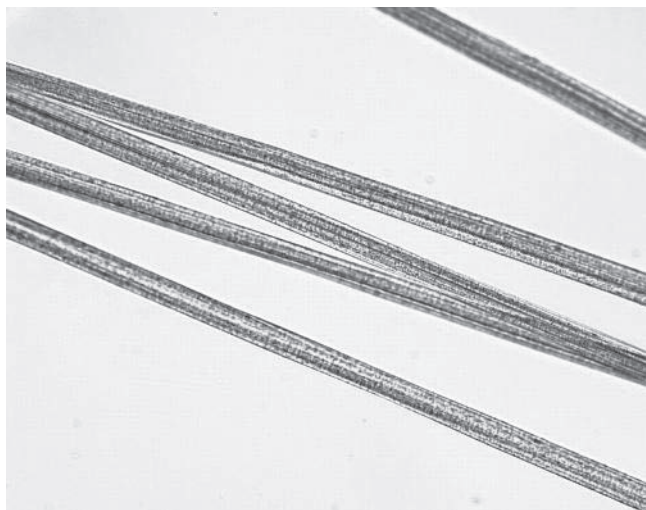
Planchado. Se debe planchar con más cuidado que el algodón a temperaturas moderadas de hasta 125°C. Si se aumenta la temperatura amarillean y pierden resistencia.

#### PROPIEDADES QUÍMICAS

Son muy similares a las del algodón.

La tasa legal de humedad es del 13%

La retención de agua por imbibición es mayor que la del algodón (90-100% viscosa, 55-70% modal, 40-50% algodón).



*Fibras de viscosa mate*

## 5. POLIÉSTER

La obtención del poliéster se realiza por el sistema de fusión. Los filamentos a la salida de la hilera presentan una estructura amorfa. La orientación y cristalizado se consigue por medio de un estirado mecánico.

Es muy importante que la cristalinidad del poliéster se produzca de forma constante, pues tiene influencia en el encogimiento térmico y en el proceso de tintura. Las fibras de poliéster se definen como aquellas formadas a partir de un polímero de macromoléculas cuya cadena contiene un mínimo del 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico. Es una fibra química sintética pues proviene de un polímero sintético extraído del petróleo. Son derivados del petróleo tanto los productos que sirven de base como los productos intermedios utilizados en su consecución.

Con esta definición se engloban los tres tipos de poliéster más utilizado, el poli-etilentereftalato (PET), el poli-1,4-ciclohexilendimetilentereftalato (PCHDT) y el poli-butilentereftalato (PBT).

### 5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL POLIÉSTER

#### PROPIEDADES FÍSICAS

**Rigidez.** El alto módulo y la rigidez de las fibras de poliéster le confieren una gran estabilidad dimensional a los tejidos, por lo que los tejidos de poliéster no se deforman. También les confiere un tacto más áspero, asimismo no presentan arrugas y retienen la forma del artículo.

**Finura y longitud.** Propiedades físicas como la finura, longitud, sección transversal, íntimamente ligadas al tacto, aspecto, brillo, etc. dependen en exclusiva del proceso de obtención. Las diferencias son muy acentuadas obteniendo productos tan dispares como los usos a los que se les destina, desde bolsas de deporte a tapicerías con muy buen tacto realizadas con microfibras.

**Resistencia a la tracción.** Los hilos altamente orientados, cristalinos, presentan mayor resistencia a la tracción, manteniendo el estirado y aumentando el peso molecular aumenta la resistencia.

**Resistencia a la abrasión.** La resistencia a la abrasión es muy superior comparada con cualquier fibra textil, tan solo es superada por el nylon.

**Resistencia al pilling.** Presencia de bolitas en la superficie del tejido que desmerecen su aspecto, formadas por el enmarañamiento de fibras del interior del hilo. La permanencia en la parte exterior de los hilos depende de la resistencia de las fibras. La alta resistencia del poliéster hace que estas fibras utilizadas en forma cortada mantengan las bolitas en superficie por un tiempo indeterminado. Su aparición se ve favorecida por la capacidad de formación de electricidad estática que presentan estas fibras.

La tenacidad oscila entre los 23 y 80 cN/tex.

El alargamiento a la rotura varía entre el 8 y el 50%.

El módulo se sitúa entre los 250 y los 1200 cN/Tex.

La recuperación elástica es inferior a las de las fibras de poliamida; después de 2 minutos de ser alargadas un 3.5 y 10%, la recuperación es del 92, 84 y 58% respectivamente. La recuperación es excelente cuando la deformación se ha producido por flexión. En general, los artículos exclusivamente de poliéster son prácticamente inarrugables.

La resistencia del poliéster a la abrasión es buena aunque inferior a la de las fibras de poliamida.

Calor. Las fibras de poliéster funden a una temperatura de 260 °C. Es termoplástica. El comportamiento térmico. La acción de las elevadas temperaturas, teniendo en cuenta que son fibras termoplásticas, son muy variadas desde variaciones en propiedades mecánicas, amarilleamiento y encogimientos.

Electricidad estática. Las fibras de poliéster son propensas al desarrollo de electricidad estática.

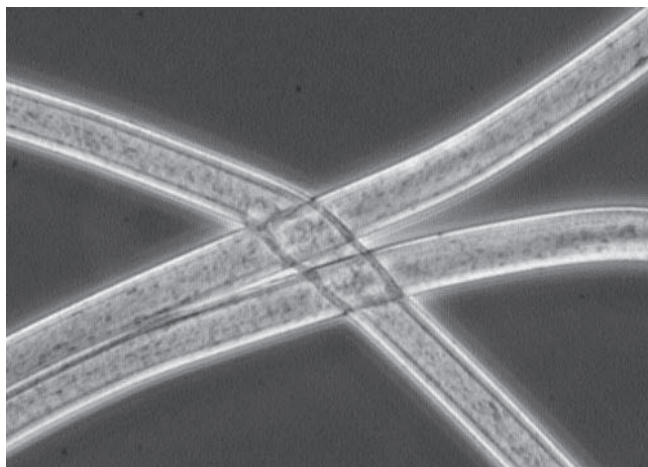
Tacto. Rígido, áspero.

Brillo. A voluntad.

Arrugas. Buen comportamiento.

Planchado. No sobrepasar 150°C.

Llama. Ante la llama el poliéster se contrae y funde formando una bola que al enfriar endurece. La bola llega a arder desprendiendo un olor aromático.



Fibras de poliéster

## PROPIEDADES QUÍMICAS

Capacidad de absorción de agua. La absorción de humedad de estas fibras es muy baja (1%). La retención de agua por imbibición es del orden del 2-5% siendo la tasa legal del

1.5% en forma de multifilamento y del 3% en forma de floca. Esto produce también gran tendencia a cargarse de electricidad estática, siendo un problema tanto a nivel industrial por la adherencia a las partes metálicas de las máquinas. Los filamentos continuos se separan entre sí y da un rápido ensuciamiento de los tejidos.

Ante el agua el poliéster no interacciona, por lo que sus propiedades mecánicas no se modifican por el contacto con esta.

Ácidos. La acción de los ácidos no ataca a la fibra cuando se presentan en forma diluida, teniendo influencia cuando son concentrados y a temperatura en tiempos más o menos prolongados.

Álcalis. La acción de los álcalis es menos notable en la fibra, por lo que se comportan bien en aquellos utilizados en el proceso de lavado. En presencia de álcalis fuertes el ataque a la fibra es tan solo superficial, mientras que álcalis como el amoníaco ataca el interior de la fibra lo que merma las propiedades físicas de la fibra. El ataque con sosa cáustica produce una reducción del diámetro de la fibra y una disminución de peso. Ensoñado.

Oxidantes. Los oxidantes, utilizados en el blanqueo textil no atacan a la fibra así como tampoco la atacan los tensioactivos utilizados en el lavado.

Reductores. Los reductores, como el hidrosulfito sódico tampoco la atacan.

Mohos, bacterias e insectos no producen ningún efecto sobre el poliéster, tan solo la presencia de los mohos puede desmerecer el aspecto del artículo por manchado.

Disolventes. Los disolventes orgánicos no afectan en términos generales a las fibras.

Intemperie. La acción de la intemperie es importante debido a que el poliéster absorbe gran cantidad de radiación ultravioleta, produciéndose la degradación de la fibra perdiendo resistencia. Se ve influenciada por ciertas condiciones como la presencia de humedad, temperatura y la presencia de un cristal que absorba la totalidad de las radiaciones.

Disolución. Se disuelve en nitrobenzeno y ácido tricloroacético.

Lavado. Temperaturas de lavado (70-100°C) y de planchado (150-200°C), aseguran un correcto uso y mantenimiento del artículo. Las fibras de poliéster pueden lavarse sin problemas. El secado es muy rápido y poseen una muy buena estabilidad dimensional. Todo ello redundando en un fácil cuidado de los artículos de poliéster.

Tintura. Se tiñen con colorantes dispersos.

Estampación. Se estampan fácilmente con colorantes dispersos por el sistema transfer.



## 6. HILATURA DEL ALGODÓN Y SUS MEZCLAS

La hilatura es el conjunto de operaciones mecánicas necesarias para transformar las fibras que en la mayoría de casos se encuentran desordenadas, enmarañadas y llenas de impurezas en hilos.

Los sistemas de hilatura que trataremos en este Cuaderno Tecnológico, serán:

- Hilatura convencional, o de anillos.
- Hilatura Open End.
- Otros sistemas de hilatura.

### 6.1 HILATURA CONVENCIONAL O DE ANILLOS

En este tipo de hilatura las fibras se convierten en hilo, a partir de una progresiva paralelización de las mismas a lo largo del proceso para acabar cohesionándolas mediante la torsión de las mismas en la continua de anillos. En el caso de la hilatura del algodón podemos distinguir entre el proceso de HILO CARDADO y el de HILO PEINADO. Los hilos obtenidos por el proceso de peinado son más regulares y por lo tanto de mayor calidad, que los obtenidos por el proceso de cardado.

En la hilatura convencional o de anillos por el sistema CARDADO se distinguen las siguientes etapas:

- 1) Apertura, limpieza y mezcla.
- 2) Disgregación de fibras en el cardado.
- 3) Paralelizado y regularizado de fibras en el manual.
- 4) Afinado y torcido en la mechera.
- 5) Obtención del hilo en la continua de hilar.

