

# Empleo de disolventes en la industria textil de tintura y acabados

por el Prof. J. Cegarra

## 1. INTRODUCCION

El empleo de los disolventes orgánicos en los tratamientos de ennoblecimiento de las materias textiles, no puede considerarse como una novedad de primera línea puesto que en 1896 ya se mencionaba el uso de estos productos en el acabado textil (1) y posteriormente, entre 1926 y 1936 Celanese (2) solicitó una serie de patentes para la tintura del diacetato y triacetato de celulosa y sus mezclas con algodón mediante el empleo de disolventes de varios tipos, habiéndose utilizado una mezcla de alcohol etílico, agua y sulfocianuro sódico en proporciones 70/27/3, para la aplicación de los colorantes ácidos, el cual fue adoptado por tres firmas industriales con notable éxito. Durante la segunda guerra mundial se tiñeron en los EE.UU. unos 10 millones de metros de forro de diacetato, empleando alcohol como disolvente, aplicando el colorante por fulardado y fijándolo por medio de vapor (3). Después de esta época, viene un período de unos veinte años en donde la aplicación de los disolventes en la industria textil no merece apenas atención y es a partir del año 1962 cuando nuevamente empieza a suscitarse interés por su inclusión en el área textil, bien como productos para el desengrasado, la tintura o el apresto.

Si intentamos buscar una explicación al interés que nuevamente han suscitado los disolventes, tal vez encontremos varias razones para apoyar nuestros argumentos pero no debemos olvidar que este tipo de proceso está ahora en sus etapas iniciales, sobre todo en el campo de la tintura, y que por lo tanto es necesario dejar pasar un determinado tiempo antes de poder ver con claridad cuál será su verdadera aplicación en el futuro.

Las causas que de una manera más determinante pueden considerarse como favorecedoras del desarrollo de la implantación de los disolventes, son las siguientes:

1. El gran desarrollo de la industria del lavado en seco de prendas usadas, ha producido una notable mejora en el diseño de la maquinaria, con el consiguiente perfeccionamiento de los sistemas de recuperación del disolvente, que permiten una notable reducción en los costes del tratamiento, facilitando su aplicación a una escala de mayor volumen de producción. Además, una buena instalación de recuperación de disolventes permite su utilización sin tenerlos que verter en los cauces de las aguas, lo cual había sido, en su tiempo, un argumento en contra del empleo de los disolventes.

2. Es de todos conocido el problema de la contaminación de las aguas a consecuencia de los vertidos industriales en cauces de los ríos o en pozos de filtración. Por otra parte, el consumo de agua se incrementa, tanto por razones demográficas como por el mayor consumo de agua por persona. Estos dos fac-

tores de tipo antagónico hace que los gobiernos se preocupen por obtener la mayor y más pura cantidad de agua posible, lo que les obliga a legislar de tal manera que un m.<sup>3</sup> de agua consumido en la industria, cada día será más caro. Si se tiene en cuenta este factor, es evidente que en el futuro se tenderá a desarrollar sistemas en donde el consumo de agua sea mínimo o en donde ésta sea excluida, lo cual nos lleva, al menos por el momento, al empleo de los disolventes como agentes para transportar los productos químicos a las fibras o para efectuar su limpieza.

3. Por otra parte, el consumo cada vez mayor de fibras sintéticas de naturaleza hidrorrepelente y el empleo de compuestos químicos de esta naturaleza, originan dificultades de tipo técnico al efectuar los tratamientos en medio acuoso, tales como falta de penetración de los colorantes, solidez al frote y a la sublimación deficientes, necesidad de emplear una gran cantidad de productos humectantes y dispersantes, tiempos de proceso demasiado largos, etc. El empleo de disolventes permite, en el caso de estas fibras, un mejoramiento de las técnicas de aplicación hoy empleadas y crea nuevas posibilidades para un futuro.

4. Además, al operar con disolventes se reduce considerablemente la energía térmica implicada en los procesos ya que, por ejemplo, el calor específico del perclorotileno es cinco veces inferior al del agua y su calor de vaporización diez veces inferior. Si a ello unimos una mayor rapidez en la humectación y en el secado de las fibras sintéticas, es fácil deducir que se debe producir una economía en los costos de fabricación, cuyo valor dependerá de cada caso en particular.

Frente a estas ventajas de índole técnica y sociosanitaria, el empleo de los disolventes también plantea problemas de importancia, entre los cuales debemos destacar los siguientes:

1. Es necesaria la creación de nuevos tipos de máquinas e instalaciones que permitan los tratamientos sin pérdida de disolvente y aseguren su perfecta recuperación. Ello implica el que los constructores de maquinaria estudien nuevos prototipos, a lo que de momento no parecen estar muy propicios, y el que por parte de los industriales se efectúen unas fuertes inversiones, lo cual veo de difícil propuesta en una industria de baja rentabilidad, si no viene amparado por sólidas razones de tipo económico, fundamentalmente una disminución del coste de fabricación.

2. Aunque en los surtidos actuales de colorantes y productos químicos algunos puedan ser empleados con los disolventes, no debemos de olvidar que estos productos han sido creados pensando en su aplicación en medio acuoso y por consiguiente será necesario el estudio de nuevos productos para operar con disolventes. La pregunta que inmediatamente surge es si los estudios a efectuar estarán justificados desde un punto de vista económico y técnico; es evidente que no se puede generalizar y que será necesario el estudiar detenidamente cada sector de aplicación.

3. Parece, en principio, evidente que la tinción de las fibras naturales o manufacturadas de naturaleza hidrofílica no se efectuará totalmente en baño de disolvente, por las mismas razones que se eligen éstos para las fibras hidrofóbicas. En el caso de las mezclas se requerirá la mezcla de solventes, agua/disolvente orgánico, lo cual ha sido demostrado que es factible de efectuar (4). Esta pluralidad en el empleo de solventes, según el tipo de fibra a teñir, puede representar un inconveniente para su adopción, a menos de restringir su área de aplicación a industrias muy especializadas.

Analizando en sus líneas generales la problemática del empleo de los disolventes, pasemos a indicar cuáles son los tipos más empleados y el estado actual de los estudios y de su aplicación.

## 2. DISOLVENTES ORGANICOS

Para que un disolvente orgánico pueda tener aceptación en la industria textil, sería necesario que fuese barato, fácilmente obtenible, no tóxico, ininflamable, estable a la recuperación repetida, inerte hacia las fibras y no corrosivo. De los disolventes orgánicos actualmente disponibles, los hidrocarburos clorados, tales como el percloroetileno, el tricloroetileno y el 1.1.1. tricloroetano son los más aconsejables, si bien para algunos casos específicos se emplean también alcohol isopropílico, hexano, isobutilcetona y algunos otros. Telegdy y Bentel (5) han comparado las propiedades físicas del percloroetileno y el 1.1.1. tricloroetano y concluyen que este último aventaja en ciertos aspectos al primero; otros investigadores (6) prefieren el percloroetileno, debido a su elevada estabilidad a la descomposición durante la recuperación cíclica del disolvente, bien sea por destilación, destilación con vapor o por absorción. Se logra un mejoramiento de la estabilización, del tricloroetileno o el percloroetileno por la adición de 0,1 % de diaminas sustituidas (7) mientras que se mejora la del 1.1.1. tricloroetano por la adición de nitrouretano (8) ó 1.4 dioxano (9).

En el empleo de disolventes orgánicos se presenta, a veces, la necesidad de añadir determinados productos para aumentar la solubilidad de los colorantes; en el caso del percloroetileno generalmente son disolventes dipolares apróticos (10) con elevado poder disolvente de los colorantes en otros disolventes. Como solubilizante se puede utilizar el dimetilsulfóxido o la dimetilacetamida, los cuales son inflamables y presentan el peligro de ácido fosfórico (11), entre los cuales la hexametilfosforotriamida, ininflamable, se considera como muy apropiada para los procedimientos de tintura por impregnación. El agua también ha sido estudiada como un aditivo del percloroetileno empleado en los procesos textiles, habiéndose podido comprobar que mediante el empleo de ciertos compuestos cineréticos tales como alquil-aril-sulfonatos, ésteres de ácidos grasos, alcanolamidas, se puede graduar tanto la cantidad de agua a emulsionar en el percloroetileno como la absorbida por la materia textil (12).

