

# Ecodiseño en el sector textil

Unidad 2: Procesos textiles: hilatura, tejido, apresto, corte, confección y arreglo.

Paolo Ghezzi. [paolo.ghezzi@centrocot.it](mailto:paolo.ghezzi@centrocot.it)

2.1. Introducción .....	2
2.2. Fabricación y almacenamiento de materias primas.....	4
2.3 Hilatura y tejido .....	5
2.3.1 Hilatura: Fibras artificiales.....	5
2.3.2 Hilatura: fibras naturales o discontinuas.....	6
2.3.3. Hilatura de fibras discontinuas.....	7
2.3.4 Tejido, punto y telas no tejidas .....	8
2.4 Apresto .....	9
2.4.1 Tratamientos previos .....	10
2.4.2 Tintura y estampado .....	12
2.4.3 Otros aprestos .....	14
2.5 Corte, confección y arreglo .....	16
2.6 Aspectos ambientales.....	18
2.6.1 MTD: una pieza clave de una buena gestión.....	18
2.7 Reciclaje y reutilización .....	19

En esta unidad, los estudiantes aprenderán:

- Los principales procesos de la cadena de suministro.
- Las principales cuestiones sobre el impacto ambiental de la cadena de suministro de tejidos y telas.
- Las bases de datos principales para desempeñar buenas prácticas en el diseño con conciencia ecológica.

## 2.1. Introducción

La industria textil es una de las industrias que genera una gama de productos más amplia y estructurada. Por este motivo, el sector textil, conformado tanto por grandes grupos como por PYMEs, está fragmentado y es heterogéneo, y es una de las cadenas de suministro más largas de las industrias manufactureras.

La industria textil está, pues, compuesta por una gran cantidad de subsectores que cubren todo el ciclo de fabricación, desde la cosecha de las fibras en bruto, como se describe en la Unidad 1, hasta el producto final.

Esta unidad comienza donde acabó la anterior, hablando de las fibras en bruto, y analiza los procesos de transformación hasta obtener el producto final. Se centra especialmente en las cuestiones ambientales de la cadena de producción de semiacabados.

En la unidad se analizan los procesos productivos de bienes de consumo, con particular atención en las implicaciones medioambientales de la cadena de producción de semiacabados.

La unidad ofrece las claves para diseñar textiles y moda de forma más responsable y para guiar los procesos productivos hacia la adopción de criterios que minimicen el impacto ambiental.

Además, esta unidad describe las mejores técnicas disponibles y ofrece sugerencias para las empresas relativas a la mejora de procesos en cumplimiento de los estándares europeos.

En lo que se refiere al complejo mundo del sector textil, esta unidad se centra en varias fases de tratamiento que se pueden simplificar, en la perspectiva de un proceso lineal, como se representan en la tabla 2.1:

- hilatura y tejido;
- ennoblecido y apresto;
- fabricación de los artículos o productos finales.



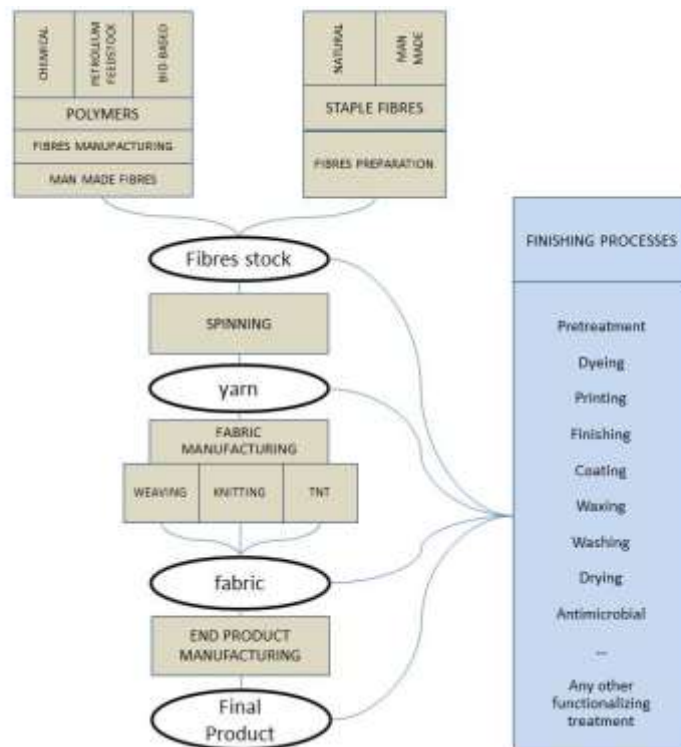


Tabla 2.1. Cadena de suministros habitual en el sector textil

La complejidad del sector se puede simplificar como el resultado de la suma de dos componentes que se afectan de manera recíproca:

- la variedad de procesos de fabricación posibles, cada uno de los cuales se caracteriza por aspectos técnicos, químicos y de fabricación, y, en consecuencia, también por aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental;
- la variedad de materiales posibles, que se caracteriza por propiedades específicas y necesidades de rendimiento. Dichos aspectos y necesidades diferentes pueden requerir o excluir ciertos procesos.

La tabla 2.2 resume los potenciales flujos materiales del sector textil por etapas.