En el sistema de PEINADO, después del primer paso de manual, se incorpora una peidora con objeto de eliminar las fibras cortas, y mejorar la hilabilidad.

#### 6.1.1 Apertura, limpieza y mezcla

Las primeras operaciones a las que se someterán a las fibras, durante el proceso de su hilatura, es su apertura a partir de fardos de fibras, su limpieza y adecuada mezcla. El algodón se suministra en fardos. Sus características físicas varían mucho en función del país de origen. En este punto, la materia prima se encuentra muy comprimida y mezclada con trozos de hojas, semillas o partes de ellas, impurezas, etc.

##### 6.1.1.1. Abridora de fardos

Esta operación consiste en abrir los fardos, eliminando sus envolturas y flejes, para posteriormente pasar a las máquinas abridoras de fibras. Se pueden distinguir diferentes tipos de abridoras de balas o de fibras:

#### CARGADORA AUTOMÁTICA

Las fibras se depositan en una telera horizontal, y posteriormente y a través de una telera inclinada son almacenadas en una cámara de mezcla y dosificadas convenientemente al proceso siguiente.

#### CARGADORA PESADORA

Cuando además de alimentar el tren de apertura y limpieza, es necesario dosificar diferentes materias en diferentes proporciones, como por ejemplo mezclas de poliéster y algodón, se pueden utilizar las cargadoras pesadoras.



*Línea de cargadoras pesadoras*

#### FRESADORA

En la actualidad es uno de los sistemas más utilizados. La materia es arrancada de la parte superior de los fardos, mediante un fresado. Es especialmente adecuada para trabajar algodón, pudiéndose mezclar fardos de diferentes lotes.

Los fardos se colocan alineados a un lado de la máquina. Este tipo de máquinas, puede trabajar con un elevado número de fardos, lo que permite una perfecta mezcla y solapamiento de diferentes lotes de algodón, con el fin de mantener constantes sus características de calidad. La mezcla de fardos de diferentes lotes se puede definir mediante la utilización de aparatos de análisis de fibras de algodón, como el HVI de Uster.



*Abridora fresadora*

#### 6.1.1.2 Separadores de materias extrañas

Un separador multifuncional colocado a continuación del abridor de balas permite realizar las siguientes operaciones:

- aspirar los copos del abridor de balas
- separar las partículas pesadas
- protección contra el fuego
- separar los metales

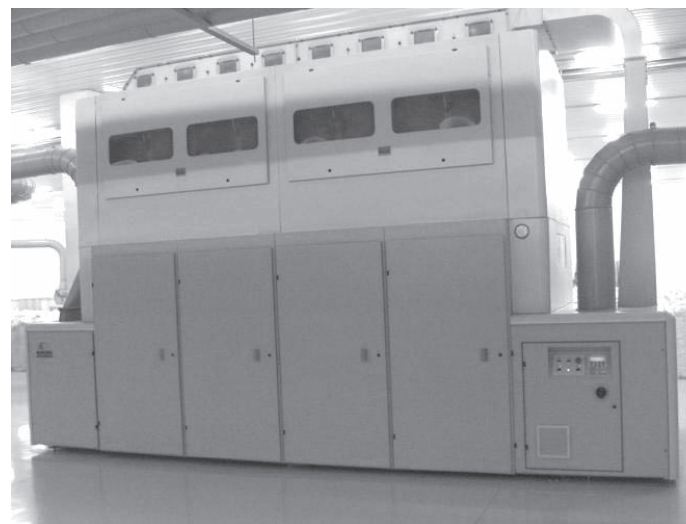
Su función es evitar que materias extrañas puedan entrar en la línea de producción, y provoquen tanto contaminaciones de hilo como roturas de máquinas o incendios.

En este tipo de máquinas se pueden eliminar polvo, materias pesadas vegetales, materias coloreadas y metales.

#### 6.1.1.3 Mezcladoras

El propósito de esta máquina es el de mezclar las fibras, y al mismo tiempo eliminar el polvo de las copos que proviene de las diferentes balas de algodón para conseguir una mezcla homogénea de estas fibras. Permite minimizar las diferencias de afinidad tintórea entre diferentes tipos de algodón procedentes de la línea de apertura.

Consta de diferentes silos de mezcla, y de una telera inferior que recupera simultáneamente algodón de cada uno de los silos, favoreciendo la mezcla.



*Mezcladora de algodón*

#### 6.1.1.4 Abridora batidora

La función principal de este tipo de máquinas es la de tratar las fibras realizando una limpieza intensiva y su separación, sin romperlas. Podemos encontrar abridoras mono-tambor donde el órgano batidor puede ser a base de aspas, clavos, guarnición o agujas.



*Abridora batidora para algodón*

#### ABRIDORA BITAMBOR

Podemos encontrar también abridoras bitambor (Axi-Flo), que son más enérgicas que las abridoras monotambor. Son especialmente adecuadas para el tratamiento de algodones muy sucios. No son recomendables para fibras como la viscosa y el poliéster, ya que pueden llegar a romperlas por su enérgico efecto de batido.

#### ABRIDORA HORIZONTAL

Una vez en la máquina, las fibras se transfieren cuidadosamente de un rodillo al otro sin romperse.

Esto se consigue mediante una graduación precisa de la guarnición y la velocidad de los rodillos limpiadores /abridores.

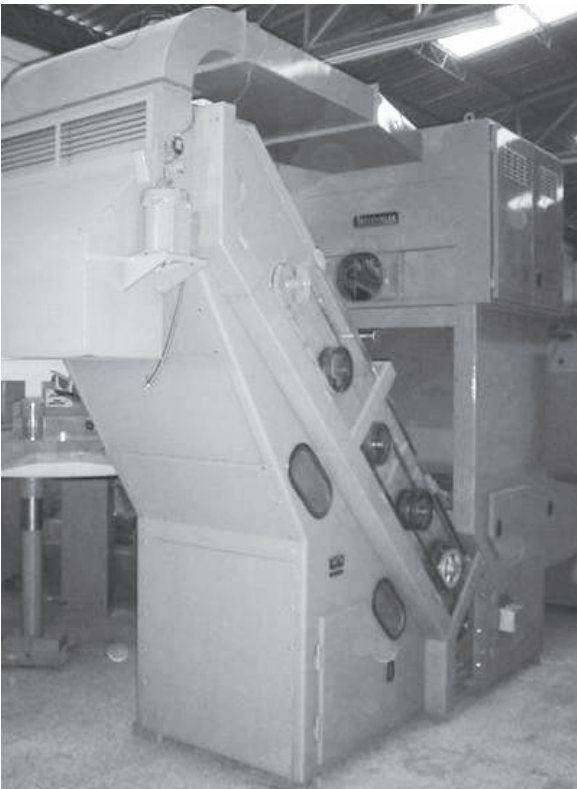
Los puntos de limpieza/apertura, rodillos de púa, y rodillos de dientes de sierra, están montados en un sistema de limpieza compuesto por una cuchilla deflectora, una cuchilla para motas y una campana de aspiración.

#### ABRIDORA INCLINADA

Se utilizan cuando conviene aumentar el grado de limpieza de las fibras de algodón.

Se pueden disponer una o más abridoras multitambor inclinadas, según las necesidades de limpieza. Este tipo de máquinas efectúan una limpieza enérgica del algodón, por lo que hay que vigilar mucho la posible rotura de fibras, así como la formación de neps.

En todo el proceso de apertura, limpieza y mezcla es importante controlar la rotura de fibras, la formación de Neps, y el porcentaje de desperdicio de cada máquina.



*Abridora inclinada*

#### 6.1.2 Cardado

Esta operación se realiza en las máquinas denominadas cardas, que en el caso del algodón se denominan de chapones.

La función del cardado es:

- Separar y disgregar las fibras.
- Mezclar las fibras.
- Eliminar las impurezas que puedan contener las fibras
- Eliminar de los neps formados en la apertura y limpieza.
- Formación de una cinta que servirá para alimentar las máquinas en operaciones posteriores.

La máquina de cardado consta en varias partes, cuyas funciones específicas son independientes unas de otras, pero fuertemente relacionadas para formar un conjunto donde todas las partes son necesarias para llevar a cabo la operación eficiente de cardado.



*Carda de chapones*

Para entender mejor esta operación, estas funciones se agruparán en las zonas de trabajo siguientes:

- 1) Introducción de las fibras de algodón
- 2) Alimentación de la unidad de apertura de fibras
- 3) Unidad de apertura de las fibras
- 4) La unidad de cardado
- 5) Liberación del velo y formación de la cinta

El efecto de cardado, disgregación y limpieza de fibras, se realiza entre el gran tambor y los chapones tanto fijos, como móviles. Es fundamental en esta máquina controlar de rotura de fibras, la eliminación de neps y la cantidad y tipo de desperdicio producido.



Se debe controlar el desperdicio de:

- Cilindro abridor
- Chapones
- Bajocardas
- Desbarrado



*Gran tambor y chaponada*

Hay que tener en cuenta que, para que una carda trabaje eficientemente, debe eliminar el 80% de los neps que le entran. En la carda se obtiene una cinta de fibras, la cual es plegada en el interior de un bote que pasará a alimentar a las siguientes máquinas del proceso. También es importante controlar la regularidad de masa de la cinta de carda obtenida, así como su título y coeficiente de variación. Por este motivo, las cardas suelen llevar equipos de regulación de masa tanto a corto como a largo período.

### 6.1.3 Manuales

En el manual se regulariza la masa de las cintas de carda mediante su reunido (6 u 8 cintas), y estirado. En esta operación, las fibras se paralelizan, se mezclan entre sí y se elimina polvo e impurezas que todavía quedan en las cintas de carda.