A continuación insertamos una tabla de características de los disolventes:

**Tabla I**

<i>Disolvente</i>	<i>Densidad g/cm.<sup>3</sup> a 20°C</i>	<i>Punto ebullición en C° a 760 mm/Hg.</i>	<i>Calor de vapori- zación Cal/g. a 20°C</i>	<i>Punto de in- flamación °C a 760 mm/Hg.</i>
Agua	0,998	100	586	ininf.
White spirit	0,775	140-190	50-60	30
Tetracloroetileno (PER)	1,74	121,2	56	ininf.
Tricloroetileno (TRI)	1,42	87	62	ap. ininf.
Diclorometano	1,34	40	82	ap. ininf.
1.1.1. Tricloroetano	1,32	74	56,7	ininf.

### 3. APLICACIONES TECNICAS DE LOS TRATAMIENTOS CON DISOLVENTES EN LA INDUSTRIA TEXTIL

En este apartado vamos a intentar expresar cuáles son los principales desarrollos existentes en el campo de la aplicación.

#### 3.1. Lavado de la lana

El lavado de la lana sucia por medio de disolventes ha sido uno de los sistemas desarrollados por la Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (C.S.I.R.O.) (13). En este proceso, la lana se somete a una ligera apertura y posteriormente es tratada con disolventes para finalizar el proceso con un tratamiento acuoso; tanto el tratamiento con disolventes como el acuoso, se efectúa disponiendo la lana sobre unos cilindros acompañadores y sometiéndola a la acción del disolvente que es inyectado a través de unos rociadores. Entre cada unidad de tratamiento existe un fulard para el escurrido y la máquina consta de dos unidades para el tratamiento con disolventes y dos para el tratamiento con agua. La figura 1 muestra el esquema de una unidad de tratamiento y la figura 2 el esquema general del procedimiento C.S.I.R.O.

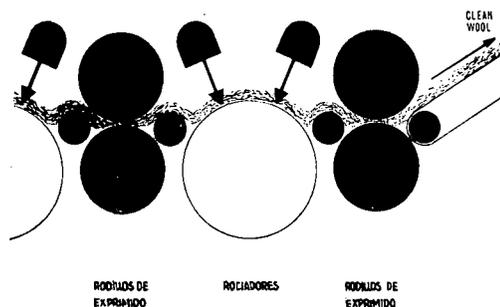


Fig. 1. Esquema de una unidad del sistema C.S.I.R.O.

El disolvente empleado es un derivado del petróleo de elevado punto de ebullición, para evitar riesgos de incendios, pero sin que sea muy difícil de destilar y no tóxico; el empleo de disolventes clorados no es posible debido a su elevada densidad que no permitiría la deposición adecuada del polvo contenido en la lana y crearía dificultades en la destilación. La figura 2 muestra las diferentes etapas del proceso de recuperación del disolvente y la separación de la grasa de la lana y la suintina. Las aguas residuales sólo contienen una pequeña parte de suintina y disolvente, pudiendo ser evacuadas sin necesidad de ulterior depuración, lo cual significa una gran ventaja con relación a los procedimientos de lavado convencionales.

La lana tratada con este sistema presenta un contenido de grasa similar a la lavada en soluciones de detergentes, pero contiene una mayor cantidad de polvo, el cual se elimina durante el cardado, sin crear inconvenientes. El grado de blanco obtenido es frecuentemente superior al de la lana lavada en medio acuoso, así como también es menor el grado de enfieltado. La principal ventaja del sistema C.S.I.R.O. es la mejor recuperación de los subproductos, grasa de la lana y suintina.

Recientemente ha sido desarrollado en Bélgica el sistema «Sover» para el lavado de la lana sucia con una mezcla de alcohol isopropílico, hexano y agua (14). El agua y el alcohol isopropílico eliminan la suintina y el hexano la grasa. Aun-

que durante el proceso se mezclan los solventes, su diferente densidad permite una separación por decantación, recogiendo en la parte superior del decantador el hexano con la grasa disuelta y en la inferior el alcohol y agua con los jabones y la suintina. La lana se dispone sobre una telera agujereada de 2 m. de ancho

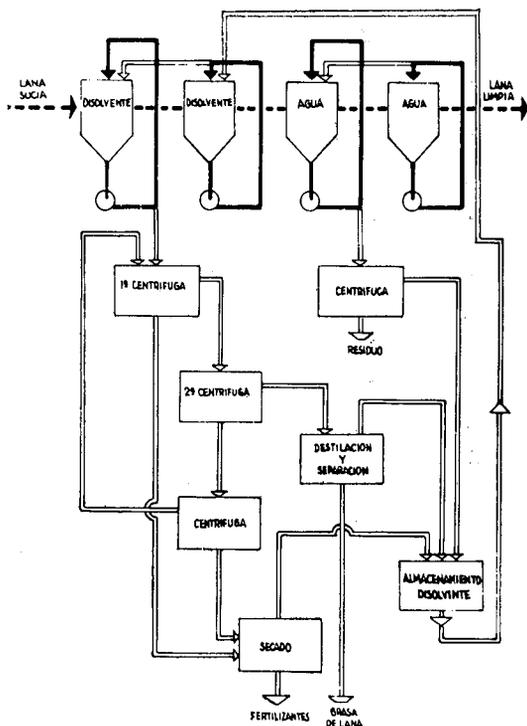


Fig. 2. Proceso C.S.I.R.O.; sistema de recuperación de disolvente en una planta con dos unidades para el disolvente y dos para el agua.

y 84 de largo y se rocía sucesivamente con agua, alcohol isopropílico-agua y hexano. Toda la instalación de extracción y planta de recuperación son herméticas para evitar pérdidas de alcohol y hexano. En la figura 3 puede apreciarse un esquema de la instalación «Sover».

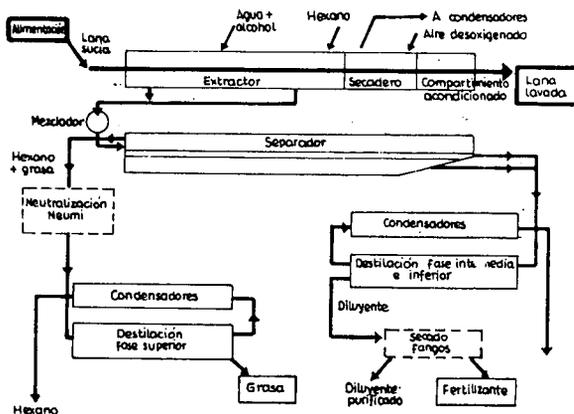


Fig. 3. Esquema del proceso «Sover».

Análogamente a lo que ocurre con el sistema C.S.I.R.O., la recuperación de los disolventes es de gran importancia, máxime si se tiene en cuenta que en el sistema Sover se emplean grandes cantidades, 300 l/kg. de lana sucia, para poder obtener una rápida separación de los diferentes tipos de solventes. Todo el sistema de recuperación ha sido diseñado por la sociedad De Suref, especializada en los problemas de extracción y refinado de aceites. Las aguas residuales no requieren ser depuradas.

Las lanas lavadas por el sistema Sover presentan unas características muy similares a las operadas con el sistema de la C.S.I.R.O.

El principal problema que presentan los sistemas de lavado de la lana con disolventes es el de la inversión a efectuar, siendo necesario el disponer de grandes producciones, tal como la existente en Solvant Belge de 2.000 kg/hora, para que la instalación sea rentable.

### 3.2. Descrudado y blanqueo de artículos de algodón, lana y sus mezclas con fibras de poliéster

El descrudado o limpieza a la continua de artículos de algodón, lana y sus mezclas con fibra de poliéster ha sido uno de los desarrollos llevados a cabo entre ICI Mon Division y Smith & Co. Ltd. de Gran Bretaña. Esencialmente el procedimiento consiste en hacer pasar el tejido al ancho durante unos 10-12 segundos a través de tricloroetileno mantenido a ebullición (87°C) a fin de eliminar las materias grasas; a continuación se procede a un escurrido y a un vaporizado durante 12 segundos para eliminar el disolvente. Finalmente el tejido abandona la cámara de vaporizado a través de un cierre hidráulico y se procede a un aclarado para eliminar impurezas no solubilizadas; seguidamente se escurre al ancho y se seca. En la figura 4 puede verse el esquema de las partes más importantes de dicha instalación.