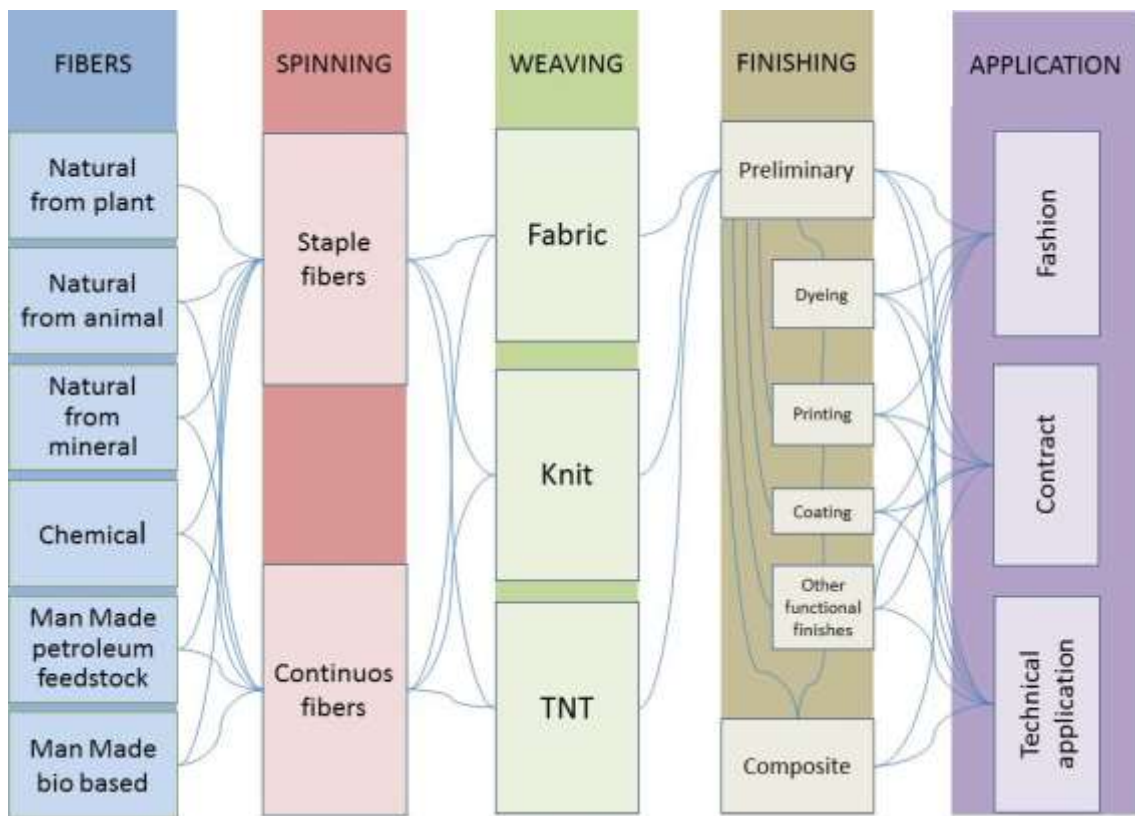


Tabla 2.2. Diagrama de los flujos materiales en el sector textil

La cuestión principal a la hora de diseñar productos es si usar o no procesos de acabado específicos que supongan una reducción importante del impacto medioambiental de los productos finales. Se debe considerar desde un punto de vista económico y de equilibrio medioambiental.

Como se verá en profundidad, cada tratamiento implica contaminar y consumir agua y energía. Durante la fase de diseño se deben tener en cuenta estos problemas, consultando las bases de datos disponibles y la disponibilidad de nuevos productos y tecnologías que se puedan usar para reducir las cargas ambientales.

## 2.2. Fabricación y almacenamiento de materias primas

Las materias primas se suelen enviar a la fábrica en balas. Se almacenan y registran antes de comenzar el proceso de producción.

Las sustancias químicas básicas (p.ej. ácidos, alcalinos, y productos químicos auxiliares) se suelen almacenar en un área específica con las medidas de seguridad adecuadas. Algunos componentes, tales como productos valiosos o sensibles a la humedad (p.ej. tintes y pigmentos) se transfieren directamente al área de preparación (máquinas de



tinte). Estos componentes suelen ir en polvo, así que la maquinaria cuenta con sistemas de aspirado y filtrado para asegurar la salud de los trabajadores y la seguridad general.

## 2.3 Hilatura y tejido

Los procesos de hilatura y tejido son principalmente mecánicos. Los impactos ambientales más significativos que causan son el consumo de agua y energía y la generación de residuos sólidos, polvo y ruido. Si consideramos el ciclo de vida total de un producto textil (véase la Unidad 6), no suponen un gran impacto ambiental, especialmente porque se usan pocos agentes químicos o auxiliares, o incluso ninguno. Los agentes químicos auxiliares se usan a modo de lubricante, aceite, cera, parafina o estabilizadores para optimizar los procesos de producción. Luego se eliminan en las primeras etapas del apresto mediante procesos de desengrasado y lavado.

### 2.3.1 Hilatura: Fibras artificiales

Las fibras artificiales se suelen extrudir en filamentos continuos (hilatura primaria) que se pueden usar en su forma bruta, someterse a procesos de acabado (tales como planchado, torsión, texturación, tinte o acabado funcional) o cortarse en fragmentos de longitud fija para mezclarlos e hilarlos con fibras naturales según sus procesos de hilatura tradicionales.

