

E3.1.b INFORME SOBRE MATERIALES Y MÉTODOS DE UNIÓN

Responsable: INESCOP
Contribución: AITEX y AIDIMME

Funcionalización de estructuras textiles

FUNTEXCAL II

adhesivadas para los sectores textil, calzado y mueble

FECHA 23 /06/ 2016

CONTENIDO

Este informe incluye una descripción de los materiales representativos de las industrias calzado, textil y mueble que son susceptibles de ser unidos mediante adhesivos hot melt de poliuretano reactivo (HMPUR).

Asimismo, contiene una descripción de los adhesivos comúnmente utilizados en el sector calzado/textil/mueble y sus tratamientos superficiales. Por último, se expone el método de unión empleado en la industria del calzado, sus etapas, variables a tener en cuenta, etc. y también los principalmente empleados en textil y mueble.

Nivel de difusión: PÚBLICO (PU)

Documento preparado por

Elena Orgilés - INESCOP
Oscar Calvo – AITEX
Rosa M^a Pérez - AIDIMME

TABLA DE CONTENIDOS

1. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL ENTREGABLE	3
2. MATERIALES EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO	4
3. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO	5
3.1. Descripción de los sistemas adhesivos	5
3.2. Tratamientos superficiales en calzado para favorecer la adhesión.....	7
4. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO	8
5. MATERIALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL.....	10
5.1. Laminados con espumas	10
5.2. Laminados con membranas	11
6. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL.....	14
6.1. Descripción de los sistemas adhesivos	14
6.2. Tratamientos superficiales en textil para favorecer la adhesión.....	18
7. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL.....	21
8. MATERIALES EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y DECORACIÓN	27
9. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y ELEMENTOS DE DECORACIÓN	28
9.1. Descripción de los sistemas adhesivos	28
9.2. Tratamientos superficiales en mobiliario y elementos de decoración para favorecer la adhesión	38
10. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y ELEMENTOS DE DECORACIÓN	41
11. CONCLUSIONES.....	43

1. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL ENTREGABLE

Este informe incluye una descripción de los materiales representativos de las industrias calzado, textil, mueble y decoración que son susceptibles de ser unidos mediante adhesivos hot melt de poliuretano reactivo (HMPUR), tales como materiales de corte, de piso, plantillas, espumas, membranas/films, etc.

Asimismo, se muestra una revisión sobre la función de los adhesivos o soportes adhesivos en las industrias del calzado, del textil, del mueble y decoración, tipos de materiales adhesivos, tratamientos superficiales requeridos, etapas en la fabricación de calzado que requieren el uso de adhesivos, ejemplos de materiales textiles multicapa adhesivados, etc.

Por último, se expone el método de unión empleado en la industria del calzado, sus etapas, variables a tener en cuenta, etc., las principales tecnologías de laminación textil que emplean adhesivos hotmelt en diferente formato y de diferente naturaleza, así como los procesos de fabricación de elementos de tapicería en los que estos adhesivos podrían ser de aplicación.

2. MATERIALES EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO

El siguiente esquema resume los materiales representativos de la industria del calzado que son susceptibles de ser unidos mediante adhesivos:

- Material de PISO: { TR (caucho termoplástico) PVC
 Goma (caucho vulcanizado)
 PU EVA cuero
- Material de CORTE: { piel natural (vacuno, ovino, bovino, caprino, porcino)
 sintético textil
- Material de PLANTILLA: { PU EVA PE PVC
 caucho vulcanizado



Figura 1. Materiales empleados para la fabricación de calzado: cortes, pisos, plantillas, etc.

3. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO

3.1. Descripción de los sistemas adhesivos

Los adhesivos desempeñan una función importante en diversos sectores industriales tales como el automóvil, el mueble, el calzado, etc., gracias a sus particulares características y múltiples aplicaciones. Concretamente en el sector del calzado, el adhesivo es uno de los componentes más importantes en la mecanización del proceso de fabricación de un zapato, ya que sin adhesivo, se debería recurrir al cosido para la unión de piezas, lo que implica un proceso esencialmente manual y difícil de compatibilizar con la fabricación en serie, especialmente en el calzado de moda. La fabricación de calzado es básicamente un proceso de transformación, de ensamblado de varios componentes, y son varias las etapas en las que se emplean adhesivos, siendo la unión del corte al piso donde los adhesivos de poliuretano juegan un papel fundamental (Figura 2).