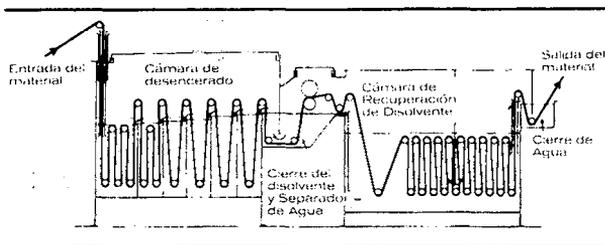


Fig. 4. Esquema de la máquina ICI-Smith

El tricloroetileno empleado es especialmente preparado por I.C.I. mediante la adición de productos estabilizantes que permiten una destilación continuada sin descomposición, a fin de poderlo separar del agua contenida en el textil y de la fijada durante el vaporizado. La estabilidad del tricloroetileno es muy importante, ya que bajo condiciones severas puede sufrir descomposición por hidrólisis u oxidación con formación de sustancias fuertemente ácidas, las cuales actúan como agentes corrosivos de la instalación y además pueden producir alteraciones en la fibra.

Las ventajas que se encuentran en este procedimiento son las siguientes:

— Un descrudado rápido y uniforme logrado con sólo unos 60 segundos de tratamiento, de forma que al final del tratamiento los tejidos sólo contienen de 0,04 % a 0,15 % de grasa. Como consecuencia de ello se obtiene una mejor absorción, tal como se indica en la tabla II para un tejido de poliéster-algodón (15).

**Tabla II**

<i>Estado del tejido</i>	<i>Tiempo de hundimiento (seg.)</i>
Saliendo del telar	60
Termofijado sin descrudar	60
Termofijado, descrudado TRI, blanqueado	10
Termofijado, descrudado acuoso, blanqueo	50
Descrudado TRI, blanqueado	2

Se obtiene una tintura a la continua mucho más uniforme, debido al bajo contenido de grasas y a su regular distribución; también se mejora el % de absorción de los colorantes.

— Se pueden obtener acabados hidrorrepelentes excepcionalmente buenos, debido a que el descrudado con TRI no introduce materias hidrosolubles en el tejido y es más efectivo que un tratamiento acuoso para la eliminación de agentes antiestáticos. En la tabla III se dan los valores de varios ensayos de absorción de agua efectuados en un aparato Bundesman (15).

**Tabla III**

<i>Tejidos</i>	<i>% Absorción</i>	
	<i>Descrudado TRI</i>	<i>Descrudado acuoso</i>
Gabardina de lana	12	27
Gabardina lana/algodón	12	28
Gabardina de algodón	24	38

El sistema es muy versátil ya que puede ser empleado para tejidos de todo tipo de fibras, exceptuando el polipropileno; en el caso del triacetato de celulosa el tratamiento se efectúa con el tricloroetileno en frío. El conjunto de máquinas consideradas como unidad normal permite el tratamiento de tejidos de 340 g/m.<sup>2</sup> a una velocidad de 55 mts/m. y ocupa una superficie de 8,5 m. de largo por 3 m. de ancho.

Los consumos y servicios requeridos por esta instalación que pueden servir de base de cálculo para el coste de la operación, se indican en la tabla IV (15).

**Tabla IV**

<i>Concepto</i>	<i>Consumo/Requerimiento</i>
Consumo de disolvente	30 g/kg. de tejido
Vapor	1,5 kg/kg. de tejido
Agua	4 l/kg. de tejido
Agua de refrigeración (recuperable)	17 l/kg. de tejido
Potencia requerida	15-35 H.P.
Mano de obra	1 operario

Recientemente ha sido desarrollado un nuevo sistema denominado «Markal Process», mediante el cual es posible efectuar en una misma operación el descrudado y blanqueo en presencia de una solución de tricloroetileno que contiene un 35 % de agua, la cual disuelve una determinada cantidad de agua oxigenada; el tejido se impregna en dicha emulsión y se vaporiza durante 30 segundos, lavándose a continuación. Se consigue una buena eliminación de la grasa, del encolado y un grado de blanco aceptable como preparación para teñir (16).

### 3.3. Tintura

La aplicación de los disolventes a la tintura está menos desarrollada que su aplicación en los tratamientos previos o en los acabados debido a varias causas, entre las que podemos citar como más importantes las siguientes:

— Cada tipo de fibra requiere sus colorantes apropiados, de acuerdo con el medio en el que se van aplicar, de forma que el rendimiento de la aplicación sea óptimo. Es evidente que los colorantes existentes han sido concebidos para ser aplicados en medio acuoso y que su comportamiento en un disolvente orgánico es completamente diferente. Ello implica seleccionar cuáles de los actuales colorantes son aptos para ser aplicados en disolventes y descubrir otros colorantes para completar la gama de exigencias, tanto de colorido como de solidez. Así, por ejemplo, de varios centenares de colorantes dispersos ensayados, sólo se han podido seleccionar tres amarillos, dos anaranjados, dos rojos, un violeta y dos azules, para la tintura del rayón diacetato en solución de PER y aplicados por el procedimiento Termosol a 180°C (17). Hasta el presente no existe, al menos que conozcamos, ninguna gama completa de colorantes para ser aplicada sobre una fibra mediante disolventes orgánicos.

— La velocidad de tintura es elevada en los procedimientos de agotamiento sólo en caliente o a la temperatura de ebullición del disolvente; ello significa que, en el caso del percloroetileno con un punto de ebullición de 121°C, se requieren máquinas para poder operar a temperaturas superiores a los 100°C. Se necesitan nuevos tipos de máquinas.

— También se requiere el estudio de nuevos productos auxiliares para la tintura, lo cual significa un esfuerzo adicional a efectuar por las productoras de materias colorantes. En esta línea están los denominados «reforzadores de solubilidad» de los colorantes en el disolvente, tales como la dimetilformamida.

A fin de una mayor claridad en la exposición, trataremos separadamente los procedimientos discontinuos y los continuos.

#### 3.3.1. Procedimientos discontinuos

##### 3.3.1.1. Clasificación y fundamentos

Estos procedimientos de tintura con disolventes se pueden clasificar en los siguientes grupos:

a) Tintura con colorantes dispersos no iónicos en disolvente puro: poliéster teñido con colorantes dispersos en percloroetileno.

b) Tintura en disolvente con adición de agentes solubilizantes empleando diferentes clases de colorantes: poliamida teñida con colorantes reactivos de tipo disperso, con adición de dimetilformamida al percloroetileno.

c) Tintura en disolvente con adición de agentes auxiliares, dispersantes y emulsionantes, empleando diferentes clases de colorantes: poliéster teñido con colorantes dispersos en percloroetileno con adición de dispersantes.

d) Tintura en emulsiones agua-disolvente con pequeño o gran contenido de agua, empleando diferentes clases de colorantes: poliamida teñida en emulsiones de agua-percloroetileno con colorantes ácidos.