Los tres métodos principales de hilatura primaria son:

- Hilatura por fusión: se funde el polímero en una extrusora. El filamento se forma forzando el líquido a presión por la apertura de la hilera y enfriándolo mediante un chorro de aire. El proceso de fusión es apto para fibras termoplásticas como poliéster, poliamida, poliolefina (p. ej. polipropileno) y fibra de vidrio.
- Hilatura en seco: se disuelve el polímero en un disolvente y se extruye a través de una hilera hasta una cámara de aire o gas caliente donde se evaporan los disolventes y se conforma el filamento. El filamento se somete a un postratamiento de encimado de hilatura. El proceso de hilatura en seco se usa principalmente con acetatos, triacetatos y policrilonitrilos.
- Hilatura en húmedo: se disuelve el polímero en una solución y luego se fuerza a presión a través de la hilera hasta un baño líquido en el que el polímero es insoluble. Conforme se disipa el disolvente se forma la fibra. El disolvente se puede disipar mediante extracción o mediante una reacción química entre la solución del polímero y un reactivo en el baño líquido (hilatura reactiva). El



disolvente residual se puede eliminar mediante un lavado. La hilatura en húmedo se suele usar para producir fibras viscosas y acrílicas.

Llegados a este punto, existen dos métodos posibles:

1. Usar los hilos continuos obtenidos, consiguiendo a la larga la «forma» de la sección de la fibra mediante tratamientos adicionales;
2. o cortar las fibras para usarlas en la hilatura tradicional de fibras discontinuas, como algodón o lana. Esta segunda forma es la más común para fabricar hilos de mezcla con fibras naturales puesto que las fibras tienen una longitud similar.

Los aspectos ambientales más relevantes respecto al proceso de hilatura de fibras artificiales son el consumo de energía y el uso de agentes químicos.

Estos se pueden aplicar en varias fases, además de la hilatura primaria y la secundaria, dependiendo del proceso que se quiera llevar a cabo (bobinado, torsión, urdimbre, etc.). Por tanto, se han de tomar medidas de seguridad para evitar el riesgo de contaminación de aguas residuales y de emisiones gaseosas, especialmente en el caso de la producción de fibras continuas para la fabricación de tejidos de punto y fibras elastoméricas.

### 2.3.2 Hilatura: fibras naturales o discontinuas

Las fibras naturales se derivan de animales y plantas y no requieren procesos de síntesis como los de las fibras artificiales. Antes del proceso de fabricación en sí, se deben lavar y preparar las fibras para eliminar los residuos, la suciedad y los elementos externos. En algunos casos esta fase es la de mayor impacto en todo el ciclo de hilatura, así que la repasaremos rápidamente:

#### **Lana:**

Tras esquila a la oveja se abre la lana y se desempolva. Luego se lava para eliminar las impurezas y el exceso de grasa en la fibra mediante baños a temperatura superior a 40°C, que es la temperatura a la que se disuelve la grasa, se emulsiona y se suspende el polvo. Estos baños requieren tratamientos de depuración específicos para eliminar la carga de sustancias potencialmente contaminantes. Posteriormente, el blanqueo se consigue añadiendo peróxido de hidrógeno y ácido fórmico o ácido acético en el recipiente.

Otros tratamientos posibles son el tratamiento anti-polillas mediante un insecticida piretroide sintético y ácido acético o fórmico y la esterilización mediante formaldehído.



Es, por tanto, evidente que los procesos de preparación de la lana se caracterizan por el uso de sustancias químicas y agua. El principal problema ambiental relativo al proceso de lavar la lana es la contaminación del agua, del aire, y la generación de residuos sólidos.

Limpiar los contaminantes de la fibra puede dar lugar a aguas residuales, lodos o, en caso de que estos se incineren, a emisiones gaseosas. Existe el riesgo de introducir los siguientes contaminantes: sustancias orgánicas, compuestos que contienen azufre y nitrógeno, residuos de detergentes, productos auxiliares e incluso medicamentos veterinarios.

#### **Algodón y fibra de líber:**

La preparación del algodón bruto no causa grandes impactos ambientales: las fibras se comprimen en balas y se limpian para eliminar partículas de polvo. Luego se mezclan con fibras de diferentes lotes para garantizar la homogeneidad del hilo.

Con el lino y otras fibras similares, la extracción y la limpieza de la fibra tiene lugar en distintas etapas. Puede generar aguas residuales con un alto contenido de contaminantes orgánicos por la degradación de la pectina y las sustancias hemicelulosas presentes en el material fibroso.

#### **Seda:**

Para la producción de seda, se mata al gusano de seda con vapor y se extrae el filamento directamente del capullo. El filamento resultante se somete a procesos de tratamiento previo para limpiarlo de sericina y otras impurezas orgánicas. En esta fase se emplean agua y sustancias químicas que se deben usar de forma responsable.

### 2.3.3. Hilatura de fibras discontinuas

La hilatura de fibras discontinuas se clasifica según el tipo de fibra, ya que cada tipo tiene sus propias características, tales como longitud, título, finura, y otros aspectos. Hay dos procesos distintos: el ciclo de hilatura del algodón y el ciclo de hilatura de la lana. El procesado de la lana se divide a su vez en peinado y cardado. El procesado del algodón cuenta con una serie de operaciones más articuladas: cardado, peinado, estiraje, mecha, hilatura, torsión (si es necesario) y urdimbre. Se pueden distinguir tres ciclos (cardado, peinado y apertura de extremo).

En el proceso de hilatura se pueden usar agentes químicos auxiliares que se tendrán que eliminar antes de las siguientes fases, con su consiguiente riesgo de emisiones de aguas



residuales o atmosféricas. Los agentes más usados son las sustancias orgánicas (aceites minerales), hidrocarburos, alquilfenoletoxilatos, y biocidas. En el caso de fibras sintéticas, la cantidad de agentes químicos alcanza hasta un 7% del peso de las fibras elastoméricas.

### 2.3.4 Tejido, punto y telas no tejidas

En esta fase se avanza conceptualmente de una dimensión lineal (el hilo) a una de superficie (el tejido).