#### PROCESO DE ALGODÓN CARDADO

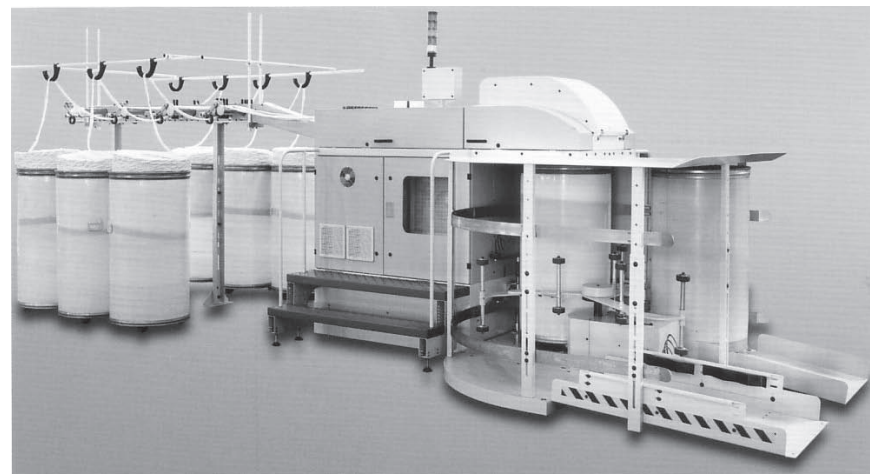
Después de la carda se suelen dar dos pasos de manual, mechera y continua de hilar.

#### PROCESO DE ALGODÓN PEINADO

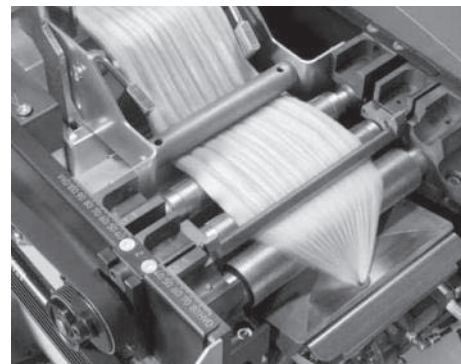
Después de la carda, dos pasos de manual, peinadora, un paso de manual, mechera y continua de hilar. Hay que tener en cuenta que el manual reúne y estira, mientras que la mechera y la continua sólo estiran.

En el manual se consigue:

- Alineación paralela de las fibras provenientes de la operación de cardado.
- Mejorar la uniformidad en términos de masa lineal (título de la cinta), mediante operaciones de doblado y estirado, mejorando su regularidad.
- Mezcla homogénea de las fibras, tanto en el caso de trabajar sólo una materia prima (por ejemplo algodón), y en el caso de que se utilice una mezcla de diferentes materias primas (por ejemplo: algodón/poliéster).



*Manual*



*Tren de estiraje de un manual*

Las cintas se extraen de los botes de carda mediante rodillos de alimentación y después recorren a lo largo de las "guías de cinta" donde se produce el "doblado". Después del doblado de las cintas, éstas pasan al tren de estiraje. Cuando las cintas se estiran, las fibras también paralelizan y se mezclan entre ellas. El proceso de estirado se lleva a cabo

utilizando un conjunto de rodillos denominados sistema o tren de estirado. El primer par de rodillos son los de alimentación. El ecartamiento en la zona de estiraje previo, suele ser de unos 7 u 8 mm más que la longitud de la fibra. El ecartamiento de la zona de estiraje principal suele ser de unos 3 o 4 mm más que la longitud de la fibra.

Después del estirado, la cinta emergente de los rodillos de salida pasa a través de un embudo donde se reduce y compacta en dos cilindros para poderla introducir en un bote a la salida de la máquina. En los manuales, sobre todo en los de "segundo paso", es frecuente tener unos mecanismos autorreguladores de la masa lineal o título de la cinta obtenida con objeto de mejorar su regularidad. En el supuesto de trabajar con dos pasos de manual después de la peinadora, el autorregulador se colocaría en el último paso. Los manuales autorregulados permiten que éste pare cuando la variación de masa permitida, excede de un determinado valor; normalmente, +/- 5%

Uno de los controles imprescindibles a realizar, es el del título de la cinta, obteniendo su valor promedio y su coeficiente de variación. Es importante realizarlo una vez por turno, como mínimo.

Un ecartamiento excesivo en las zonas de estiraje del manual provocarán fibras flotantes totalmente descontroladas que se traducirán en forma de "ondas de estirado" en el correspondiente espectrograma. También se debe controlar su regularidad de masa, que en los manuales actuales se realiza on line (igual que puede hacerse en las cardas). De no tener control on line debe realizarse también una vez por turno. Si en el manual se produce la mezcla de dos fibras, por ejemplo algodón y poliéster, debe controlarse también el porcentaje de mezcla.

#### 6.1.4 Preparación para el peinado

Antes de proceder al peinado de las fibras de algodón la materia se debe disponer en un formato adecuado para poder realizar esta operación.

Para ello, se tienen dos operaciones previas que son:

- Reunidora de cintas.
- Reunidora de napas.



Reunidora de cintas

#### 6.1.4.1 Reunidora de cintas

Esta operación consiste en transformar las cintas obtenidas en el manual en una napa de forma que puedan utilizarse en la máquina siguiente la reunidora de napas, la cual alimentará a la peinadora que llevará a cabo la operación de peinado.

En esta máquina se reúnen entre 20 y 24 cintas de manual, donde a partir de un pequeño estiraje, entre 1,2 a 1,5 se forma una napa. En la reunidora de cintas debe controlarse el peso de los rollos de napa y su coeficiente de variación entre pesadas que no debe ser superior al 0,5%

#### 6.1.4.2 Reunidora de napas

Las napas formadas se "superponen" para formar una única napa. Ésta es, a su vez sometida a un proceso de estirado al pasar alrededor de un rodillo con el propósito de producir una napa más compacta, con un nivel mayor de cohesión y homogeneidad.

Uno de los defectos que se pueden producir en las napas es una variación gradual de su masa debido a un excesivo estiraje a la salida de la reunidora. Esto se puede detectar fácilmente en el diagrama del regularímetro. Las napas resultantes van a ser las que alimenten los distintos cabezales de las peinadoras. El transporte de estas napas suele ser automático.

#### 6.1.5 Peinado del algodón

En la peinadora se eliminan las fibras cortas y gruesas, se eliminan neps e impurezas, y se aumenta el paralelismo de las fibras. Después de la peinadora se debe disponer de un solo paso de manual autorregulador para posteriormente seguir con la mechera. Desde el punto de vista de rentabilidad, la selección de un algodón para destinarse al proceso de peinado dependerá de su diagrama de fibras (fibra corta), de su micronaire, y por supuesto de su precio.



Peinadora de algodón



Esquema de un cabezal de peinado de algodón

El desperdicio de peinadora se recomienda que esté como máximo entre un 15 y un 20%. Una peinadora puede tener entre 6 y 12 cabezales de peinado, que reúne sus cintas en un manual integrado en la misma máquina, con objeto de regularizar los empalmes producidos durante los ciclos de peinado. Se trata de una máquina cuya operación es relativamente compleja, y que realiza el peinado de una napa en un proceso discontinuo, que tiene lugar en ciclos de operación repetidos.

El ciclo de peinado consta de los siguientes pasos:

- Peinado de las cabezas
- Preparación para el peinado de las colas
- Peinado de las colas

Las peinadoras actuales pueden llegar a 500 ciclos/minuto de peinado. Tras el peinado, la napa se condensa en una cinta y se une a las otras cintas que emergen de los otros cabezales de peinado en una bandeja colocada debajo de la máquina y en toda su longitud. Después las cintas vuelven a someterse a una operación de estirado, similar al del manual, de forma que se obtenga una única cinta cohesionada y homogénea.

Una clasificación comercial de los hilos de algodón peinado puede ser:

SEMIPEINADO:	de 5 a 9% de desperdicio
PEINADO NORMAL:	de 10 a 15% de desperdicio
PEINADO SUPERIOR:	más del 15% de desperdicio

Uno de los controles fundamentales es el de desperdicio en %. También debe controlarse la cantidad de Neps/gr, el título de la cinta producida y su coeficiente de variación, así como su regularidad. Los controles anteriores deben realizarse al menos una vez por turno.

### 6.1.6 Acabado posterior al peinado

La operación de acabado posterior al peinado consiste en una segunda pasada sobre el manual para dar una mayor cohesión a las cintas que han salido de la peinadora y, al mismo tiempo aumentar su regularidad. El manual utilizado en la operación de acabado posterior al peinado es igual al que se ha usado en la etapa previa al peinado. En este caso, conviene que el manual sea autorregulador.

### 6.1.7 Mechera

También llamada preparación en fino. Consiste en producir una cinta más delgada, llamada mecha, que presenta una cierta resistencia al estiramiento gracias a una ligera torsión. Sirve para alimentar a la continua de hilar de anillos, para formar el hilo. La función de la mechera es adelgazar la cinta de manual para obtener la mecha propiamente dicha, estirada y torcida, que alimentará a la continua de hilar.

Esta torsión debe darse para que las fibras componentes de la mecha, aguanten los esfuerzos a los que están sometidas en la continua de hilar (devanado), y no se provoquen estirajes incontrolados que aumenten la irregularidad de los hilos fabricados.



Mechera



Mecha a la salida del tren de estiraje de la mechera

La mechera se alimenta de botes de cinta de manual, tanto en el sistema de hilatura de cardado como de peinado. Cada cinta procedente de los botes de manual va a parar a un tren de estirado. Por lo tanto, la cinta se transforma en mecha mediante un proceso de estirado y torcido que veremos. El tren de estirado consta de un grupo de cilindros de alimentación de los cuales el rodillo inferior es metálico y está ranurado, mientras que el superior está recubierto de caucho. En la parte tanto superior como inferior del tren de estiraje hay unas bolsas de goma cuya misión es controlar las fibras durante el estiraje. Por último, están los cilindros de salida.

El estiraje previo en la mechera, no debe ser superior a 1,5, mientras que el estiraje total se sitúa entre 10 y 15. Por otra parte, hay que elegir el separador de bolsas o "clip" adecuado en cada caso, dependiendo fundamentalmente del grosor de la mecha y del estirado. Si el estirado no es correcto, y la mecha "no funde" (mecha cruda), se deberá actuar sobre la presión de los cilindros de estiraje, y/o aumentar la distancia entre las bolsas superior e inferior. También se puede actuar sobre los ecartamientos de las zonas de estiraje.

La torsión de la mecha depende de la relación entre la rotación del huso y la velocidad a la que la mecha sale del tren de estiraje. Tendría que ser siempre la mínima necesaria para soportar la fuerza de tracción a la que va a estar sujeto en la operación siguiente, el hilado, pero sin que suponga excesiva dificultad para la propia operación de hilado. El movimiento vertical de la bancada de husos permite un correcto plegado de las mechas, colocando las espiras (espirales) paralelamente, una al lado de otra.