Figura 2. Unión corte-piso en calzado.

Los adhesivos de poliuretano en base disolvente orgánico empezaron a utilizarse en la industria del calzado a mediados de los años 60, sustituyendo a los adhesivos de policloropreno en la unión corte-piso, ya que éstos presentaban una escasa adhesión frente a los nuevos materiales para pisos, introducidos por el propio desarrollo de estos componentes y por la evolución de la moda (PVC, materiales espumados, poliuretano, caucho termoplástico, caucho nitrílico, etc.).

Los adhesivos de poliuretano en base disolvente orgánico consiguieron dar una respuesta satisfactoria a las necesidades de la industria del calzado, tanto en su proceso de fabricación como en los requerimientos del producto, por su versatilidad, por la adecuación de la pegajosidad inicial y los tiempos de secado a las necesidades del proceso, así como por la resistencia conferida a las uniones adhesivas. Sin embargo, a pesar de los beneficios técnicos que aportan, estos adhesivos contienen en su formulación, además del polímero base y los aditivos, disolventes orgánicos. El empleo de estos disolventes implica diversos riesgos para la salud de los trabajadores, si no se emplean en condiciones adecuadas.

En la industria del calzado, la operación de pegado del piso al corte es una de las más importantes y más críticas en lo que se refiere a la exigencia de la unión, influyendo notablemente en la calidad del producto final. Los adhesivos utilizados en esta operación deben cumplir diversos requisitos, tales como, versatilidad, por la amplia diversidad actual de materiales empleados en la fabricación de calzado; alta velocidad de cristalización y alta cohesión inicial, con el fin de que el zapato no se despegue al salir de la prensa y pueda reutilizarse la misma horma en el menor tiempo posible; y por último, los adhesivos deben presentar una viscosidad adecuada, para facilitar su aplicación.

En este sentido, los adhesivos más utilizados en la industria del calzado para la unión corte-piso son los adhesivos de poliuretano y policloropreno en base disolvente orgánico. Por otro lado, los adhesivos en base acuosa implican diversas ventajas medioambientales y mejoras en las condiciones laborales, constituyendo una alternativa a los adhesivos en base disolvente. En tercer lugar, los adhesivos hot melt, proporcionan una ventaja fundamental: su rápido procesamiento; sin embargo, no son habitualmente utilizados en el sector del calzado para la unión corte-piso, principalmente por su dificultad a la hora de ser aplicados.

A diferencia de los adhesivos en base agua o base disolvente, los hot melt no necesitan secado. La adhesión comienza inmediatamente después de su aplicación, a medida que enfrían hasta su punto de solidificación. Por tanto, el uso de adhesivos hot melt en la industria del calzado constituye una gran ventaja. Además de que no precisa de tiempos de secado, se aplica a una sola cara, cuenta con una amplia versatilidad de adhesión a gran variedad de sustratos y son monocomponentes, es decir, no necesita reticulante para la obtención de uniones fuertes y duraderas. Adicionalmente, la robotización del proceso de aplicación de adhesivos hot melt implica un ahorro en tiempo y costes para la industria del calzado.



Figura 3. Adhesivos empleados en la industria del calzado: base disolvente, acuosa y hot melt.

3.2. Tratamientos superficiales en calzado para favorecer la adhesión

Previo a la aplicación del adhesivo, es necesario aplicar un tratamiento superficial a los materiales con diversos objetivos, por ejemplo:

- Adecuación de las superficies de los materiales para mejorar su compatibilidad química con los adhesivos.
- Eliminar posibles plastificantes/contaminantes de la superficie que impedirían una correcta adhesión entre materiales.
- Eliminar la capa superficial más externa, generando cierta topografía superficial y aumentando así la superficie de contacto.
- Mejorar la resistencia y durabilidad del adhesivo.
- Prevenir posibles futuras migraciones de sustancias antiadherentes en la formulación de los sustratos.