En la fase de producción de tejidos, hay que considerar los procesos de tejido, punto y fabricación de telas no tejidas.

Estas tres familias cuentan con características y procesos diferentes. En consecuencia, dan como resultado productos con características muy distintas. En esta unidad no entraremos en detalle sobre los distintos tejidos, pues sería un campo demasiado amplio para abarcarlo en un tema, pero nos centraremos en los impactos ambientales de su producción y en cómo tomar precauciones en la fase de diseño para aumentar la sostenibilidad.

Los impactos ambientales asociados con la fabricación de tejidos tienen que ver con el consumo de energía de las máquinas y plantas y con el consumo de productos químicos que se emplean para facilitar el proceso de tejido. Por ejemplo, para optimizar la producción de la calcetería se suele preparar el hilo con lubricantes y parafina. El aceite y la parafina restantes en el tejido final se lavan en los primeros tratamientos de apresto, generando así una carga contaminante.

Por lo general, el impacto ambiental del proceso de tejido es más elevado que el de la fabricación de géneros de punto, debido al elevado número de procesos productivos y el uso de encolados para fortalecer la urdimbre. Al retirar el encolado, como está compuesto de almidones naturales o agentes químicos, puede dar lugar a aguas residuales. Hay que recuperar y neutralizar los agentes químicos mediante un tratamiento de aguas residuales para no perjudicar el medio ambiente.

En las últimas décadas, los fabricantes de maquinaria para el sector textil han enfocado el desarrollo tecnológico en optimizar la eficiencia energética para reducir el consumo de productos auxiliares y las emisiones de gases.

Las mejores prácticas en la fabricación de hilos y tejidos incluyen:

- en la hilatura, pedir a los proveedores que fabriquen el hilo con lubricantes biodegradables;
- en la fabricación de género de punto, pedir a los proveedores que empleen lubricantes solubles y biodegradables en lugar de aceites minerales;





- evitar los materiales tejidos a los que se han añadido PCPs para preservar la talla;
- pedir a los proveedores que sustituyan los agentes de encolado reciclables por almidones naturales y que usen técnicas de baja aplicación para minimizar la cantidad de sustancias empleadas;
- si se usan agentes de encolado reciclables, asegurarse de que se recuperan y reutilizan;
- si se usan agentes de encolado desconocidos, pedir a los proveedores que se eliminen con técnicas eficientes tales como la oxidación y asegurar un correcto tratamiento de efluentes;
- pedir a los proveedores que combinen los procesos de desengrasado y apresto con el blanqueado para ahorrar productos químicos, agua y energía;
- emplear procesos productivos innovadores caracterizados por una mayor eficiencia y un impacto ambiental reducido, etc.

El impacto ambiental también se puede reducir introduciendo tecnologías de producción innovadoras como la fabricación de prendas sin costuras.

Un ejemplo típico de esta práctica es el punto sin costuras, que es capaz de crear una prenda en tres dimensiones directamente de la tricotosa, con lo que se evitan los consecuentes procesos de corte y costura. Así, se aceleran los tiempos de producción (en un 30 o 40%), disminuyen los gastos al desaparecer los procesos finales y se reduce la generación de residuos.

## 2.4 Aprestado

Para convertir las telas en productos acabados deben someterse a procesos de apresto, cuyo objetivo es mejorar la calidad de los productos y darles su aspecto definitivo, así como dotarlos de características particulares. El proceso de apresto representa el mayor impacto ambiental de toda la cadena de producción del textil en lo que respecta al consumo de agua, energía y agentes químicos.

Los «procesos de apresto» se describen por conveniencia como sucesivos al proceso de tejido. En realidad, se pueden llevar a cabo en distintas etapas del proceso de producción (como se ve en la Unidad 6 con la «tintura en hilado», que consiste en tinter el hilo antes de tejer). Además, aunque los ciclos de hilatura y tejido están relativamente estandarizados, la fase de apresto cuenta con una combinación de procesos más fragmentada y articulada, como se ve en las tablas 2.1 y 2.2.

Como ya hemos dicho, los procesos de ennoblecimiento son los que causan un mayor impacto ambiental, pues necesitan agua (para los baños y los lavados), energía (que se usa para calentar los baños y secar el material) y el uso de distintos agentes químicos.

Así pues, es necesario centrarse en los aspectos principales para aportar indicaciones generales sobre cómo intervenir en la fase de diseño. En esta unidad se aportan dichas



indicaciones, pero, dada la complejidad del tema, a la hora de la producción real será necesario mantener un diálogo constante con expertos del tema y con la persona responsable (o el técnico o la sección de apresto).

Como se mencionó antes, los procesos de apresto están muy articulados y diversificados. Dependiendo del tipo de producto acabado a obtener, la naturaleza de la fibra y el tipo de textil empleado varían (p.ej. un tejido ortogonal se apresta de forma distinta que uno de punto, aunque los procesos pueden llegar a ser similares o iguales).

Los principales factores que afectan al proceso de apresto son:

- el tipo de fibra: las fibras naturales como el algodón, la lana, el lino y la seda requieren operaciones específicas con reactivos químicos, y su procesado es más complejo que el de las fibras artificiales. Esto se debe a que las fibras naturales cuentan con más sustancias que pueden interferir con el procesado posterior. Sin embargo, las fibras artificiales pueden contener agentes de preparado, encolados sintéticos solubles en agua y manchas que hay que limpiar mediante un fuerte tratamiento previo;
- el tipo, estado, geometría y dimensiones de los sustratos de tejido a tratar (flocado, hilo, tejido, punto o telas no tejidas);
- la cantidad de material a tratar, su estado (si es hilo, tejido o prendas) y la tecnología disponible. Por ejemplo, hay tecnologías continuas y discontinuas disponibles: los procesos continuos son más eficientes para grandes cantidades, pero los métodos discontinuos son más asequibles para la producción de pequeñas cantidades.