En la figura 5 se representan esquemáticamente algunas posibilidades de tinturas en disolvente orgánico comparativamente con una tintura en medio acuoso. Puede apreciarse una similitud en la forma de conducirse el proceso en los

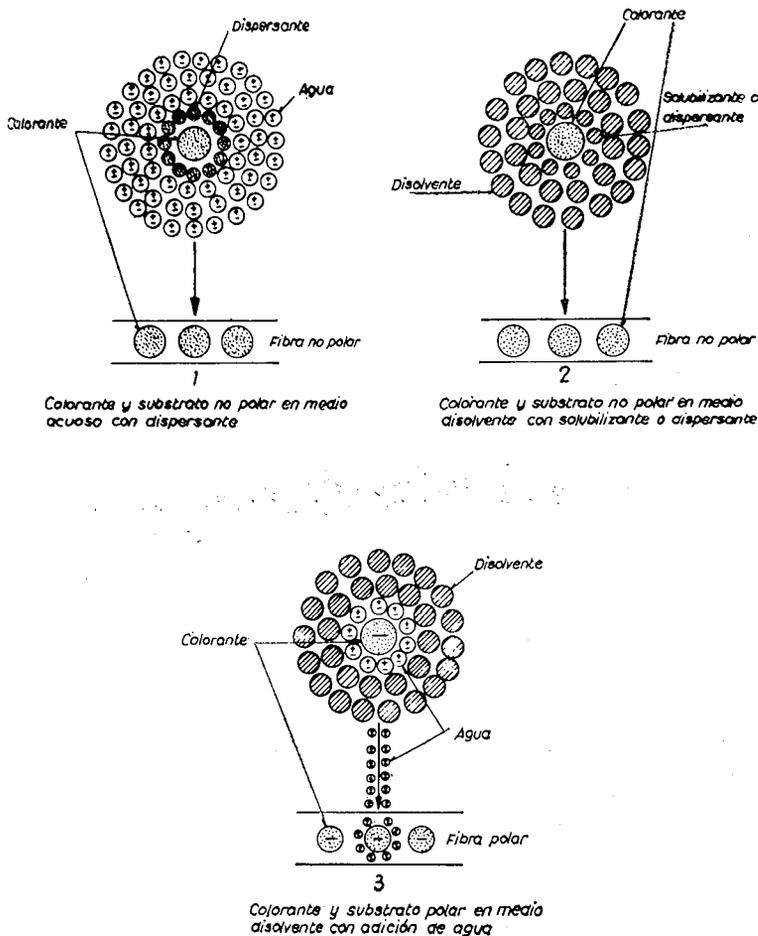


Fig. 5. Representación esquemática de diferentes grupos de tintura en disolvente y en agua.

casos 5-1 y 5-2. En la figura 5-3, el agua emulsionada actúa con respecto al colorante y la fibra de forma similar a como lo hace un transportador en la tintura de fibras no polares con colorantes no solubles en el sistema acuoso; dado que la cantidad de agua emulsionada es relativamente pequeña, el sistema opera como si se trabajase en medio acuoso con una relación de baño muy pequeña (1:2-1:1). La presencia de agua emulsionada en el disolvente se considera de gran importancia en el mecanismo de la tintura con disolventes de colorantes iónicos y abre nuevas posibilidades a las técnicas de aplicación en el campo de los disolventes.

La absorción de los colorantes dispersos por las fibras sintéticas en presencia de disolventes viene condicionada por el tipo de fibra, la naturaleza del disolvente, la temperatura de aplicación y los agentes tensoactivos empleados. Me-

cheels (18) ha mostrado cómo en el caso de la poliamida y del poliéster, la máxima absorción del colorante se produce a la temperatura de ebullición del disolvente o a temperaturas más altas, lo cual implica, en el caso de la tintura con PER, el teñir a 120°C empleando aparatos de tintura de alta temperatura. La naturaleza más o menos hidrofóbica de la fibra influye en el coeficiente de reparto del colorante fibra y disolvente, de forma que en la poliamida al aumentar la longitud de la cadena del disolvente disminuye la absorción del colorante por la fibra, mientras que en el poliéster ocurre lo contrario. La presencia de pequeñas cantidades de agua en el disolvente mejora el rendimiento de la tintura, observándose un comportamiento diferente en el caso del poliéster y de la poliamida. También es importante el % de compuesto tensoactivo existente en las emulsiones agua /disolvente y la naturaleza de los emulgentes, disminuyen el rendimiento de la tintura al emplear un % de emulgente superior al 2 % o al aumentar su naturaleza hidrofílica.

### 3.3.1.2. Maquinaria

La maquinaria a emplear en los procedimientos de tintura por lotes con disolventes pueden agruparse en dos tipos fundamentados bien en las máquinas de tambor rotativo usadas para la limpieza en seco, o bien en las máquinas de tintura por circulación.

Las primeras son muy similares a las utilizadas para la limpieza en seco, a las cuales se les ha provisto de intercambiadores de calor para alcanzar los 121°C, nuevos sistemas de filtrado, tanque de adición de productos, etc. En estas máquinas se pueden efectuar consecutiva o simultáneamente las operaciones de desgrasado, limpieza, tintura y apresto. Varias firmas europeas han iniciado la construcción de este tipo de máquinas; en la figura 6 puede apreciarse el es-

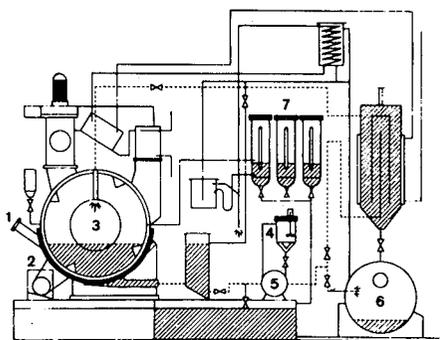


Fig. 6. Esquema de la Böhler & Weber LFM 12

quema de la máquina fabricada por Böhler & Weber K. G. para la tintura con disolventes.

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Portamuestras.                            | 4. Depósito para el colorante  |
| 2. Calefactor                                | 5. Bomba                       |
| 3. Tambor giratorio para la tintura          | 6. Recuperación del disolvente |
| 7. Depósito de almacenamiento del disolvente |                                |

Los aparatos de circulación no se encuentran en un estado de desarrollo tan avanzado como las máquinas de cilindro. Su diseño está concebido por el acoplamiento a un aparato de tintura por circulación de todo el dispositivo necesario para la recuperación del disolvente; las firmas Scholl, Brückner, Ober-

maier y Mortensen están desarrollando sus nuevos prototipos para este tipo de tintura.

### 3.3.1.3. **Procesos Lana**

La tintura de la lana con disolventes es un procedimiento ya ensayado hace años, cuya principal finalidad era operar a bajas temperaturas a fin de producir un mínimo grado de alteración sobre la fibra. Entre las diferentes soluciones propuestas, consideramos que la más interesante fue la hallada por Peter y Stevens (19) al proponer el uso del alcohol butílico adicionado al agua para acelerar la fijación del colorante; el desarrollo industrial de dicho sistema se conoce con el nombre de «Método Irga-Solvent», patentado por Geigy. Este método no puede considerarse como una tintura en disolventes orgánicos, tal como hoy se pretende efectuar, puesto que la cantidad de disolvente orgánico empleada es muy pequeña y no se efectúa su recuperación.

Los estudios efectuados (20) han demostrado que la velocidad de tintura aumenta al hacerlo la concentración de alcohol butílico en el baño de tintura, al disminuir el pH y al aumentar la temperatura, la relación de baño y la concentración del colorante. Existe una relación estrecha entre la temperatura de tintura y la concentración de alcohol butílico a emplear para lograr un buen agotamiento, siendo normal el empleo de 5 cm<sup>3</sup>/l. de alcohol butílico para la temperatura de 92-93°C. El baño de tintura se prepara con dicha cantidad de alcohol butílico, 0,4 % Irgasol SW y la cantidad de ácido acético, según el tipo de colorante; la tintura se efectúa 30 minutos a 92°C y el baño de tintura puede nuevamente aprovecharse con adición de 0,5 cm<sup>3</sup>/l. de alcohol butílico, 0,2 % Irgasol SW, ácido acético y colorante; el aprovechamiento del baño de tintura puede efectuarse varias veces.

Mediante el sistema en emulsión agua/PER se pueden efectuar tinturas por agotamiento sobre fibra de lana, emulsionando el 1-3 % de agua en el PER y adicionando un reforzador de la solubilización del colorante en el disolvente, conjuntamente con ácido acético. El resultado más interesante de este tipo de proceso es el notable acortamiento que se produce en el tiempo de tintura, en relación a los métodos convencionales en medio acuoso. Las solídeces son similares en ambos sistemas con excepción de la solidez al sudor que es algo inferior empleando disolventes.

### **Poliamida**

La tintura de poliamida con disolventes es, tal vez, la más desarrollada y puede llevarse a término con cualquiera de los procedimientos anteriormente indicados en 3.3.1.1. Sin embargo, la tintura en PER puro con colorantes dispersos de tipo reactivo no ha podido ser resuelta satisfactoriamente, ya que ni el agotamiento ni las solídeces alcanzan niveles adecuados.