Los tratamientos superficiales no son siempre imprescindibles. Sin embargo su aplicación permite optimizar la adhesión y, cuando menos, reproducir las características de la adhesión en grandes cadenas productivas preservando los niveles de calidad diseñados. Los más utilizados industrialmente en el sector calzado son los siguientes:

- Limpieza superficial con disolventes
- Tratamientos abrasivos: lijado, cardado, etc.
- Tratamientos químicos: halogenación química.
- Imprimaciones

Otros tratamientos superficiales sostenibles y eficientes pero apenas utilizados en la industria del calzado son:

- Tratamientos de llama
- Tratamiento mediante plasma de baja presión
- Descarga en corona

Resumiendo, los adhesivos y tratamientos superficiales más utilizados en la industria del calzado, por etapas, son los siguientes:

Tratamientos superficiales:	<input checked="" type="checkbox"/> disolventes	<input checked="" type="checkbox"/> lijado
	<input checked="" type="checkbox"/> imprimación	<input checked="" type="checkbox"/> halogenación
Etapas de APARADO:	<input checked="" type="checkbox"/> base disolvente	<input checked="" type="checkbox"/> base acuosa
Etapas de MONTADO:	<input checked="" type="checkbox"/> hot melt	<input checked="" type="checkbox"/> contacto
Etapas de unión CORTE/PISO:	<input checked="" type="checkbox"/> base disolvente	<input checked="" type="checkbox"/> base acuosa
	<input checked="" type="checkbox"/> poliuretano	<input checked="" type="checkbox"/> policloropreno
	<input checked="" type="checkbox"/> hot melt (OBJETIVO DE FUNTEXCAL)	

4. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO

Al tratarse de un sector tradicional y manufacturero, el método de unión de materiales para la fabricación de calzado está basado en una amplia experiencia previa. Gracias a la larga trayectoria científica en el campo de la adhesión de INESCOP, los métodos de unión de las diferentes etapas están optimizados. Por otro lado, la adhesión y los adhesivos en estos sectores, son siempre susceptibles de desarrollar mejoras tecnológicas relacionadas con el medio ambiente, seguridad, confort y salud.

El proceso de unión de materiales para corte-piso en la industria del calzado mediante adhesivos de poliuretano convencionales, consta de las siguientes etapas básicas:

- Tratamiento superficial
- Aplicación de adhesivo
- Secado
- Reactivación
- Unión de materiales
- Presión
- Unión adhesiva

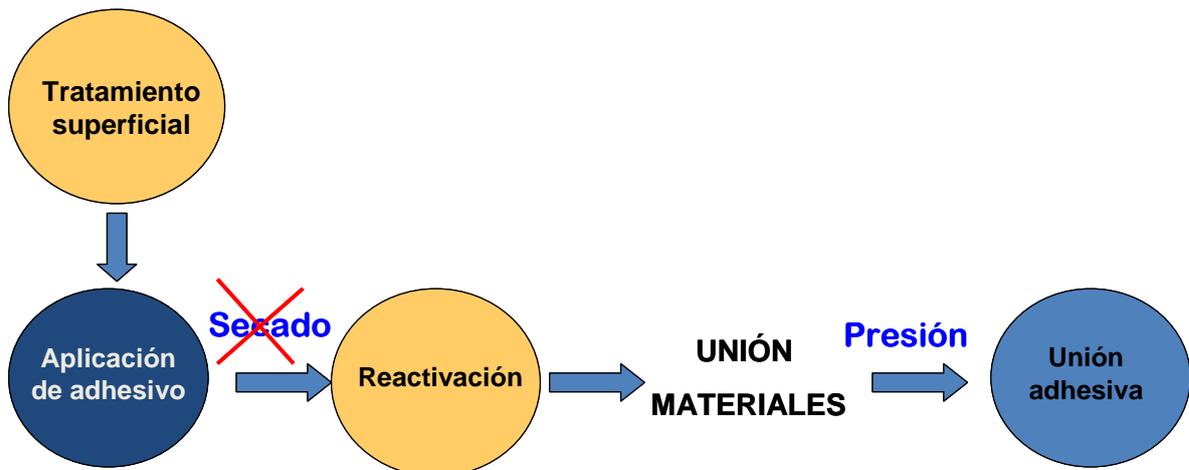


Figura 4. Etapas del método de unión de materiales para la fabricación de calzado.