En este tema se clasifican los procesos en tres grandes grupos por motivos prácticos: tratamientos previos, tintura y estampado, y aprestos.

### 2.4.1 Tratamientos previos

Se realizan tratamientos previos para: eliminar materiales ajenos a las fibras; mejorar sus características como la uniformidad, hidrofilia y afinidad con los tintes y tratamientos de apresto; mejorar la capacidad de absorción del tinte de forma uniforme (mercerización); aflojar las tensiones de las fibras sintéticas para evitar inestabilidad dimensional y ondulaciones que puedan afectar a la calidad o rendimiento del producto acabado.

Para el tratamiento previo del algodón se realizan operaciones en húmedo: desencolado, gaseado, desengrasado, mercerización, causticación y blanqueo. A veces todo esto se hace a la vez para acelerar el proceso y reducir el consumo de recursos. Los principales impactos ambientales relacionados con el tratamiento previo del algodón tienen que ver con el uso de agentes químicos en el agua, consumo de energía y emisiones.



El desengrasado es el primer paso en los tejidos: se emplea para eliminar colas e impurezas resultantes de procesos previos. Las técnicas de desengrasado son distintas y tienen que ver con el tipo de cola a tratar, que puede ser: basada en almidón (no soluble en agua), soluble en agua o mixta. La cola basada en almidón requiere un proceso basado en la enzima u otro tratamiento químico para que pueda ser lavable. Muchas veces se combinan el desengrasado y el blanqueado en el mismo baño para reducir el número de pasos. Por otro lado, los agentes solubles en agua se eliminan mediante un enjuague en agua caliente con carbonato sódico. Por lo general se añaden otros agentes auxiliares para aumentar la eficiencia del baño. Este paso es uno de los más dañinos para el medio ambiente, ya que los compuestos presentes en el agua apenas son biodegradables.

El proceso de desengrasado o descruado se lleva a cabo para extraer las impurezas presentes en las fibras en bruto tales como pectinas, grasas y aceites, proteínas, sustancias inorgánicas, colas (cuando el desengrasado del tejido se realiza antes que el desengrasado), encolados residuales y productos desengrasantes (cuando tiene lugar en materiales tejidos ya desengrasados). El proceso se lleva a cabo mediante el uso de agentes químicos similares a los del proceso de blanqueo pero en condiciones más extremas para asegurar una eliminación duradera.

El blanqueo se usa para obtener fibras y tejidos blancos o para hacer que las fibras sintéticas brillen más. Además, es necesario blanquear antes del tinte, especialmente en los colores más delicados, ya que las fibras naturales tras el desengrasado mantienen su color crudo original. Se pueden blanquear todo tipo de confecciones (hilo, tejido y tejido de punto). Para las fibras celulósicas lo más normal es emplear peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), hipoclorito de sodio ( $NaClO$ ), o clorito sódico ( $NaClO_2$ ).

También se pueden mercerizar los hilos, tejidos y tejidos de punto. La acción de la sosa cáustica permite el hinchamiento de las fibras de algodón de manera individual, obteniéndose una mayor resistencia mecánica, estabilidad dimensional, mayor lustre del algodón y mejor absorción del tinte. El proceso supone estirar el tejido en un baño con una solución de sosa cáustica concentrada. Aunque los baños de mercerización se pueden reutilizar para otros tratamientos de preparación, el proceso genera una gran cantidad de álcalis que deben neutralizarse antes de deshacerse del agua.

El gaseado elimina las fibras superficiales al pasar el tejido sobre una fila de llamas de gas. Tras esto, el tejido se sumerge inmediatamente en un baño de extinción para que se apaguen las chispas y se enfríe. El gaseado se suele aplicar al algodón y a los sustratos de algodón PES y PA. El gaseado no afecta a los efluentes, ya que el agua solo se usa para enfriar, pero puede generar olores y emisiones de polvo y componentes orgánicos. Las sustancias olorosas se pueden destruir mediante oxidación catalítica.

La mayor parte de las preocupaciones ambientales tienen que ver con el uso de estabilizadores, ya que son poco biodegradables y pueden formar derivados complejos muy estables. El uso del hipoclorito de sodio está limitado en Europa, puesto que se emplea para blanquear y genera compuestos organohalogenados.



## 2.4.2 Tintura y estampado

La tintura se aplica a los materiales en bruto en todas las etapas de la fabricación: desde antes de la hilatura hasta hilos, tejidos y prendas terminadas. Hay diferentes técnicas y tipos de tinte, ya que se emplean materiales muy distintos. Hay distintas técnicas de tintura disponibles que dependen de la condición del material a tinter, y se pueden alternar o sustituir entre ellas. Además, dependiendo del tipo de tinte, la tintura suele requerir agentes químicos auxiliares para optimizar el proceso. El consumo varía desde 2 hasta 80 gramos de tinte por cada kilo de textil acabado.

La tintura suele requerir un uso intensivo de agua y energía por las altas temperaturas necesarias y porque la relación del volumen del baño de tintura con el peso de los productos a tinter es alta. Tras la tintura se deben eliminar el tinte no fijado y los agentes auxiliares mediante un lavado. Esto genera aguas residuales contaminadas y supone un consumo de energía.