En las mecheras actuales los cambios de mudada se efectúan automáticamente, lo cual permite acortar de forma importante los tiempos, y por lo tanto aumentar el rendimiento.

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta es el transporte automático de las mechas. Con ello, se optimizan los rendimientos de las máquinas así como permite disminuir la cantidad de mano de obra.

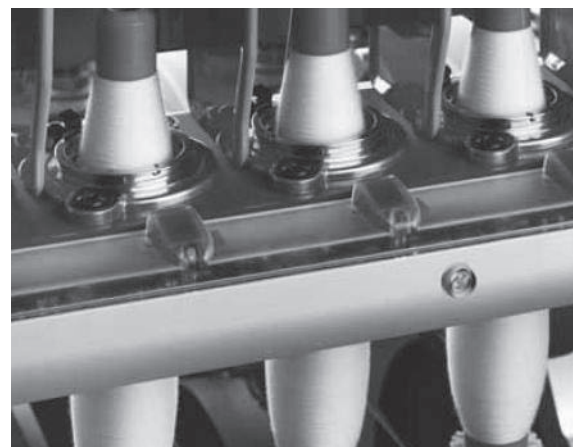
Los controles más importantes a efectuar en una mechera son: título y su coeficiente de variación porcentual, regularidad de masa en sistema capacitivo (Uster, Keisokki, etc.), obteniendo tanto el diagrama como el espectrograma. Lo anterior a partir de un plan de muestreo que vaya recorriendo todas las púas de la mechera. Estos controles deberán efectuarse a cada turno. También es conveniente llevar un control de roturas de mecha por cada 1000 husos/hora, detallando si se trata al inicio, a la mitad, o al final de la mudada. Las roturas no deberían superar las 20 por 1000 husos/hora en el caso de algodón.

### 6.1.8 Continua de anillos

El objetivo del proceso de hilado es transformar la mecha en un hilo, que tenga la masa lineal deseada (título del hilo), dándole una determinada torsión, y finalmente, plegarlo en bobinas. El proceso es el mismo, tanto para los hilos cardados, como para los hilos peinados.



*Continua de anillos*



*Husadas en una continua de anillos*

En una continua de hilar de anillos se distinguen las siguientes partes:

- Fileta de soporte de las mechas
- Tren de estiraje
- Aro y anillo o cursor
- El sistema de estiraje se compone de tres pares de cilindros, en donde se produce el estiraje previo, y el estiraje principal. Téngase en cuenta que el estiraje total es igual al previo multiplicado por el principal.

Los cilindros superiores, que también se llaman cilindros de presión, son de goma. Su movimiento se produce por contacto con los rodillos inferiores, los cuales son metálicos y están estriados. La fuerza ejercida entre los rodillos superiores e inferiores se genera, normalmente, por un sistema de muelles o también neumático.

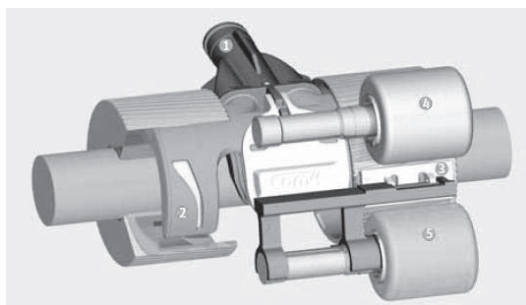


En el tren de estiraje se dispone de bolsas superiores e inferiores para el control de fibras durante el estiraje, así como clips separadores de bolsas. Las bolsas deben tener una buena resistencia a la abrasión, al ozono del aire, y debe tener un buen comportamiento antiestático. También deben ser resistentes a los productos de ensimaje de las fibras.

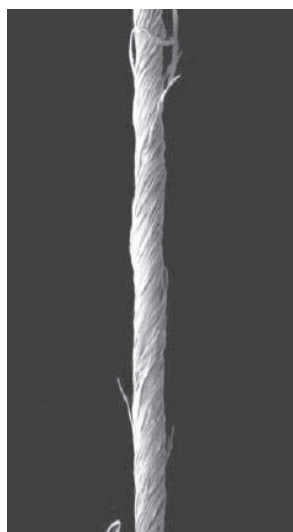
El estiraje previo varía entre 1,1 y 1,3, mientras que el estiraje principal puede variar entre 15 y 40. Los cilindros superiores de caucho suelen tener las siguientes durezas:

- Suaves: 60 – 70 °Shore
- Medios: 70 – 90 ° Shore
- Duros: más de 90 ° Shore

A estos cilindros de caucho es conveniente darles tratamiento con productos antiestáticos, para evitar adherencia de fibras. Un sistema más reciente de estiraje tiene en la zona delantera de los cilindros un tambor perforado, un aparato de aspiración para las fibras pequeñas y un aparato dirigido por aire que permite fabricar hilos muy finos y de excelente calidad, casi sin vellosidad. Estos se llaman hilos compactos.



*Hilatura compacta*



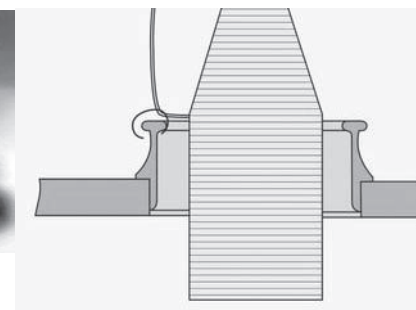
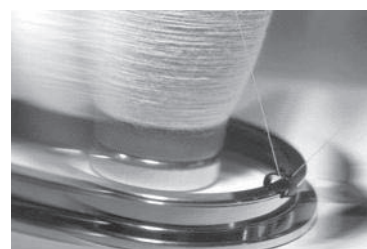
*Estructura de un hilo fabricado en el sistema compacto, nótese la ausencia de vellosidad*

A la salida del tren de estiraje se da una torsión al hilo debido a la rotación del huso y la velocidad de salida del hilo que sale de los cilindros de producción, enrollándose el hilo así formado alrededor de una bobina que esta colocada en el huso.

Para poder enrollarse alrededor de la husada, el hilo pasa a través del anillo transportador que va alrededor del aro y le da una tensión de enrollado constante. La acción del hilo hace que el anillo transportador vaya alrededor del aro a una velocidad de rotación casi similar a la del huso. La torsión en vueltas por metro viene dada por el cociente siguiente:

$$T (v/m) = \text{RPM del huso} / \text{Velocidad producción (m/min)}$$

El peso del anillo transportador es importante porque es el que da al hilo la tensión correcta para poder hacer el balón adecuado para el proceso de hilado.



*Aro, cursor y husada*

*Sección transversal del aro, anillo y husada*



*Detalle de aro y cursor*

El huso es una parte muy importante ya que determina la productividad de la máquina; puede alcanzar una velocidad de 25.000 rpm.

Hay diferentes tipos de husos, depende del tipo de hilo que se esté fabricando. La velocidad de los husos es variable en función de la posición de plegado (inicio, mitad o final de la mudada). En el ascenso del balancín, movimiento lento, tenemos una gran cantidad de hilo plegado, unos 3 m. En el descenso del balancín, movimiento rápido, se puede plegar entre 1 y 1,5 m de hilo. Actualmente, los cambios de mudada se realizan de forma automática, con el consiguiente ahorro de tiempo y aumento de eficiencia.

Las husadas, una vez terminadas, son transportadas automáticamente a la unidad de bobinado.

Los principales CONTROLES a realizar en el hilo fabricado en la continúa de hilar son:

- Control del título del hilo, inter e intra máquinas, con su coeficiente de variación porcentual (dispersión). El descentraje respecto al título nominal debe ser menor del 2%
- Regularidad de masa, puntos delgados, gruesos y Neps. Diagrama y espectrograma. Valor de DR.
- Valor de la torsión, con promedio y coeficiente de variación.
- Resistencia y alargamiento a la rotura. Promedios y coeficiente de variación.
- Aspecto del hilo. Filoplano.
- Control de la proporción de materias, en el caso de mezclas.
- Control de contaminación de materias diferentes. Luz ultravioleta.
- Clasificación de defectos: Classimat o Classifault
- Coeficiente de fricción, fundamentalmente e hilos parafinados, destinados a género de punto.

Es muy recomendable utilizar, en todos los casos, las estadísticas mundiales editadas por USTER, y que actualmente se pueden consultar por internet en su página web.

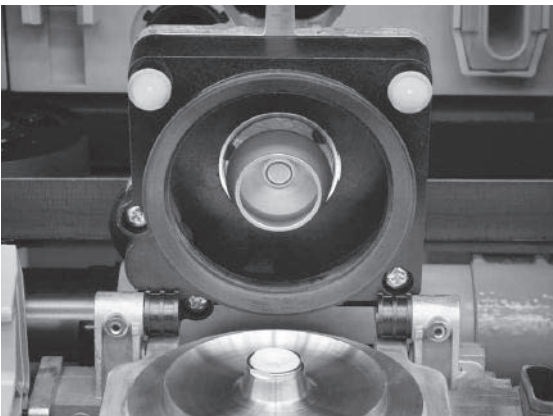
Los principales DEFECTOS que se pueden dar en la continua de hilar son:

- Cilindro de estiraje desgastado.
- Cilindro de estiraje ovalado.
- Ecartamiento excesivo que provoca descontrol de fibras en el tren de estirado.
- Bolsa de estiraje en mal estado.

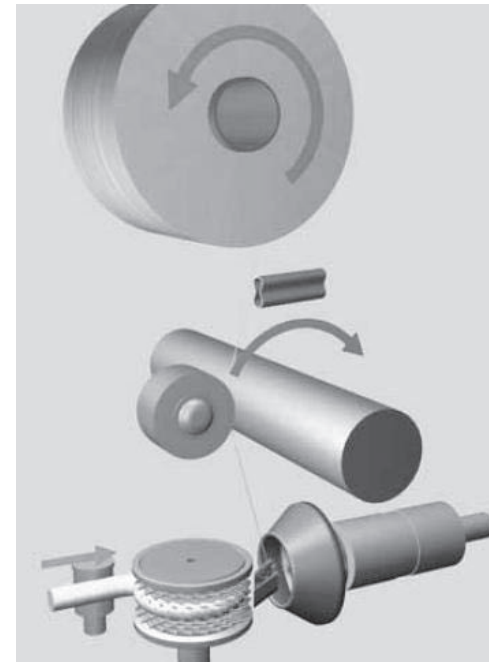
## 6.2 HILATURA OPEN END (OE)

La hilatura OE se denomina también de "cabo abierto".