El procedimiento de tintura en PER con la adición de un disolvente del colorante (D.M.F.) ha sido patentado por Ciba, pudiéndose emplear varios tipos de colorantes, especialmente los ácidos con complejo metálico 2:1 (Cibalan); la tintura se efectúa a unos 115°C durante 30 minutos, procediéndose después a un triple lavado con PER de 5 minutos de duración cada uno y a un secado a 100°C durante 10 minutos. Dado que la poliamida se humecta muy rápidamente en la solución de PER y que el colorante se difunde con más rapidez en la fibra que tiñendo en medio acuoso, los efectos de superficie de la fibra por unidad de masa son muy acentuados e irregularidades de título presentan una gran tenden-

cia a manifestarse (21); por otra parte, el agotamiento es muy sensible a la relación de baño, debiéndose elegir las relaciones de baño más pequeñas posibles, sin que la materia sufra deterioro mecánico durante el tratamiento en el tambor giratorio de la máquina de teñir.

El método de tintura con adición de DMF presenta todavía problemas que no han sido resueltos (5) tales como:

- Separación y regeneración de la mezcla PER-DMF.
- Aumento del coste por adición de la DMF.
- Acción de la DMF sobre la fibra.
- Mayor peligro de explosión por el empleo de la mezcla.

Uno de los métodos más recomendados por diferentes productoras de colorantes para la tintura de la poliamida con disolventes empleando diferentes clases de colorantes, es el que usa PER con adición de emulsionantes y dispersantes. El procedimiento de tintura consiste en elevar la temperatura a 110°C en 30 minutos y teñir a dicha temperatura durante 10 minutos; lavado posterior con PER adicionado de agua y alcohol, los cuales son necesarios para obtener buenas solideces. El aspecto más importante es la notable reducción de tiempo logrado, pues de 320 minutos empleados en el tratamiento completo de tejidos de poliamida texturado operando en el torniquete, se pasa a un tiempo de operación total de unos 80 minutos (22).

I.C.I. ha introducido un nuevo sistema para la tintura de la poliamida con colorantes ácidos mediante la emulsión de agua en PER por la adición de esteres orgánicos de ácido fosfórico y emulsionantes; la tintura se inicia a 40°C, elevando la temperatura a 75°C en 40 minutos y manteniendo los 75°C durante 15 minutos. El tiempo total de la tintura es de unos 70 minutos.

En general puede indicarse que el tacto de la poliamida teñida con disolventes se hace más duro, por lo que es necesario el empleo de mayores cantidades de suavizante que en la tintura en medio acuoso.

## **Poliéster**

La tintura de la fibra de poliéster con colorantes dispersos en soluciones de PER presenta características bastante diferentes en relación a la obtenida en medio acuoso; entre las más importantes tenemos:

a) Dada la mayor solubilidad de los colorantes dispersos en PER, los coeficientes de reparto  $D_r/D_s$  (colorante fibra/colorante solución) son menores que los obtenidos en solución acuosa; de ello se deriva un menor agotamiento de las tinturas, que influye notablemente en su coste. Se necesita pues la preparación de colorantes de dispersión especiales a fin de incrementar la afinidad por la fibra de poliéster en solución de PER.

b) La velocidad de tintura es muy elevada, con lo que se llega rápidamente al estado de equilibrio, reduciéndose considerablemente los tiempos de tintura.

c) Los oligómeros son completamente solubilizados de PER, con lo que se eliminan todos los inconvenientes que se producen en los procesos posteriores por la presencia de dichas sustancias.

Para efectuar la tintura se procede del modo siguiente: una vez preparada la dispersión del colorante en PER e introducida la fibra, se calienta la solución en 10 minutos a 121°C y se mantiene a dicha temperatura 30 minutos; posteriormente se centrifuga, se efectúa un primer lavado de 5 minutos con PER

limpio a 80°C, centrifugado, segundo lavado con PER a 60°C, centrifugado, tercer lavado con PER frío y eventual apresto, centrifugado y secado. Este conjunto de operaciones se efectúa sin interrupción en las máquinas de tambores giratorios; el ciclo completo dura unos 80 minutos, reduciéndose el tiempo de operación en relación a los tratamientos acuosos a 1/4 parte. Las solideces obtenidas son muy buenas, pero para ello no se deben de omitir los lavados posteriores con PER.

Uno de los problemas que presenta esta tintura es la retención por la fibra de un 5-6 % de PER después del secado; para su eliminación es necesario tratarla con aire caliente a la temperatura de 123°C o someterla a un vaporizado y a un secado bajo vacío.

## **Poliacrilonitrilo**

Bayer y Geigy recomiendan la tintura del PAC con el sistema de emulsión agua/PER, emulsionando de 4-8 % de agua con la ayuda de emulgentes apropiados; dado que esta mezcla tiene una temperatura de ebullición de 87°C, se necesita operar con 1,5 kg/cm.<sup>2</sup> de presión para poder teñir a 100-105°C, lo que no es posible efectuar con las máquinas de tambor giratorio.

### **3.4. Procedimientos continuos**

#### **3.4.1 Situación general**

Los procedimientos continuos de la tintura con disolventes parecen ser especialmente interesantes para solucionar ciertas dificultades encontradas en la tintura continua en medio acuoso, las cuales no han podido ser resueltas a causa de la baja humectabilidad en agua de las fibras sintéticas. Entre estos problemas cabe citar: tintura de tejidos de poliamida y poliéster de textura muy compacta a elevadas intensidades y con adecuadas solideces, tintura de tejidos de raso de rayón acetato, tintura de alfombras de polipropileno no modificado, etc. Por otra parte, mediante este sistema de tintura es posible obtener un mejoramiento en el rendimiento de los colorantes dispersos en la tintura de las mezclas poliéster-algodón, efectuar la tintura de la lana a la continua a baja temperatura, etc.

Todo este conjunto de nuevas posibilidades reside en el hecho de la superior humectabilidad de las fibras hidrofóbicas en el disolvente orgánico, en relación a la que presentan por el agua; esta característica, común a todos los disolventes de tipo orgánico, permite una superior capacidad de transporte de colorante sobre la superficie de la fibra durante la impregnación y facilita un reparto más uniforme e íntimo del colorante a través de la textura del tejido, con lo que se logra la tintura a la continua de texturas muy consistentes, por ejemplo cinturones de seguridad de poliéster y tejidos de nylon para anoraks, y al mismo tiempo se obtienen unas elevadas solideces a fuertes intensidades. Además, la mayor humectabilidad permite velocidades de impregnación más elevadas, que unidas a la mayor velocidad de secado facilitan la consecución de grandes producciones con máquinas de dimensiones más reducidas que cuando se trabaja en medio acuoso.

Análogamente a cuando se opera con soluciones acuosas, el proceso consta de varias etapas; fulardado, secado, fijado y lavado. La fijación puede efectuarse de varias formas: calor seco, vapor de agua, vapor de disolvente saturado y vapor de disolvente recalentado.

El colorante se puede aplicar disuelto, disperso o emulsionado. Si el colorante se disuelve completamente en el disolvente, se producen migraciones durante

el secado por lo que es necesario el empleo de inhibidores de migración tales como la etilcelulosa, soluble en PER, o el empleo de espesantes de emulsión. Se puede mejorar la solubilidad de los colorantes en PER por la adición de dimetilformamida, dimetilsulfóxido, dimetilacetamida y hexametiltriámida del ácido fosfórico; sin embargo, la adición de estos productos lleva consigo una serie de problemas en la recuperación del disolvente y aumenta el riesgo de las explosiones. Sandoz recomienda la técnica de emulsión, consistente en dispersar el colorante en agua y emulsionar esta dispersión en el disolvente mediante Imerol DCA.

Existen varios criterios para efectuar la fijación del colorante, pues mientras Ciba y Geigy recomiendan la fijación con calor seco, contacto y aire caliente respectivamente, ICI es partidaria del empleo de vapor de disolvente saturado y Dow y Sandoz emplean vapor de disolvente recalentado. Sandoz ha empleado con éxito el vapor recalentado del PER para la aplicación de colorantes Foron sobre poliéster, Nylosan sobre poliamida y Sandocryl sobre poliácridonitrilo.