En el caso de los adhesivos hot melt, proporcionan una ventaja fundamental: su rápido procesamiento. A diferencia de los adhesivos en base agua o base disolvente, los hot melt no necesitan secado. La adhesión comienza inmediatamente después de su aplicación, a medida que enfrían hasta su punto de solidificación. Por tanto, el uso de adhesivos hot melt en la industria del calzado constituye una gran ventaja. Además de que no precisa de tiempos de secado, se aplica a una sola cara, cuenta con una amplia versatilidad de adhesión a gran variedad de sustratos y son monocomponentes, es decir, no necesita reticulante para la obtención de uniones fuertes y duraderas. Adicionalmente, la robotización del proceso de aplicación de adhesivos hot melt implica un ahorro en tiempo y costes para la industria del calzado.

Respecto al método de unión de materiales para la fabricación de calzado con adhesivos hot melt es necesario tener en cuenta la previa optimización de algunos parámetros para obtener unos resultados adecuados, que cumplan con los requisitos de calidad establecidos. Concretamente, hay que prestar especial atención a los siguientes aspectos:

- Sistema de aplicación. Los adhesivos convencionales, en base disolvente, se aplican mediante brocha; los acuosos, con brocha, pistola o rodillo. En el caso de los hot melt, su aplicación se puede realizar mediante pistola con depósito y mangueras calefactadas o rodillo calefactado, por la necesidad de fundir el adhesivo previo a su aplicación.
- Cantidad de adhesivo. Además de afectar al precio final de la unión, una mayor cantidad de adhesivo podría afectar a la velocidad de curado, por ello es importante considerar su optimización.
- Temperatura de reactivación. La fluidez del adhesivo depende de la temperatura, por lo que se consideró analizar la necesidad de reactivación y establecer, en su caso, la temperatura óptima.
- Efecto de la Humedad Relativa en el curado. La velocidad del curado de los adhesivos depende notablemente de la humedad ambiental, por lo que se analizó la influencia de las condiciones de humedad elevada (25°C y 80% HR).
- Naturaleza de los materiales de piso. La versatilidad de los adhesivos es otro factor importante a tener en cuenta por lo que se emplearon varios materiales de piso de referencia.
- Tipo de adhesivo. Se varió el adhesivo utilizando uno de características similares pero que contiene menos del 0,1 % en monómero de isocianato y por tanto reduce sus emisiones hasta en un 90% (microEmisión).



Figura 5. Adhesivos hot melt en granza, cartuchos y pistola de aplicación.

5. MATERIALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL

Además de diferentes clases y formatos de materiales puramente textiles (tejidos de calada, género de punto, no tejidos) de diferente composición, incluyendo fibras técnicas tales como aramidas, polipropileno, etc... 2 grandes familias de materiales pueden emplearse también para desarrollar estructuras multicapa adhesivadas:

- Las espumas poliméricas.
- Las membranas y films poliméricos.

5.1. Laminados con espumas

Se consigue así un material final compuesto de dos capas, obtenidas por unión de una lámina, textil o film -por una parte- y una espuma polimérica -por otra-. La espuma confiere propiedades de aislamiento, tacto suave (confort) y el substrato proporciona un efecto barrera que mejora notablemente la resistencia frente a agentes externos.

Este tipo de laminados encuentra importantes aplicaciones en el sector automoción.

Los laminados con espumas pueden conseguirse mediante el uso de adhesivos o mediante el proceso de foamizado a la llama (sin adhesivos). El proceso de foamizado a la llama tiene unas características peculiares y ciertas restricciones medioambientales (en cuanto a emisiones contaminantes y de reciclabilidad), las cuales serán descritas más adelante.