Este sistema de hilatura consta de las siguientes partes:



*Cabezal de hilatura open end*



*Esquema del sistema de hilatura open end*

- Sistema de alimentación de cinta, (normalmente de manual).
- Disgregador de las fibras de la cinta.
- Canal convergente, conductor de fibras.
- Rotor en donde se forma el hilo.
- Mecanismos de extracción del hilo.
- Mecanismo de plegado del hilo (bobinado).

La regularidad del hilo tiene una gran relación con el tipo de disgregador.

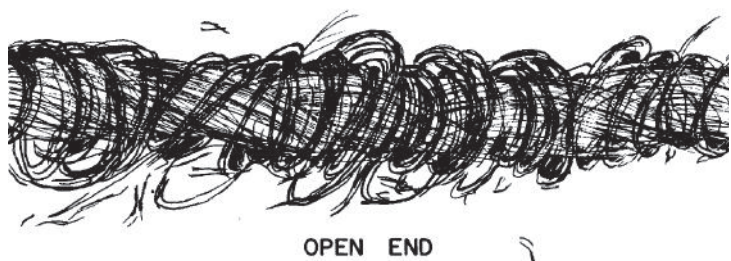
De disgregadores, podemos encontrar de dos tipos:

- Diente de sierra.
- Agujas.



Disgregadores y boquillas

Estructura de un hilo OE con los característicos zunchados:



OPEN END

Estructura de un hilo open end

En el disgregador la fricción fibra – fibra conviene que sea baja, mientras que la fricción fibra – metal alta con objeto de tener una buena disgregación sin rotura de fibras.

La misión del rotor es condensar en su ranura las fibras procedentes del canal conductor, y conferirles la torsión adecuada para formar el hilo. En cada caso, se tendrá que elegir el rotor adecuado en función del tipo de fibra, del título del hilo, etc. Los estirajes en hilatura OE son altos, pudiendo llegar a valores de 400. Indicar que existen diferencias importantes entre las ranuras de los rotores, así como en su diámetro, dependiendo de la materia e hilo a fabricar. En el rotor conviene que la fricción fibra – fibra sea alta, y la

fricción fibra – metal baja. El diámetro del rotor y las RPM máximas a las que puede girar éste, están directamente relacionadas

En un hilo OE el 80% de las fibras forman un núcleo central alineadas con el eje del hilo y el resto son fibras torcidas alrededor del núcleo formando agavillados o zunchados.

Uno de los defectos que se pueden producir en el hilo es un efecto "moire" provocado por ensuciamiento del rotor y que se identifica en el aspecto del hilo en un filoplano.

Diferencia de estructura entre un hilo convencional y uno OE:

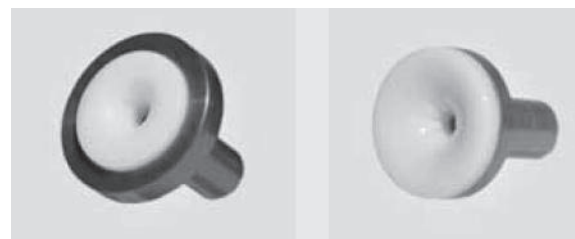


RING SPUN



OPEN END

Diferencia de estructura entre un hilo open end, y otro de hilatura de anillos



Boquillas

Otro de los elementos importantes en la hilatura open end son los embudos de salida. Este es un elemento que influye directamente en el aspecto del hilo. Existen diferentes tipos de embudos con diferentes formas y materiales (cerámica o acero). Pueden ser embudos lisos o estriados. Al rozar el hilo en el embudo y girar sobre él durante su extracción del rotor, se le comunica una falsa torsión, que desaparece a la salida del embudo.

En los hilos open end el purgado se realiza en el propio cabezal de hilatura, obteniéndose el cono de hilo ya purgado y sin defectos. También se pueden obtener los valores de calidad del hilo que se está fabricando, on line, por ejemplo mediante el empleo del COROLAB de Schlafhorst.

Los hilos OE toleran mejor las fibras cortas, y la falta de uniformidad de éstas. Ciertamente, si se aumenta la fibra corta, también se aumenta la irregularidad del hilo y disminuye su resistencia. Es importante que las fibras de alimentación estén limpias, ya que la suciedad va a aumentar el número de roturas de hilo, así como su irregularidad. Por lo tanto, en el caso de OE, debe ponerse especial atención en los procesos previos de apertura y limpieza, cosa que puede provocar un aumento de los neps y rotura de fibras, con los consiguientes inconvenientes que ello conlleva. Por este motivo, es importante su análisis previo a la hilatura. El "Trash" no debe ser superior al 2%. El polvo presente en las fibras, es muy abrasivo desgastando rápidamente todos los elementos de la máquina.

Respecto a la finura y madurez de las fibras de algodón, indicar que con menos de 90 fibras por sección la hilatura open end puede presentar problemas de hilabilidad.

### 6.3 OTROS SISTEMAS DE HILATURA

Además de los sistemas de hilatura estudiados hasta ahora, expondremos algunos más que son importantes y algunas variaciones sobre los ya vistos.

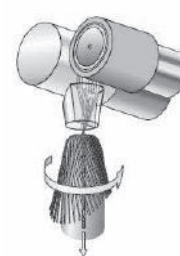
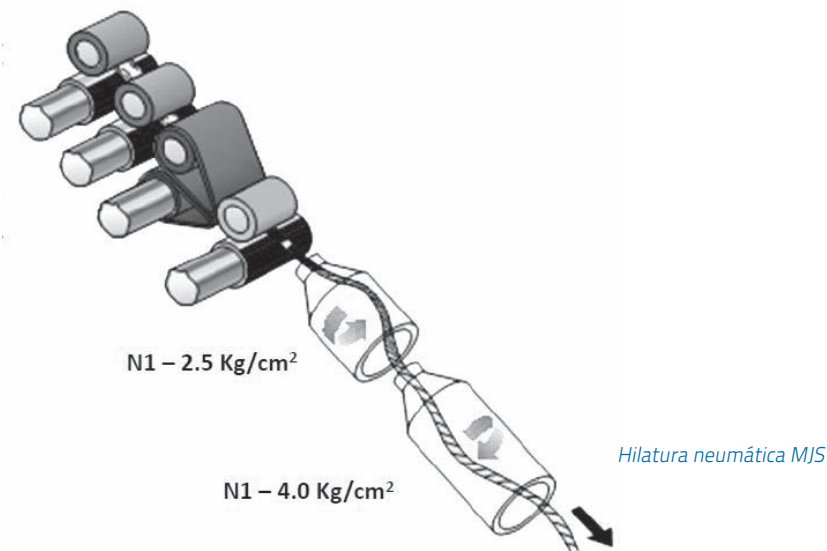
#### 6.3.1 Hilatura neumática

Se trata de un sistema de hilatura desarrollado por la empresa japonesa Murata.

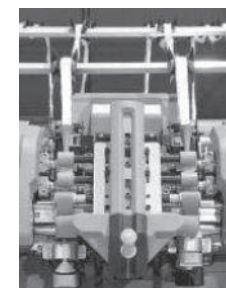
El cabezal de hilatura es alimentado por una cinta de manual, pudiendo eliminarse la mechera. Es importante que la materia a hilar esté lo más limpia posible y que el coeficiente de fricción fibra – fibra sea el adecuado. El hilo se forma mediante la acción de dos toberas, la primera que imparte una ligera torsión S, y la segunda que acaba de comunicar al hilo la definitiva torsión Z. Las toberas trabajan mediante aire comprimido, y su regulación es determinante en el resultado del hilo fabricado. El hilo se purga y parafina a la salida de las toberas, y antes de ser bobinado. Las velocidades de hilatura pueden llegar a los 400 m/min.

Los hilos fabricados por este sistema tienen regularidades similares a los hilos OE, y características mecánicas parecidas a los hilos de hilatura por anillos.

Como desventaja, cabe indicar que este tipo de hilos tiene un tacto más duro que los hilos de hilatura convencional, por lo que se asemejan en este sentido a los hilos OE.



Hilatura vortex



Tren de estiraje en hilatura neumática, alimentado por cintas de manual

#### 6.3.2 Hilatura Sirospun

En el sistema Sirospun dos mechas alimentan la púa de hilatura, convenientemente separadas, de forma que en el triángulo de hilatura se unen, formando un "hilo a dos cabos".

En la propia continua de anillos, se puede obtener un hilo por el sistema Sirospun, mediante ligeras modificaciones, basadas fundamentalmente en la separación de las dos mechas en los brazos de estiraje de la máquina. Sirospun permite además, obtener hilos especiales, combinando tanto los títulos de las mechas de alimentación, así como su materia y color.



### 6.3.3 Hilatura Corespun

Este sistema de hilatura permite recubrir un filamento continuo, frecuentemente de elastómero, mediante fibras cortadas. De esta forma, se pueden obtener hilos elásticos, con un alma de filamento de elastómero, recubierta por ejemplo por fibras de algodón.

Cabe prestar especial atención a las roturas del filamento de elastómero, ya que en aquellos metros de hilo donde no esté presente, carecerán de la deseada elasticidad. Este tipo de hilo se puede usar para prendas de género de punto y también para prendas tejidas por sistema de calada, en donde se pretende que las mismas tengan una determinada elasticidad.



Hilo Corespun

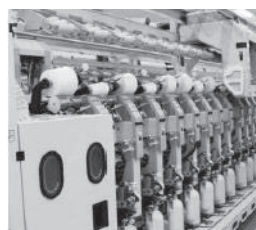
### 6.4 BOBINADO

En el bobinado se persigue reunir varias husadas en una bobina de formato superior con objeto de facilitar las operaciones posteriores de tisaje. Esta operación se aprovecha para eliminar defectos provocados en el hilo, mediante el purgado. También para suavizar o parafinar el hilo destinado a género de punto.

El hilo es plegado en la bobina mediante cilindros ranurados donde sus perfiles deben ser adecuados a las diferentes materias y títulos de hilo.



Cabezal de bobinado



Bobinadora

Las bobinadoras llevan mecanismos electrónicos, capaces de llenar todas con los mismos metros de hilo, previamente prefijados. En las bobinas de precisión se mantiene constante el número de espiras para todos los diámetros de la bobina.