En relación al lavado posterior de las tinturas para mejoramiento de las solidez, poco se puede decir acerca de ello, ya que no han sido efectuados estudios que permitan aconsejar un sistema determinado; la mejor solución reside en obtener una completa fijación del colorante, tal como la lograda por Geigy y Sandoz (16).

### 3.4.2. Maquinaria

El conjunto de máquinas necesarias para la tintura a la continua se encuentra, en general, en estudio por diferentes firmas constructoras sin que, de momento, existan realizaciones definitivamente implantadas y en operación. Dentro de esta situación se encuentra la maquinaria diseñada por F. Smith & Co. Ltd. G. B., Dow Chemical Co., U.S.A., Rotracote Ltd., G. B., Feissner G.M.B.H. A.

El conjunto fabricado por Böhler & Weler K. G. A. conocido como Böwe C 1.600, es el único actualmente en marcha industrialmente. En la figura 7 puede apreciarse una ilustración de esta máquina.

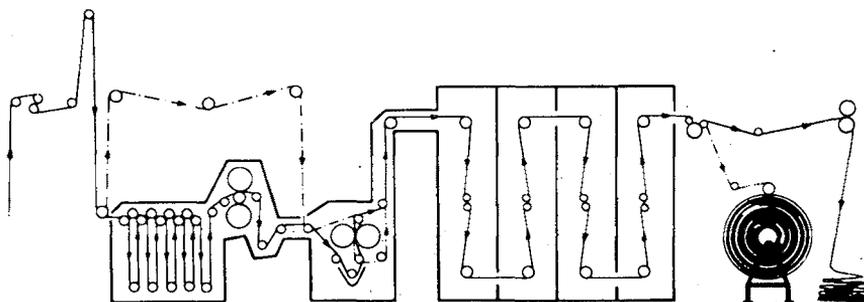


Fig. 7. Máquina Böwe C 1500 para la tintura a la continua con disolvente.

### 3.4.3. Procesos Lana

La tintura a la continua y con disolventes de la fibra de lana ha sido estudiada por el CSIRO de Australia como una solución adecuada para la tintura a la continua del peinado de lana. El procedimiento está fundamentado en los trabajos de Harrop (23) y Milligan (24), quienes comprobaron que la lana puesta en contacto con una solución de ácido fórmico concentrado experimenta un notable

cambio en su estructura física que facilita una rápida y uniforme absorción de los colorantes a bajas temperaturas. Como solución tintórea se emplea ácido fórmico al 75 %; la temperatura de fijación es de 60°C y el tiempo de 2 minutos. Bajo estas condiciones se pueden aplicar la mayoría de los colorantes batanables, algunos de complejo metálico 2:1. En la figura 8 se representa el esquema del prototipo para operar según este método (25).

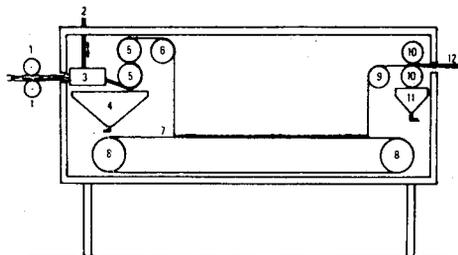


Fig. 8. Esquema del prototipo del CSIRO para tintura de la lana con ácido fórmico 75%.

- |                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Cilindros alimentadores           | 7. Telera transportadora   |
| 2. Suministro colorante en solución  | 8. Accionamiento telera    |
| 3. Rociadores de solución colorante  | 9. Cilindro guía           |
| 4. Recuperación de solución tintórea | 10. Cilindro escurrido     |
| 5. Cilindros extractores             | 11. Recuperación escurrido |
| 6. Cilindro guía                     | 12. Peinado de lana teñida |

La recuperación del ácido fórmico se efectúa lavando la lana teñida a contra-corriente y por destilación posterior de la mezcla en forma de un azeotropo que contiene 76,5 % de ácido fórmico. Después del lavado, la lana retiene un 5 % de ácido fórmico el cual es eliminado por jabonado en medio alcalino y aclarado con agua.

Dado el elevado coste de la instalación de recuperación del ácido fórmico, se necesitan grandes cantidades de lana para que la instalación sea competitiva en relación a la tintura por lotes; bajo las bases de una producción de unos 4.000 kgs. en jornada de 16 horas, el coste de fabricación es de unas 11 ptas/kg. de peinado, mientras que en la tintura por lotes resulta ser de unas 14 ptas/kg. de peinado.

### Diacetato de celulosa

La tintura de tejidos de raso de rayón diacetato ha sido efectuada con éxito por Geigy empleando la máquina Böwe C 1.600 (17). Previamente se efectuó una selección de colorantes dispersos solubles en PER y se adicionó a dicha solución un éter de poliglicol para mejorar la solidez al frote; después del fulardado y secado, se procedió a un termosolado a 180-190°C durante 1 minuto. Dada la limitada solubilidad de los colorantes en PER, sólo es posible la tintura hasta intensidades equivalentes a la mitad del tipo standard.

### Poliamida

La tintura a la continua de los tejidos de poliamida no ha podido ser resuelta satisfactoriamente operando en medio acuoso. Las experiencias efectuadas en laboratorio han demostrado la posibilidad de esta tintura con el empleo de colorantes reactivos de tipo disperso o con colorantes ácidos en emulsiones de agua-percloroetileno, aplicados por el procedimiento de fulardado, secado y fijado con

calor seco por contacto (Geigy) o con vapor recalentado del disolvente (Sandoz); se ha podido comprobar que la velocidad de fijación es ligeramente superior en el primer caso que en el segundo. La fijación conseguida es del orden del 100 % del colorante fulardado, por lo que no se requiere tratamiento de lavado posterior.

Ciba ha empleado el sistema Termosol en la tintura de tejidos de anorak de poliamida. El colorante disperso se disuelve en una mezcla de PER y hexametiltriamida del ácido fosfórico (9:1), fulardándose el tejido de nylon, secándose a 60°C y termosolándose a 200°C durante 1 minuto; posteriormente se efectúa un lavado en medio acuoso para mejorar las solidez, las cuales alcanzan elevados valores, obteniéndose unas tinturas muy brillantes, sin irregularidades en la superficie ni efectos de diferencia de color entre el haz y el envés del tejido.

### Poliéster

La tintura a la continua del poliéster en disolventes orgánicos es un problema que suscita gran interés, dado el gran volumen de producción alcanzado por esta fibra y los incrementos esperados para un próximo futuro; por otra parte, la naturaleza altamente hidrófoba de esta fibra y la elevada energía necesaria para introducir los colorantes a través de su compacta estructura, la clasifican como fibra idónea para ser teñida en disolventes orgánicos.

Como disolvente ha sido empleado, casi exclusivamente, el percloroetileno, hacia el cual presentan los actuales colorantes dispersos una baja solubilidad a baja temperatura y muy elevada a 121°C (punto ebullición del PER). Debido a ello, el sistema más aconsejable de aplicar los colorantes dispersos parece la emulsión del PER en la dispersión acuosa del colorante.

Ha podido ser comprobado (26) que para obtener un buen rendimiento de un colorante disperso sobre poliéster aplicado con disolventes orgánicos, es necesario el efectuar un secado antes de la fijación. Por ello, los métodos más aconsejables para llevar a término este proceso es efectuar el secado y la fijación simultáneamente, lo cual puede hacerse bien por calor seco o empleando vapor recalentado del disolvente. Desde el punto de vista de recuperación del disolvente, la última forma parece ser la más sencilla puesto que sólo es necesario la condensación y no la separación de la mezcla aire vapor. Se ha podido observar, además, que las tinturas secadas y fijadas en vapor recalentado del disolvente son más intensas que las obtenidas por el procedimiento Termosol. En la figura 9 puede apreciarse los diferentes valores de fijación según el método empleado en el caso del Azul Foron S-GBL.