El proceso de tintura se traduce por tanto en un gasto importante de agua, energía y agentes químicos. Sin embargo, en los últimos años, gracias a la concienciación sobre temas ambientales se han introducido muchas restricciones legales, especialmente en la UE. Este cambio ha permitido que se desarrollen tecnologías para asegurar un equilibrio entre el rendimiento del tinte (matices y velocidad) y la sostenibilidad medioambiental.

Uno de los retos principales en el futuro será mantener las características de la tintura (en lo que respecta a la estética y al rendimiento) manteniendo la sostenibilidad ambiental, sobre todo en lo que respecta a la eliminación y biodegradación del cloro y del pigmento en sí.

En las últimas décadas, la I+D ha estudiado como obtener pigmentos más viables, pero aún existen serios problemas para su eliminación. Es difícil degradar el colorante en el sistema de aguas residuales y algunos productos de degradación son tóxicos. Algunos investigadores ya han logrado reducir los componentes tóxicos en los pigmentos para fabricar productos más limpios y ecológicos.

Algunas medidas tomadas para reducir el impacto de los procesos de tintura tienen que ver con aguas residuales contaminadas y con la reducción de sustancias químicas tóxicas. También se han hecho progresos en la formulación química de tintes y pigmentos. No obstante, las mejoras más importantes se han obtenido en el desarrollo tecnológico de técnicas de tintura, tales como la tintura sin agua, que utiliza el equipo habitual de procesado en húmedo pero elimina el tratamiento previo y el proceso de lavado; o el desarrollo de técnicas para recuperar, reutilizar y «agotar» los baños de tintura. Otras técnicas de tintura mejoradas son: la tintura electroquímica mediante corriente eléctrica, que permite regenerar un baño de tintura agotado para reciclarlo, y técnicas de tintura que sustituyen el agua por un dióxido de carbono supercrítico.



Otro ámbito puede ser el uso de tintes naturales, de plantas, animales o conchas: cuentan con beneficios ambientales y sociales como una baja huella de carbono y aportan trabajo a comunidades rurales. Aunque la demanda de pigmentos naturales aumenta, hay algunas dificultades que cuesta superar: comparado con las tinturas normales, el rango de colores es considerablemente menor, son menos resistentes, más caros y se precisan grandes áreas para el cultivo que no podrán ser empleadas en cultivos de alimentos. Todo esto impide regresar a los tintes naturales más allá de nichos de mercado sensibles con la sostenibilidad ambiental pero que cuentan con poco volumen de mercado.

Además, no se puede asegurar que los tintes naturales sean más «seguros». Algunos estudios han demostrado que durante el procesado de materiales naturales han surgido sustancias tóxicas y dañinas, con lo que su uso pierde la razón de ser.

Aunque hay menos técnicas que en la tintura, el estampado se considera más complejo, ya que se emplea una amplia gama de sustancias químicas y tipos de tintes o pigmentos, sustancias auxiliares y espesantes.

Los tipos más comunes de estampados son: por serigrafía, por rodillo, por transferencia o por inyección de tinta. Cada una de estas técnicas tiene sus ventajas y desventajas en lo que respecta a la fabricación (velocidad y/o cantidad mínima por lote), el precio, y su efecto sobre el medio ambiente.

Respecto a la serigrafía, se puede reducir el impacto reduciendo las pérdidas de colores de impresión, reutilizando el agua para la limpieza de marcos y mallas, y evitar el uso de PVC y formulaciones de estampado basadas en ftalatos para eliminar los disolventes aromáticos, dañinos si se desechan en las aguas residuales.

En el estampado por inyección, la tecnología dosifica el tinte mediante la propulsión de pequeñas gotas de pigmento, con lo que no se desperdician colores de impresión. En el caso de las tintas pigmentadas tampoco se usan disolventes, y por lo tanto no se emiten los compuestos orgánicos volátiles que se emplean para diluir el tinte en el proceso tradicional.

En el estampado por transferencia se stampa un papel con tintes de dispersión volátiles y luego se transfiere al tejido mediante un proceso térmico de sublimación. Esta técnica no genera desechos químicos y no requiere lavados, así que tampoco genera aguas residuales.



### 2.4.3 Otros aprestos

Además de los procesos mencionados anteriormente, los productos textiles se pueden someter a procesos de apresto que mejoran algunos aspectos específicos o aportan nuevas propiedades estéticas o técnicas. Estos procesos suponen un amplio rango de técnicas mecánicas, químicas o combinadas.

Una gran parte de estos aprestos se aplican para que el producto final tenga más valor y se reduzca el impacto ambiental minimizando los lavados o haciendo que el producto sea más duradero.

Lo más importante es evaluar si llevar a cabo este tratamiento de forma efectiva puede reducir el impacto ambiental de los productos finales. En otras palabras: si merece la pena el esfuerzo.

Las técnicas mecánicas se definen por el empleo de acciones físicas (mecánicas y térmicas) y no de sustancias químicas.

Los aprestos mecánicos incluyen el calandrado, un proceso en el que el tejido se pasa por parejas de cilindros calentados que lo comprimen y estampan (en el caso de que uno de los cilindros tenga un grabado a medida). Este principio se extiende a muchas opciones posibles, y como resultado final aumenta la densidad del tejido y le estampa diseños y gofrados.

El sanforizado es un tratamiento que aporta estabilidad dimensional. Se basa en una acción mecánica combinada con una termal que «fuerza» al tejido a ajustarse al patrón de la urdimbre.

El cepillado consiste en arañar la superficie del tejido con cepillos giratorios que provocan que las fibras salgan a la superficie. Hay distintos tipos de cepillado que dependen de la solución técnica y de la intensidad. Por lo general adoptan el nombre del aspecto que se les atribuye. Algunos, sin embargo, adoptan el nombre de la máquina del fabricante. El más común es el de napa. El tipo más fino se obtiene mediante escobillas de carbono. Algunos ejemplos son el de «piel de melocotón» y el «Lafer».