Una bobina queda definida por:

- Diámetro máximo en la base.
- Cursa.
- Conicidad.
- Angulo de cruce.

La cursa es la distancia que separa los diámetros máximo y mínimo de la bobina. La conicidad es el ángulo formado por el eje de la bobina, y la generatriz de la misma. Las conicidades más usadas son las de  $4^\circ 20'$  y  $5^\circ 57'$ . Todas las bobinadoras tienen un mecanismo para variar la velocidad de rotación del cilindro ranurado, con objeto de evitar el "copiado".

#### Mecanismos anudadores

Cuando se produce una rotura de hilo es la propia máquina bobinadora la que vuelve a anudar o empalmar el hilo roto. El empalmado neumático, que también se denomina SPLICER, puede trabajar con aire frío, caliente y con agua.

Se trata de destorcer los extremos de los hilos a unir que a continuación se juntan y se retuercen. Es un empalme casi imperceptible y con unas buenas características de resistencia, si está bien ajustado. El splicer debe controlarse frecuentemente, fundamentalmente su aspecto y resistencia.

#### 6.4.1 Purgado del hilo

Las irregularidades de masa de los hilos deben ser eliminadas durante el bobinado. Esta operación se denomina purgado, y la efectúan los elementos denominados purgadores.

Los purgadores pueden ser:

- Mecánicos (casi no se utilizan)
- Electrónicos (capacitivos y ópticos)

Los purgadores capacitivos detectan las diferencias de masa de los hilos mediante un sistema electrónico que mide las diferencias de capacidad entre dos placas de un condensador. Los purgadores ópticos detectan las diferencias de masa de los hilos mediante un sistema de medida óptico.



Purgador capacitivo

En todos los casos se pueden definir los defectos a eliminar de los hilos mediante las correspondientes curvas de purgado que relacionan incremento o decremento de masa, con su longitud.

#### 6.4.2 Parafinado de los hilos

El parafinado se realiza en los hilos destinados a género de punto mediante la aplicación de parafina sólida por rozamiento con el hilo. El tipo de parafina a utilizar debe ser adecuada para el tipo de hilo, y para las condiciones climáticas (temperatura y humedad), de la sala de bobinado.

En la tejeduría de género de punto es conveniente que el coeficiente de fricción fibra – metal sea lo más bajo posible, con el fin de evitar roturas del hilo al pasar en contacto con las agujas. La parafina depositada en el hilo va a cumplir esta función suavizante y de disminución de dicha fricción.

## 7 PARAMETROS DE LOS HILOS

En este apartado se desarrollarán aquellos parámetros que son fundamentales en la caracterización de los hilos. También los que hacen referencia a su calidad. Por lo tanto, se resumirán las características de calidad que definen a los hilos.

### 7.1 NUMERACIÓN DE LOS HILOS

La utilización de los hilos, tras su hilatura e incluso en el mismo proceso de hilatura, exige la designación de los productos del proceso como son cinta, mecha e hilo de alguna forma que indique su grosor o diámetro. Pero así como en otros elementos cilíndricos esta dimensión se puede conocer con un calibrador o pié de rey, en los hilos no puede conseguirse de esta forma por ser blandos y deformables.

Se ha tenido que recurrir a la búsqueda de la relación existente entre la longitud y el peso, siendo ésta la masa lineal más conocida como el número o título del hilo.

**SISTEMA DIRECTO.** Su longitud es constante y cuanto mayor es el grueso del hilo mayor es el título del mismo.

**SISTEMA INVERSO.** De peso constante y a mayor grosor del hilo corresponde menor número.

En el sistema directo, el título se define por el peso de una longitud fija adoptada como patrón, es decir que indica el peso de una longitud constante de hilo. El título será igual al número de gramos que serán necesarias para equilibrar la balanza, si en el otro platillo tenemos una longitud de 1000 m de hilo, por ejemplo.

$$\text{Analíticamente se expresa por: } N^d = K^d \frac{P}{L}$$

En el sistema inverso, el número se define como la longitud de hilo que entra en un determinado peso constante. El número será igual a la cantidad de longitudes de hilo necesarias para lograr el equilibrio de la balanza si en el otro platillo tenemos un peso constante definido.

$$\text{Analíticamente se expresa por: } N_i = K_i \frac{L}{P}$$

#### 7.1.1 Sistemas directos de numeración

TEX Número de gramos que pesa una madeja de 1.000 metros.

TEX = 1.000 P/L

### 7.1.2 Sistemas inversos de numeración

MÉTRICO INVERSO Nm

Número de kilómetros que entran en un kilogramo, o de metros que entran en un gramo.

$Nm = L/P$

Se utiliza en los hilos hilados por el proceso de la lana peinada o estambre. También en fibras artificiales o sintéticas.

### 7.1.3 Equivalencias entre sistemas de numeración

No siendo de utilización única el sistema Tex, y perdurando todavía muchos de los reseñados, se presenta en la práctica la necesidad de pasar el número de un hilo de un sistema a otro. Estos cálculos se pueden realizar mediante la reducción de los parámetros P y L que existen en las fórmulas de todos los sistemas. Para pasar de un sistema de numeración directo a otro también directo se plantearía el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\frac{N^d}{N'^d} = \frac{K^d}{K'^d}$$

Despejando el sistema de numeración que nos interesa, obtenemos su valor. De igual forma se resolvería, si se quiere pasar de un sistema inverso a otro también inverso.

Ahora, cuando se quiere pasar de un sistema directo a otro inverso, o viceversa, la forma de operar varía.

$$N^d \cdot N_i = K^d \cdot K_i$$

Despejando el sistema de numeración que nos interesa, obtenemos su valor.

### 7.1.4 Numeración de hilos a varios cabos

El empleo de los hilos compuestos por la reunión de varios hilos simples (cabos), unidos entre sí por medio de la retorsión, obliga al uso de ciertas normas para el cálculo del número o título resultante.

Cuando el sistema de numeración es directo se operará de la siguiente forma:

$$N_{resultante} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$$

Cuando el sistema es inverso:

$$N_{resultante} = \frac{1}{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3} + \dots + \frac{1}{N_n}}$$

## 7.2 LA TORSIÓN DE LOS HILOS

Torcer es enrollar en hélice las fibras de las mechas o de los hilos, cuando nos referimos a hilatura de anillos. Las fibras se sitúan helicoidalmente alrededor del eje del hilo.

La torsión da consistencia (o resistencia) al hilo al aumentar el roce entre las fibras, evitando su deslizamiento.

La torsión influye sobre los hilos en:

- La resistencia.
- La elasticidad.
- La suavidad y flexibilidad.
- La forma de la sección.
- La regularidad.

Durante mucho tiempo se ha designado el sentido de la torsión de un hilo por los términos "torsión derecha" o "torsión izquierda", denominaciones que crearon cierta confusión.



Actualmente se designa el sentido de la torsión por las letras S o Z según la disposición de las espiras helicoidales del hilo provocadas por la torsión. Se obtiene una torsión S (torsión izquierda) cuando las espiras helicoidales del hilo siguen la dirección del trazo oblicuo de la letra S. Se obtiene haciendo girar los husos de la continua de hilar en el sentido contrario a las agujas del reloj. Se obtiene una torsión Z (torsión derecha) cuando las espiras helicoidales del hilo siguen la dirección del trazo oblicuo de la letra Z. Se obtiene haciendo girar los husos en el sentido de las agujas del reloj.

La torsión de un hilo viene dado por el número de vueltas, espiras o hélices que contiene una unidad de longitud. Normalmente se expresa en vueltas/metro (v/m.), aunque todavía se emplea la pulgada inglesa (25,4 mm.) como unidad de longitud.

### 7.2.1 Relación entre la torsión y el título del hilo

Suponiendo a los hilos como cilindros perfectos, y relacionando a dos de ellos de distinto diámetro, se deduce que las torsiones son inversa o directamente proporcionales a las raíces cuadradas de los números, expresados en sistemas del método directo o inverso respectivamente.

Koechlin, a partir de la anterior relación, obtuvo su fórmula en la que la relación de la torsión con el número del hilo le lleva a la consecución de un coeficiente.

Para el sistema métrico directo (Tex):

$$T = \frac{K_{Td}}{\sqrt{N^d}}$$

Para el sistema métrico inverso:

$$T = K_{Ti} \sqrt{N_i}$$

Los valores anteriormente simbolizados en las fórmulas de Koechlin como KTd y KTi se conocen como coeficientes de torsión.

### 7.2.2 Retorsión

Es muy corriente el empleo de hilos a dos o más cabos. A estos dos o más hilos doblados se les da una torsión que en este caso se denomina retorsión.

Cuando la operación consiste en unir por una nueva torsión hilos retorcidos, a dos o más cabos, recibe el nombre de cableado.

El sentido de la retorsión se designa de la misma manera que el de la torsión, con las letras S y Z.

La medida de la retorsión se realiza de la misma forma que la de la torsión. Sus unidades son las vueltas/metro (v/m).

## 7.3 RESISTENCIA Y ALARGAMIENTO DE LOS HILOS

Al igual que en las fibras uno de los efectos mecánicos más importantes sobre los hilos, es a la tracción.

Actualmente es necesario que los hilos tengan una resistencia adecuada a la rotura por tracción y una elasticidad también adecuada, para soportar el proceso de tejeduría.

Los hilos destinados a tejidos de calada deben ser más resistentes que los destinados a tejidos de punto. En los tejidos de calada, los hilos de urdimbre deben tener mayor resistencia y elasticidad que la trama por la sollicitación específica de esfuerzos a que están sometidos.

En definitiva, los esfuerzos a los que están sometidos los hilos, deben estar por debajo del trabajo de rotura de los mismos.

Los factores que influyen en la resistencia y el alargamiento de los hilos son:

- Intensidad de torsión.
- Fibras por sección (título del hilo).
- Finura de las fibras.
- Longitud de las fibras.
- Clase y estructura superficial de las fibras.

La torsión es el factor de mayor importancia para la consecución de una buena resistencia a la tracción. Mayor importancia adquiere la torsión cuando se trata de hilos constituidos por fibras discontinuas. Se ha comprobado experimentalmente que existe una cierta correlación entre la torsión de un hilo y su resistencia a la tracción, observándose que ambos valores son directamente proporcionales hasta un cierto punto o valor de torsión en el que al aumentar ésta disminuye la resistencia a la tracción.