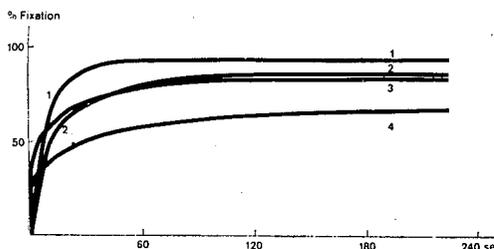


Fig. 9. Fijación Azul Foron S-GBL sobre tejido de poliéster 100 % y poliéster-algodón 67/33 por diferentes métodos de fijación.

1. POL en vapor recalentado de PER a 160°C.
2. POL/ALG en vapor recalentado de PER a 160°C.
3. POL con calor por contacto a 160°C.
4. POL/ALG con calor por contacto a 160°C.

Es evidente que empleando mayores temperaturas (200°C) en el método de aplicación del calor por contacto, se pueden obtener los mismos resultados de fijación, pero entonces el sistema no se puede aplicar a los artículos de poliéster texturado. Este conjunto de condiciones, constituyen la base del sistema Solvofix de Sandoz.

#### 4. APRESTO

La aplicación de los disolventes en el apresto textil es una técnica empleada desde hace años, si bien en sectores muy limitados, dado que la industria textil ha sido siempre bastante reacia a la adopción de los disolventes a causa de su mayor coste, peligrosidad y carencia de instalaciones adecuadas para su correcta aplicación. Sin embargo, el considerable aumento de las instalaciones de limpieza en seco y el volumen cada vez mayor de prendas operadas en estas instalaciones, ha hecho que vaya apareciendo la necesidad de suministrar determinados productos de apresto en disolventes orgánicos, hasta el extremo que sólo en 1969 se registraron 600 patentes sobre este tipo de preparaciones.

Las causas por las cuales puede ser preferible la aplicación de los aprestos en disolventes, se pueden resumir en las siguientes:

a) Mayor facilidad de preparación y estabilidad de gran número de compuestos que al ser solubles en disolventes y no ser solubles en agua, deben de presentarse en forma de emulsiones.

b) Superior penetración y uniformidad en la repartición del apresto sobre la fibra, sobre todo cuando se trata de fibras hidrofóbicas.

c) Incremento de la producción y reducción del coste de fabricación como resultado de la menor energía térmica empleada en la evaporación del disolvente.

d) Ampliación de la gama de productos para conseguir nuevos tipos de acabado.

Si bien el principal campo de aplicación se encuentra en el apresto de prendas, la existencia en el mercado de máquinas para la aplicación sobre tejidos de aprestos con disolventes tales como la Böwe C 1.600, amplía el campo de aplicación dentro de la industria de aprestos de tejidos. Limitaremos nuestra exposición a las posibilidades que se ofrecen hoy dentro del campo del acabado continuo de tejidos.

##### 4.1. Maquinaria

El conjunto de máquinas para poder efectuar el apresto continuo con disolventes consta esencialmente de: impregnación, secado con recuperación del disolvente y fijación del apresto.

La impregnación puede efectuarse por fulardado, pulverización y rasqueta, siendo más empleados los dos primeros sistemas. El secado se efectúa con aire caliente o por contacto con superficies metálicas y la fijación o condensación puede conseguirse con calor seco, vapor de agua o vapor del disolvente.

Realizaciones prácticas de estas líneas de apresto es la conocida Böwe C 1.600, que no dispone de sección para la condensación, y la presentada por Dow Chemical Co. que consta de una sección de impregnación por pulverización y una de secado sobre cilindros metálicos equipada con la instalación de recuperación del disolvente; en ambas máquinas la condensación se efectúa posteriormente en un rame. Recientemente, el Shirley Institute ha desarrollado un prototipo para

la aplicación de resinas termofijantes y reactivas sobre tejidos de fibras celulósicas. En todas estas instalaciones la estanqueidad a los vapores del disolvente es condición esencial.

## 4.2. **Aprestos y procesos**

Empleando disolventes pueden obtenerse los siguientes tipos de aprestos y acabados:

### 4.2.1. **Apresto de carga permanente (27)**

Pueden lograrse por solubilización en disolventes clorados, PER o 1.1.1. tricoloroetano, de los polímeros de los derivados vinílicos, ésteres del ácido acrílico, estireno, uretanos alifáticos y diferentes tipos de resinas aminoplásticas o fenoplásticas. La película formada después de la evaporación del disolvente aumenta la resistencia a la rotura, al roce y al desgarrar de los tejidos aprestados, permitiendo la aplicación de los tratamientos de Sanforizado y calandrado.

### 4.2.2. **Suavizantes y abrillantadores (27)**

Los compuestos empleados en este tipo de aprestos son de origen natural o sintético, estando clasificados como ésteres de ácidos grasos, productos de condensación de amidas de ácidos grasos, alquilolaminas y sus ésteres aril alquílicos, etcétera. Su aplicación en disolventes facilita su penetración y uniforme distribución, si bien no puede conseguirse, a consecuencia de su composición química, una solidez a los efectos de lavado y limpieza en seco.

### 4.2.3. **Apresto antiestático (27, 28)**

Determinados compuestos antiestáticos son fácilmente aplicables en forma de emulsión en PER o en TRI; generalmente estos productos poseen carácter hidrofílico y son aplicados conjuntamente con suavizantes y aprestos de carga permanente. Su permanencia al lavado es análoga a la que se obtiene por aplicación en medio acuoso.

### 4.2.4. **Aprestos hidrófugos (27)**

Los compuestos empleados como agentes hidrófugos, tales como los ácidos grasos en presencia de catalizadores metálicos de tipo orgánico, las sustancias grasas modificadas con resinas de N-alquil-ureas y las siliconas, son solubles en PER o en TRI, pudiéndose aplicar como compuestos solubles en dichos disolventes en vez de hacerlo en forma de emulsión como es normal su empleo en el apresto mediante solución acuosa.

Las modificaciones producidas en el tacto de los artículos son más notorias que al operar con emulsiones acuosas, pudiéndose adicionar suavizantes y aprestos de carga sin que se perjudique la estabilidad de los baños de impregnación. Dadas las características de permeabilidad al aire impartidas con los aprestos hidrófugos en disolventes, se considera que en el futuro los impermeables y abrigos, tanto de lana como de fibras sintéticas serán acabados por este sistema.

La calidad de la hidrofugación conseguida puede apreciarse en la Tabla V (27) cuyos datos son evidentes por sí mismos.

**TABLA V**

**Resultados de acabados hidrófugos a base de compuestos de parafina o silicona aplicados en disolventes orgánicos y con agua**

	Compuestos de parafina			Compuestos de silicona			
	Acabados con cantidades análogas a las empleadas en la práctica	10 min. tratam. (DIN 53888) % Absorción de agua	Nota de perlado	Tipo de tratamiento	10 min. tratam. (DIN 53888) % Absorción de agua	Nota de perlado	Tipo de tratamiento
<b>Algodón Popelin imperm.</b>							
a) Acabado disolvente	12	4	3	100 % Impreg. sin condens.	8	4	100 % Impreg. sin condens.
b) Acabado acuoso + Resina	15	3	3	65 % Impreg. 3 min. 140°C condens.	10	4	65 % Impreg. 5 min. 150°C condens.
<b>Lana Gabardina</b>							
a) Acabado disolvente	15	3	3	130 % Impreg. sin condens. Acabado norm.	12	4	130 % Impreg. sin condens. Acabado norm.
b) Acabado acuoso	17	2	2	90 % Impreg. sin condens. Acabado norm.	15	4	90 % Impreg. 5 min. 140°C condens. Acabado norm.
<b>Poliamida Anorak - Tafetan</b>							
a) Acabado disolvente	7	4	4	70 % Impreg. sin condens.	4	4	70 % Impreg. sin condens.
b) Acabado acuoso	12	3	3	40 % Impreg. sin condens.	7	4	40 % Impreg. 5 min. 140°C condens.

#### 4.2.5. **Aprestos oleófilos e hidrófilos**

La mayoría de los productos normalmente empleados para obtener estos acabados son insolubles en agua, de aquí que sea ventajosa su aplicación disueltos en PER o en TRI, en los cuales presentan mejor estabilidad. Estos compuestos, cuyo mejor representante son las resinas de fluorocarbono, forman un polímero orientado sobre la superficie de la fibra, recubriéndola con una película repelente al agua y a las sustancias grasas.