Otros aprestos mecánicos permiten modificar los diferentes aspectos como la suavidad o vellosidad de la fibra.

Por otra parte, en lo que respecta al apresto químico, se pueden identificar algunos de los más comunes, como los que permiten reducir el mantenimiento y cuidado de prendas acabadas (repelente hidro-óleo) o mejorar su resistencia a distintos tipos de daños (retardador de llama).

Los acabados más comunes que reducen los lavados del producto final son:

- la impermeabilización de agua o aceite provisto por aprestos químicos, como revestimiento de parafinas o compuestos perfluorados. Los últimos son un caso delicado hoy en día debido al elevado impacto ambiental que causan y a que se



deben procesar de forma bien calibrada para asegurar niveles bajos de agentes peligrosos o encontrar técnicas alternativas;

- los aprestos resistentes a la suciedad que adoptan los principios de los repelentes de agua o aceite como productos basados en silicona para manchas solubles en agua y productos de resina sintética. En el caso de aprestos antideslizantes, las irregularidades de las fibras superficiales se saturan de partículas blancas y traslúcidas para hacer las partículas menos afines a sustancias ajenas y más sencillas de limpiar;
- el efecto loto: inspirado en las hojas de loto. En ellas, el agua se desliza arrastrando las partículas de suciedad. Este apresto nanotecnológico combina los principios de anti-adherencia y auto-limpieza de las superficies textiles, formando una estructura arrugada que permite el deslizamiento de las sustancias;
- los aprestos anti-moho, especialmente para tejidos celulósicos, emplean productos antisépticos y bacteriostáticos para evitar que salgan mohos peligrosos para la salud y que puedan dañar los tejidos.

Otro apresto que se usa con frecuencia es el de aplicación de propiedades ignífugas. Se basa en el uso de sustancias químicas que contienen fósforo, nitrógeno, carbono y halógenos capaces de evitar que se prenda y se propague el fuego. No obstante, se ha de tener en cuenta que hay sustancias muy efectivas, como las sustancias halogenadas, que causan un gran impacto en el medio ambiente. Por ello, se están buscando tecnologías que puedan reemplazarlas.

Los aprestos funcionales más comunes son:

- la impermeabilidad: se aplica una fina capa de resina sintética al tejido para volverlo impermeable. Existen varias técnicas que otorgan distintos grados de resistencia;
- y otro tipo de aprestos afecta a la protección contra patógenos mediante la adopción de sustancias biocidas como el triclosán, que se aplica generalmente al nylon, al poliéster, y a sus compuestos. Para este tipo de aprestos hay distintas técnicas, distintos ingredientes activos y distintas etapas de la cadena de producción en las que se aplican. Por tanto, la gama de productos es muy amplia y se diferencia también por el tipo de rendimiento esperado.

Un tratamiento que se está desarrollando es el tratamiento de plasma. Se trata de un proceso que modifica la superficie de un tejido mediante el empleo de plasma (un gas ionizado cuyos efectos se pueden calibrar cambiando la presión, la temperatura, la densidad y el nivel de ionización). El plasma podría proporcionar nuevos métodos rentables y ecológicos para el acabado de superficies como el aumento de la hidrofilia, aplicado de repelentes hidro-óleos, mejora de la afinidad del tinte y el índice de tintura, anti-apelmazamientos, aumento en la estabilidad dimensional, mayor capacidad de impresión y propiedades adhesivas mejoradas. En la actualidad se están estudiando procesos para generar superficies con las siguientes características: ignífugas,



antiestáticas, anti-bacterias, resistentes al moho, biocompatibles, resistentes al óxido, resistentes al sol y los rayos UV.

El tratamiento de plasma causa modificaciones que afectan a las capas superficiales del sustrato y no alteran las propiedades mecánicas o físicas del material. La tecnología de plasma es de bajo consumo, ecológica y totalmente en seco. Como el tratamiento de plasma es un proceso en seco, no emplea agua o energía para la evaporación de disolventes. El proceso solo afecta a las capas superficiales, así que minimiza la cantidad de sustancias químicas empleadas. Por lo tanto, el tratamiento de plasma tiene un impacto ambiental muy bajo.

Además, el empleo de algunos procesos innovadores y de reemplazo pueden reducir el futuro impacto ambiental de los productos. Por ejemplo, reduciendo la cantidad de lavados que requieren o alargando la vida del producto.

Como hemos visto en procesos anteriores, en este caso cada uno de los tratamientos disponibles supone un impacto ambiental, principalmente relacionado con consumo de agua y el empleo de productos químicos, así como de otras sustancias para fabricar tejidos laminados, forrados, etc. Como ya se ha dicho, algunos productos que se usan para dotar de propiedades específicas suponen riesgos ambientales muy elevados (perfluorados, halogenados, etc.). Los productos alternativos que se han desarrollado hasta la fecha no consiguen los niveles de rendimiento necesarios. Se estudiará en profundidad la seguridad de los productos textiles en las Unidades 4 y 7.

En la fase de diseño se deben tener en cuenta estos problemas, consultando las bases de datos disponibles y los proveedores para estar informados.

## 2.5 Corte, confección y arreglo

La preparación de las prendas acabadas (de vestir, para mobiliario, etc.) tras la fabricación del tejido supone todo el proceso final: la preparación necesaria y los procesos de corte y costura. Esta fase también puede ser muy distinta dependiendo del producto. Por ejemplo, este paso es más sencillo para fabricar un mantel que un traje a medida. Hay otro nivel de complejidad en el caso de los textiles compuestos o técnicos, ya que son similares a los materiales mecánicos y están diseñados para aplicaciones muy específicas.