### 7.3.1 Expresión de la resistencia

Se expresa la resistencia a la tracción de los hilos por la carga máxima que soportan antes de romperse. La carga de rotura también conocida como resistencia media  $R_m$  se obtiene mediante pruebas de resistencia en el dinamómetro.

Para poder comparar y generalizar esta expresión, al igual que ocurre con el resto de materiales (madera, metales, etc), se referencia esta carga con respecto a la sección de los mismos. En el caso de los hilos la sección sería sustituida por su parámetro afín, la finura, es decir se relaciona la carga de rotura con respecto al título del hilo (TENACIDAD).

Existen varias formas de expresar la resistencia de los hilos. Una de las primeras expresiones fue la llamada longitud de rotura  $L_r$  o resistencia kilométrica R.K.M. Representa la longitud imaginaria de hilo que, suspendida libremente por uno de sus extremos debería romperse por la acción de su propio peso, es decir la longitud del mismo capaz de producir su carga de rotura.

$$L_r (Km) = \frac{R_m (gr) \cdot N_m}{1.000}$$

Sus unidades serían los Km, coincidentes con la longitud que provoca la rotura del hilo.

Procediendo de forma similar a la anterior, pero expresando el título del hilo en numeración métrica directa TEX, se obtiene la tenacidad. Su expresión analítica es:

$$\tau (gr / tex) = \frac{R_m (gr)}{N^m}$$

La tenacidad, también llamada grutex cuando se expresa en gr/tex; se obtiene dividiendo la carga de rotura o resistencia media en gramos por el título en tex del hilo. La

tenacidad en gr/tex y la longitud de rotura en Km coinciden en su valor numérico, tan solo varían las unidades en las que se expresan. La tenacidad también puede expresarse en gr/den o en cN/tex, si se relaciona la carga de rotura en esas unidades (1 gr = 0,978 cN) y el número del hilo en tex.

### 7.3.2 Trabajo de rotura

Es el área comprendida debajo de la curva de carga – alargamiento. Tanto los alargamientos como la elasticidad se pueden expresar en mm. O como es más corriente en porcentaje (%) respecto a la longitud inicial, es el llamado alargamiento relativo.

## 7.4 REGULARIDAD DE LOS HILOS

Decimos que un hilo es más regular cuanto más se asemeja a un cilindro perfecto en toda su longitud. Las actuales máquinas de hilatura y tejeduría requieren hilos cada vez más resistentes y regulares. Para ello, es muy importante contemplar el control y gestión de las diferentes variables que intervienen en los procesos, a tiempo real. La regularidad de los hilos es un claro ejemplo de ello. Cuando nos referimos a la irregularidad en un hilo nos referimos a las variaciones de masa o de diámetro, a lo largo de una longitud determinada.

Existen diferentes formas de valorar la regularidad de los hilos. Los más utilizados son los que examinan visualmente al hilo (filoplano), y los que determinan su irregularidad por dispositivos capacitivos u ópticos. Los ensayos de irregularidad, mediante dispositivos capacitivos ya lo pueden realizar las propias máquinas on line. Ello permite la minimización de la irregularidad del hilo, a cada fase del proceso de fabricación.

### 7.4.1 Regularímetros

Los regularímetros con dispositivos capacitivos son los más empleados hoy en día para el control de la regularidad, a lo largo de todo el proceso de hilatura. Consiste en detectar las variaciones de capacidad producidas por la materia, en un circuito de alta frecuencia, al atravesar el campo de un condensador.



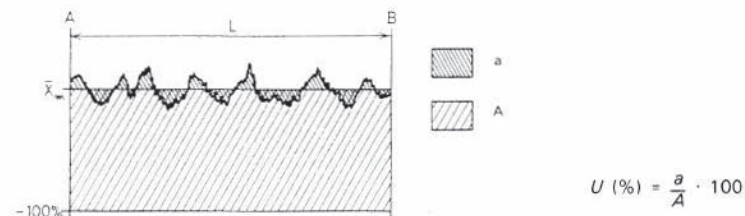
Regularímetro capacitivo USTER

Para la determinación de la regularidad de las materias de hilatura mediante un parámetro numérico se utilizan los conceptos "Coeficiente de Variación" (CV) y "Valor Uster" (U).

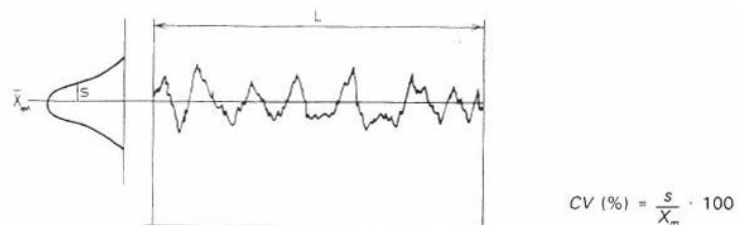
CV (%) = Índice de irregularidad cuadrática media.

U (%) = Índice de irregularidad lineal media.

El valor U (%) se puede entender a partir de la siguiente figura:



El valor CV (%) corresponde a:



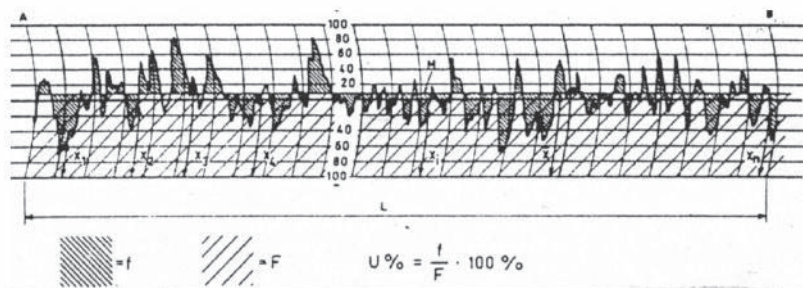
La relación existente entre ambos es variable, depende del modelo estadístico adoptado, pero se recomienda que:

$$CV (\%) = 1,25 \cdot U(\%)$$

El funcionamiento del regularímetro se basa en la captación de las variaciones de capacidad producidas por el paso de la materia a través de condensadores. Estas señales son amplificadas electrónicamente, convertidas en variaciones de tensión y registradas.

En el siguiente diagrama se muestra el registro dibujado por el regularímetro. Representa las variaciones de masa que el aparato detecta. De no existir ninguna variación de masa el indicador marcaría el 0% de variación y no se observarían oscilaciones en el registro.

## DIAGRAMA



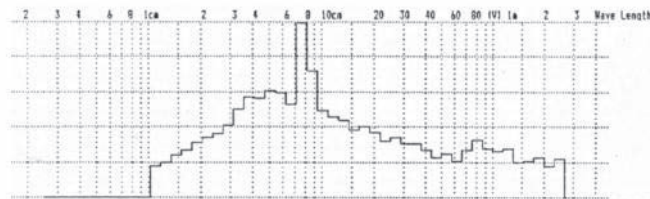
Conectado al integrador se encuentra el espectrógrafo, el cual realiza un diagrama llamado espectrograma, que nos muestra posibles defectos de las máquinas de producción de la hilatura o un erróneo ajuste de las mismas. El espectrógrafo tiene como principal objetivo analizar y clasificar, por su longitud de onda, los defectos de masa periódicos, es decir los repetitivos.

Los espectrogramas realizados se pueden distribuir en dos grupos:

- Espectrogramas que denotan órganos defectuosos en la maquinaria de producción.
- Espectrogramas que denotan un incorrecto ajuste de la maquinaria de producción.

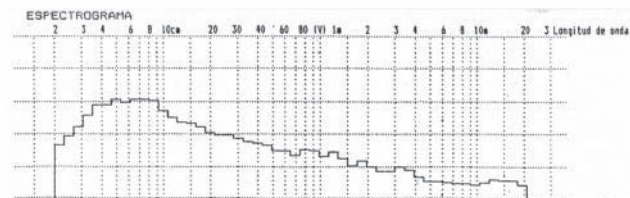
Las irregularidades producidas por piezas defectuosas ocasionarán espectrogramas de "chimeneas".

## ESPECTROGRAMA



La situación de las chimeneas indican a qué longitud de onda se reproducen y la altura la gravedad del defecto. En el ejemplo, el defecto de mayor gravedad se está produciendo a los 7,5 cm.

Las irregularidades producidas por un mal ajuste o una defectuosa alimentación de materia ocasionan las llamadas "ondas de estiraje", traduciéndose en el espectrograma en "colinas".



Los típicos desajustes que producen defectos de éste tipo son: ecartamientos inadecuados en los trenes de estiraje, presión excesiva de los cilindros de estirado, bolsas de estirado mal empalmadas, etc. El espectrograma facilita muchísimo la labor de detección de defectos. Se consigue información para regular o subsanar defectos a lo largo del proceso de hilatura.

## PUNTOS FINOS

Las sensibilidades del regularímetro para la detección de puntos finos son:

-30 -40 **-50** -60 (%)

Entendiendo como punto fino la falta de masa en porcentaje respecto a la masa media calculada. Normalmente se trabaja con una sensibilidad de -50

## PUNTOS GRUESOS

Las sensibilidad utilizadas por el regularímetro para la detección de puntos gruesos son:

+100 +70 **+50** +35 (%)

Entendiendo como punto grueso el incremento de masa porcentual correspondiente respecto a la masa media calculada. Normalmente se trabaja con una sensibilidad de +50

## NEPS

Se considera Nep a una parte gruesa de un hilo, de longitud inferior a 4mm, cuya sección calculada sobre 1mm, supera el límite seleccionado.