Si se comparan los resultados obtenidos con los aprestos aplicados en solución acuosa y en disolventes, se encuentra que la repelencia a las sustancias grasas es muy similar mientras que la repelencia al agua es mayor en el caso de aplicación en disolventes. La aplicación en medio acuoso hace necesaria la condensación después del secado, mientras que ésta es sólo necesaria en el caso de fibras celulósicas en la aplicación de disolventes. Se emplea este tipo de aplicación para artículos de tapicería, corbatas y algunos tipos de artículos para confección a base de lana, acetato, fibrana y fibras sintéticas.

#### 4.2.6. **Aprestos inarrugables y de fácil cuidado sobre fibras celulósicas o su mezcla con sintéticas**

Dentro de los estudios efectuados en este sector, merecen especial mención los desarrollados conjuntamente entre el Shirley Institute ICI Mon Division.

Dos métodos de aplicación han sido desarrollados:

— Aplicación de resinas en disolvente puro y condensación por vaporizado en vapor de agua.

— Aplicación de resinas en emulsión de agua en disolvente y condensación en vapor de disolvente.

Mediante metilación de la metilamina, metilolurea y resinas reactivas se consigue que estos compuestos sean solubles en PER o en TRI. Como catalizadores se emplean ácido mono o tricloroacético, cloruro de parasulfotolueno, Velan PF (ICI), etc. La condensación de la resina por aire caliente dio resultados poco satisfactorios, habiéndose conseguido buenos resultados efectuando la condensación en vapor de agua, en un vaporizado donde el tejido y el vapor marchan a contracorriente.

En el segundo sistema se emplean los tipos usuales de resinas y catalizadores usados en medio acuoso, los cuales son emulsionados en PER o TRI. El tejido se fularda en dicha emulsión y la condensación puede efectuarse con aire caliente o en atmósfera de disolvente (tricloroetileno a 87°C), obteniéndose en ambos casos buenos resultados.

El efecto obtenido depende del % de agua que transporta el tejido después de la impregnación, habiéndose determinado que el máximo ángulo inarrugable se obtiene para un contenido de agua comprendido entre el 10 % y 30 % sobre peso fibra de algodón; a mayores contenidos de agua la inarrugabilidad disminuye, sucediendo lo mismo con la resistencia a la tracción.

Sobre fibra de celulosa se pueden conseguir resultados ligeramente superiores en desarrugabilidad, tacto, fácil cuidado y resistencia al roce que cuando se emplea el sistema en solución acuosa de las resinas. En artículos de poliéster-algodón los resultados son prácticamente iguales.

Como puede apreciarse, los resultados conseguidos en este campo de aplicación no son superiores a los que se obtienen por los procedimientos en medio acuoso, pero los disolventes abren nuevas posibilidades a la aplicación de otros

compuestos formadores de polímeros elásticos en el interior de las microfibrillas de las fibras de algodón, los cuales pueden representar otro tipo de solución al problema de la desarrugabilidad de las fibras celulósicas.

#### 4.2.7. Aprestos para lana inencogible

La obtención de artículos de lana inencogible al lavado en máquina es posible efectuarla por la aplicación en medio acuoso de emulsiones de sustancias capaces de reaccionar sobre la fibra y con ésta, formando un polímero que la recubre total o parcialmente. Dichas sustancias, precondensados de poliamidas, poliureas, poliuretanos, etc. son solubles en disolventes orgánicos y pueden aplicarse en forma de solución, dando lugar a una delgada película de un polímero que a la vez que recubre la fibra, está unido a ella por enlaces covalentes entre los grupos reactivos de ambas sustancias. Este tipo de compuestos está siendo desarrollado por varias firmas simultáneamente, tales como Ciba, Du Pont, Pfersee, Bayer, considerándose como el mejor sistema para obtener la máxima inencogibilidad sobre artículos de lana. Su campo de aplicación está centrado en la obtención de prendas de lana inencogibles en las máquinas de tambor rotatorio, habiéndose efectuado ensayos simultáneos de tintura y acabado inencogible en disolventes con resultados esperanzadores; este tipo de acabado está siendo promocionado por el Secretariado Internacional de la Lana.

### 5. RESUMEN

En este breve resumen efectuado sobre la actual situación de la aplicación de los disolventes orgánicos a los procesos de ennoblecimiento de las fibras textiles, es fácil indicar que tanto en el campo de los tratamientos de limpieza previos a la tintura como en el de los acabados, la aplicación de los disolventes es un proceso ya establecido y con instalaciones industriales en funcionamiento, susceptibles de ser mejoradas, pero donde se puede decir que se está entrando en la segunda fase de su aplicación, es decir, en la fase de perfeccionamiento y expansión, la cual vendrá condicionada por la rentabilidad de los nuevos sistemas, en la mayoría de los casos. En el sector de la tintorería se está todavía en los prolegómenos de la primera fase, pues no sólo faltan colorantes sino también instalaciones para el tratamiento tintóreo en partidas y por métodos continuos; la superación de esta etapa depende en gran medida, a mi modo de ver, de la postura que adopten los constructores de maquinaria y ésta sólo será positiva si previamente las firmas productoras de colorantes establecen las bases adecuadas, no sólo en la posibilidad de efectuar la tintura y la manera de realizarla, sino además un estudio económico concienzudo que permita conocer, aparte del capítulo de amortización, las ventajas económicas que el sistema en disolventes orgánicos pueda tener sobre el sistema actual en medio acuoso. De lo contrario, creo que la aplicación de este sistema de tintura quedará circunscrito a sectores muy específicos que por su volumen de producción tal vez no, sean muy atractivos.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) Patente británica N.º 22540 (1896).
- (2) Siegrist G. Teintex, N.º 8, agosto 1969.
- (3) Textiles Industries, 291, octubre 1966.
- (4) Serese C. E., Conferencia Inst. Quim. de Sarriá, 1969.
- (5) Telegdy y Beutel, Textilveredlung, 4, 799, 1969.

- (6) Hildebrand, 1er. Shirley International Seminar on Solvent, Manchester, octubre 1969.
- (7) Wachter-Chemie, Patente Alemana - 1.275, 531 - 1965.
- (8) Dynamit Nobel, Patente Alemana - 1.293, 732 - 1963.
- (9) Pittsburgh Plate Glass, Patente Alemana - 1.285, 991 - 1962.
- (10) Gutmann, *Chimia*, 23, 285 - 1969.
- (11) Anónimo, *Wool Science Review*, 33, 18, 1967.
- (12) Norman H. *Angew Chem.* 79, 1029, 1967.
- (13) Anónimo, *Wool Science Review*, 23, 40, 1963.
- (14) Anónimo, *Wool Science Review*, 36, 38, 1969.
- (15) I.C.I. Mejor descrudado de textiles con tricloroetileno.
- (16) Brunnschweiler E., *Textilveredlung* 5, 757, 1970.
- (17) Siegrist G., *Teintex* N.º 8, 1969.
- (18) Mecheels J., *Textilveredlung* N.º 10, 1969.
- (19) Peters L., Estevens C. B., *J. Society Dyers Colourists*, 73, 23 1957.
- (20) Hirsbrunner H. R., *Deutsches Wollforschungsinstitut* 22, 1967.
- (21) Milicevic B., *Textilveredlung* N.º 4, 213, 1969.
- (22) Sieber J. H., *Textilveredlung* N.º 10, 19, 1969.
- (23) Harrop, *Journal Soc. Dyers Colourists*, 75, 106, 1959.
- (24) Miligan, *Journal Soc. Dyers Colourists*. 77, 106, 1961.
- (25) Wilson B. W., *Journal Soc. Dyers Colourists*. 86, 122, 1970.
- (26) Capponi M., *Separata Sandoz Colour Chemicals*, Hanover, New Jersey.
- (27) Kurz E., *Textilveredlung*, 4, 773, 1969.
- (28) Fielduig, 1er. Seminario Internacional Shirley sobre procesos textiles con disolventes, Manchester, octubre 1969.