Los textiles técnicos o compuestos suponen un nivel de complejidad adicional, ya que están destinados para otros sectores, tales como el mecanizado no tradicional o por formado.

Por lo general, estas operaciones son manuales y no causan grandes impactos en el medio ambiente. La mayoría de los impactos están relacionados con lo social y el trabajador. La mayoría de las empresas que desempeñan este trabajo se encuentran en países en desarrollo debido a los bajos precios de la mano de obra; los impactos





generados están relacionados con el transporte de materiales en bruto y de prendas acabadas.

Se debe analizar cada proceso teniendo en cuenta las características generales del producto.



## 2.6 Aspectos ambientales

Los problemas ambientales más importantes de la cadena de suministros textil están relacionados con la generación de aguas residuales por sustancias químicas y con el consumo de agua y energía. Las emisiones contaminantes y la producción de residuos sólidos y olores tienen menos impacto.

Las emisiones atmosféricas se relegan al lugar en que se producen. Además, las emisiones atmosféricas que causan los distintos procesos están bien documentadas, así que contamos con las herramientas para minimizar el impacto.

Este caso no se da con los vertidos al agua. Los diferentes canales de aguas residuales de los distintos procesos se juntan y generan un efluente único cuyas características son el resultado de una combinación compleja de factores, sobre todo fibras y residuos de los componentes químicos empleados. En la Unión Europea el tratamiento de aguas residuales es obligatorio para eliminar el riesgo de contaminación, tal como se verá en la Unidad 5.

Puede ser útil identificar algunas categorías específicas del sistema textil y comparar las cantidades de vertido entre los sistemas de la misma categoría. Así, será posible verificar los datos provistos e identificar las diferencias macroscópicas de las distintas actividades. En el BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles) se incluye información sobre la entrada y salida en una serie de categorías de sistemas, desde una descripción detallada del agua (de entrada y residual) hasta un análisis específico de los procesos individuales para los que hay datos disponibles. Los resultados más importantes de dichos procesos específicos quedan recogidos en este documento.

### 2.6.1 MTD: una pieza clave de una buena gestión

Para conseguir el mayor nivel de protección ambiental, la Directiva 96/61/CE de 1996, también llamada IPPC (prevención y control integrados de la contaminación, por sus siglas en inglés) establece los principios generales que rigen las obligaciones industriales de tomar las medidas preventivas necesarias para asegurar un nivel alto de protección ambiental, incluyendo medidas para gestionar los residuos, el uso eficiente de recursos energéticos y la previsión de accidentes.



Las medidas para prevenir la polución se describen en el documento de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD). En los ya mencionados BREF se da información útil para cada sector de actividad. La Comisión Europea los actualiza con frecuencia.

Las prácticas generales de buena gestión abarcan tanto la formación de los empleados como la definición de procesos bien documentados para gestionar las instalaciones, desempeñar el mantenimiento de las máquinas y almacenar, emplear, manipular, dosificar y distribuir sustancias químicas.

Conocer mejor qué conlleva un proceso y cuál es su producto es esencial para una gestión correcta de los procesos en sí. Por tanto, hay que conocer, por una parte, los materiales en bruto del textil, las sustancias químicas y los usos del agua y la electricidad y/o calor y, por otra, cómo controlar la contaminación del aire y el agua y el tipo de residuos que se generan.

Este seguimiento de la entrada y salida de los procesos supone el punto de partida para identificar las opciones disponibles y las prioridades para mejorar el rendimiento tanto ambiental como económico. Las medidas para mejorar la calidad y la cantidad de sustancias empleadas químicas que se emplean incluye una revisión periódica de las formulaciones, un plan de producción óptimo y el uso de agua de gran calidad para los procesos en húmedo.

Los sistemas de control automático del parámetro de funcionamiento (por ejemplo: temperatura, tiempo, sustancias químicas) permiten un control más preciso de todo el proceso de producción sin apenas aumentar la cantidad de sustancias químicas y auxiliares empleadas.

## 2.7 Reciclaje y reutilización

El reciclaje es un proceso de transformación que reintegra los productos obsoletos en un nuevo proceso productivo alargando así su vida útil.

Por otra parte, la «reutilización» supone alargar el ciclo de vida de los productos al final de su vida útil sin cambiar su apariencia original o cuando el producto cumple otro objetivo y de ese modo el producto se destina a nuevos mercados y consumidores.

Existen dos grandes categorías del producto que se somete a un tratamiento al final de su vida útil:



- Los desechos textiles de «pre-consumo» son aquellos que proceden de los procesos de fabricación (tejido e hilado o embalado) y venta al por menor de las prendas.
- Los desechos textiles de «post-consumo» son aquellos productos obsoletos que ya han sido consumidos o han quedado anticuados.

El potencial para recuperar los desechos de post-consumo es enorme y aún no se ha alcanzado: las posibilidades del reciclaje son casi ilimitadas. El tejido al final de su vida útil se podría transformar en un producto reciclado para su uso en distintos sectores industriales. Por ejemplo, para la fabricación de revestimientos aislantes en las industrias automovilística, náutica o del mueble. Así, se obtienen ventajas tanto en el aspecto ambiental como en el económico (pues se reducen los costes de eliminación y se genera nuevo valor).

En la Unidad 8 se pueden ver con más detalle los ciclos, procesos técnicos, y todo lo relacionado con el reciclaje.