Las sensibilidades utilizadas para Neps son:

+400 **+280** **+200** +140 (%)

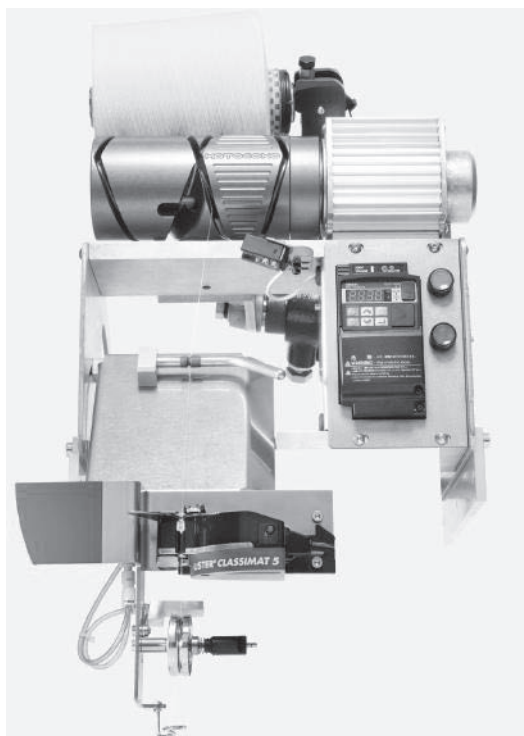


## INERT TEST Y NORMAL TEST

Trabajando en condiciones de NORMAL TEST, la longitud de hilo analizada en cada instante, depende de la longitud del condensador elegido que debe ser adecuada al material a valorar. Si trabajamos en INERT TEST o en 1/2 INERT TEST, la información obtenida sobre las variaciones de masa instantáneas se valora a longitudes superiores a la del condensador elegido.

### 7.4.2 Clasificación electrónica de defectos

En la clasificación de defectos, podemos considerar como los más importantes y usados, el CLASSIMAT de Uster, y el CLASSIFAUULT de Keisokki.



Instalación CLASSIMAT

La clasificación electrónica de defectos nos permite conocer en todo momento los defectos que dejamos en el hilo. Ello nos permite modificar y optimizar la curva de purgado. Por otra parte, estas instalaciones permiten, a parte del conteo y clasificación de defectos,

el poder extraer éstos y poderlos visualizar. De esta forma, se pueden detectar splicers mal hechos, contaminaciones de materias vegetales, etc.

## 7.5 VELLOSIDAD DE LOS HILOS

La vellosidad de los hilos es especialmente importante desde el punto de vista del aspecto de los tejidos con ellos fabricados, en su tacto, etc. También influye en el rendimiento de las operaciones de tisaje. Actualmente la vellosidad de los hilos se mide por métodos ópticos mediante luz infrarroja que analiza la luz difusa provocada por la vellosidad del hilo.

En el vellosímetro de Uster el valor H corresponde a la longitud total en centímetros, de las fibras que sobresalen del hilo, considerando un campo de medición de 10 milímetros.

Factores que pueden influir en la vellosidad de los hilos :

- Longitud de fibra. A mayor longitud de fibra, menor vellosidad y viceversa.
- Finura de la fibra. Las fibras más gruesas y rígidas, dan hilos más vellosos.
- Rigidez de la fibra. Las fibras más rígidas, dan hilos más vellosos.
- Resistencia a la tracción. A menor resistencia a la tracción, mayor rotura de fibras durante su hilatura, y por lo tanto hilos más vellosos.
- Coeficiente de rozamiento fibra-fibra. Al aumentar el coeficiente de fricción interfibrilar, en general disminuye la vellosidad ya que se favorece la unión de las fibras debido a la torsión.

## PROCESO DE HILATURA

Ajustes inadecuados en las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura, pueden provocar rotura de fibras, y por lo tanto aumento de la vellosidad. Un estiraje de las cintas de manual alto provoca un aumento de la vellosidad. Un rozamiento excesivo del hilo en el antibalón de la continua de hilar, provoca un aumento de la vellosidad. También el uso de aros y/o anillas inadecuados, así como un aumento de la velocidad en la continua.

## 8. CONCLUSIONES

Para llegar a ser competitivos en el mercado actual es necesario ofrecer a los clientes productos de calidad, así como precios muy ajustados. Para ello es fundamental el adecuado funcionamiento del laboratorio, el cual debe contemplar los siguientes aspectos:

- 1) Análisis y control de la materia prima, fibras.
- 2) Control y mejora continua de productos y procesos. Gestión.
- 3) Gestión de procesos mediante utilización de técnicas estadísticas.
- 4) Desarrollo de nuevos hilos (I+D+I).
- 4) Detección de husadas o bobinas defectuosas.
- 5) Eliminación de las causas que provocan defectos.
- 6) Análisis final del producto.
- 7) Comparación con los mejores (benchmarking).
- 8) Definición de especificaciones, junto con los clientes.

Para conseguir llevar a término todo lo anterior es necesario un profundo conocimiento de la técnica y de la tecnología que aplica a nuestros procesos, pero sin olvidar aquéllos que vienen a continuación de los nuestros y que, en muchos casos, desvelan de forma inapelable problemas de calidad latentes.

También es muy importante el conocimiento de sistemas de gestión, como por ejemplo ISO 9001:2008 (y también empezando a tener en cuenta sus futuras modificaciones en la versión 2015) en calidad, ISO 166002 en I+D+I, técnicas de mejora continua como la metodología SEIS SIGMA, TAGUCHI, etc.

Calidad, productividad, excelencia, competitividad, son indicadores de que:

### **TODO FUNCIONA, Y ADEMÁS SABEMOS PORQUÉ**

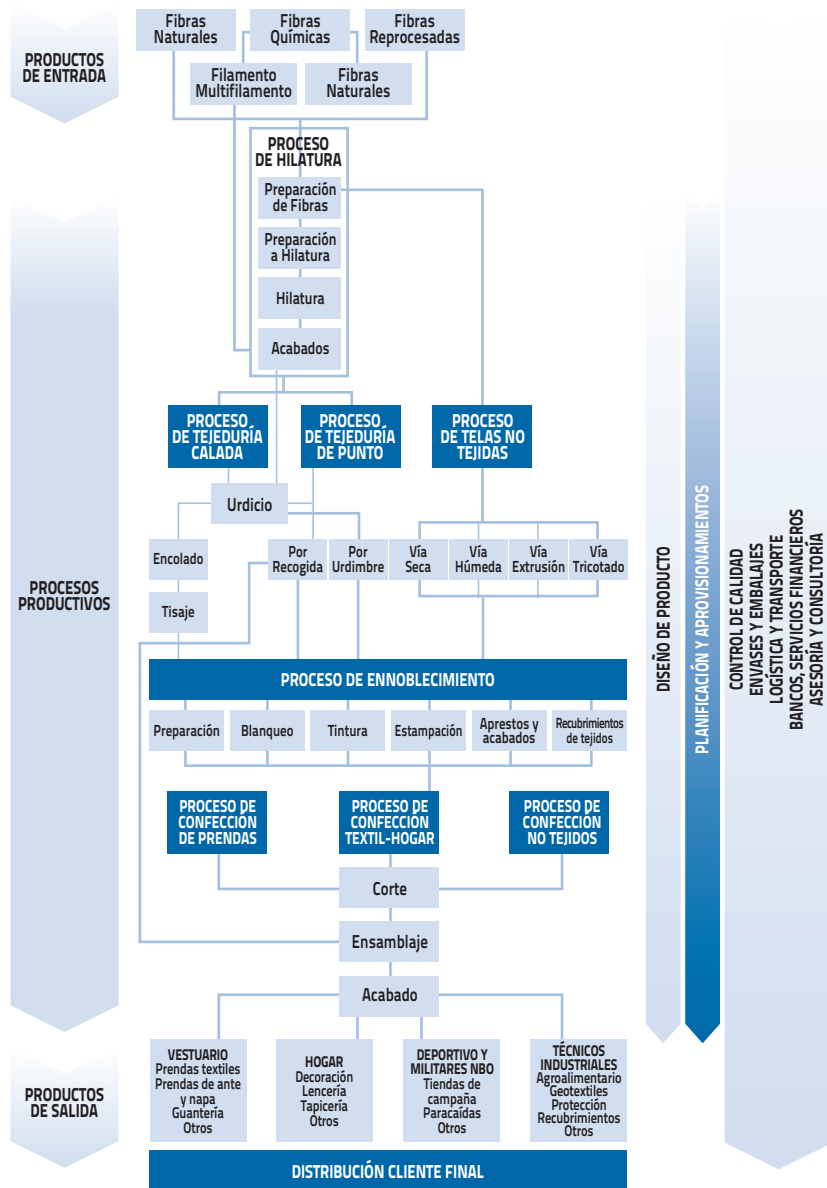
Formación, experiencia y sobre todo sentido común nos ayudarán a conseguir todo nuestros objetivos.

## ANEXOS

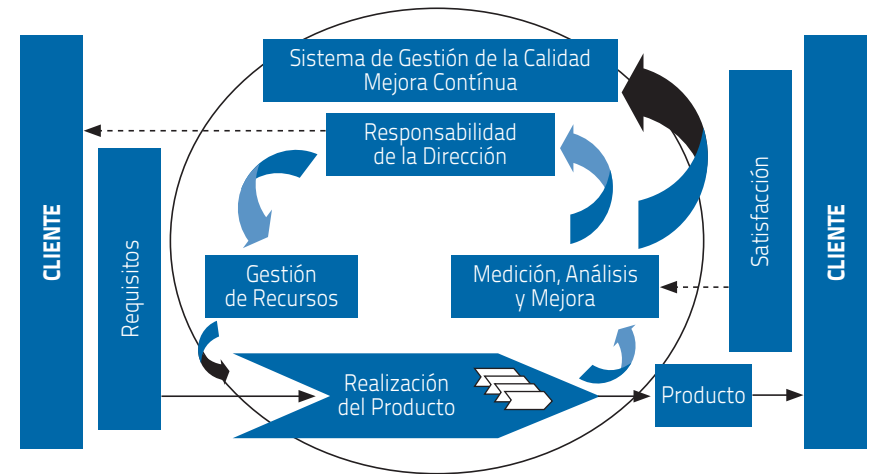
ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO TEXTIL  
ISO 9001:2008  
CÍRCULO DE DEMMING



## ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO TEXTIL



## ISO 9001:2008



## CÍRCULO DE DEMMING



Unión Europea

Diseño Gráfico: Sebastián Baigún

# PROYECTO MEJORA DE LAS ECONOMÍAS REGIONALES Y DESARROLLO LOCAL

## HILATURA DEL ALGODÓN



**INTI**



**Unión Europea**

Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Gerencia de Cooperación Económica e Institucional  
Avenida General Paz 5445 - Edificio 2 oficina 212  
Teléfono (54 11) 4724 6253 | 6490  
Fax (54 11) 4752 5919  
[www.ue-inti.gob.ar](http://www.ue-inti.gob.ar)



**Presidencia de la Nación**

**INDUSTRIA**