Suelen emplearse dos tipos principales de espumas en estos laminados base hotmelt también de uso textil: espumas de poliuretano y espumas poliolefínicas:

- Por una parte, las **espumas de poliuretano** están disponibles en diferentes calidades en cuanto a densidades, propiedades retardantes a la llama, porosidad, etc. La aplicación más utilizada es la automoción, donde se emplean espumas de espesores entre 2 y 10 mm o incluso más, laminado por una cara a un tejido de calada y por la otra a un tejido de punto, obteniéndose un trilaminado suave al tacto y que no se pliega.

La espuma de PUR puede ser de poliéster-uretano o de poliéter-uretano. La primera se lamina con más facilidad por la técnica a la llama pero tiene una resistencia a la hidrólisis limitada. La de poliéter-uretano no modificada no puede laminarse a la llama. Debido a las consideraciones medioambientales, (humos tóxicos, necesidad de extracción), se están buscando alternativas para la espuma de PUR laminada a la llama.

- Las **espumas de poliolefinas** (espumas de PE y PP) ofrecen por su parte una excelente resistencia a los aceites, microbios, disolventes y productos químicos. Las poliolefinas ofrecen ventajas frente a los PUR, ya que tienen mejor resistencia química y no produce fogging, aunque la adhesión requiere de cuidados especiales dada la naturaleza inerte de las mismas. La laminación a la llama con ellas es posible, siendo más limpio que el PUR.

Si bien estas espumas pueden adherirse a otros materiales mediante adhesivos hotmelt -y de otra naturaleza- se sigue manteniendo el proceso tradicional de unión de espumas mediante foamizado a la llama (sin adhesivos) aunque cada vez menos por su carácter contaminante y poco ecológico.

5.2. Laminados con membranas

Unos materiales que muy habitualmente se laminan junto con los substratos textiles suelen ser materiales poliméricos en forma de films o membranas. Suelen tener carácter microporoso o hidrófilo y vienen empleándose de forma habitual desde mediados de los años 70. Sus características y propiedades se detallan a continuación.

- Láminas y membranas microporosas. En ellas la impermeabilidad/transpirabilidad al agua/vapor de agua es debida a la baja tensión superficial de la lámina y al pequeño tamaño de los poros de la misma (inferior al tamaño de las gotas de agua pero superior al de las moléculas de vapor). Gore-Tex™ fue la primera membrana comercializada de este tipo.

Fue desarrollada en 1976 por W. Gore y consiste en un film de politetrafluoretileno expandido (PTFE-e) que contiene 1.400 millones de poros por cm². La naturaleza hidrófoba del PTFE y el pequeño tamaño de los poros impiden la penetración del agua, salvo a presiones muy elevadas. Estas membranas se contaminan debido a la suciedad (sudor, grasas de la piel, repelentes de insectos, detergentes...) lo cual reduce su permeabilidad al vapor de agua o transpirabilidad. Por esta razón las membranas suelen recubrirse con una capa de poliuretano hidrófilo para reducir los efectos de la contaminación. Las hay de diferentes materiales, siendo las más habituales de PTFE-e y de poliuretano (PU).

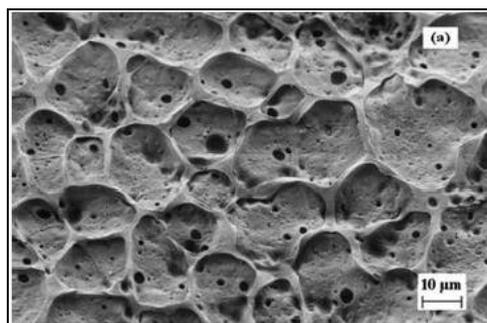


Figura 6. Fotografía SEM de la superficie de una membrana de poliuretano (PU) microporosa.

En el caso de las membranas microporosas, los agujeros son de tamaño muy inferior (2-3 µm) a las gotas de lluvia (100 µm) pero mucho más grandes que las moléculas de vapor (40x10⁻⁶ µm). En la figura se observa el funcionamiento de un tejido transpirable.

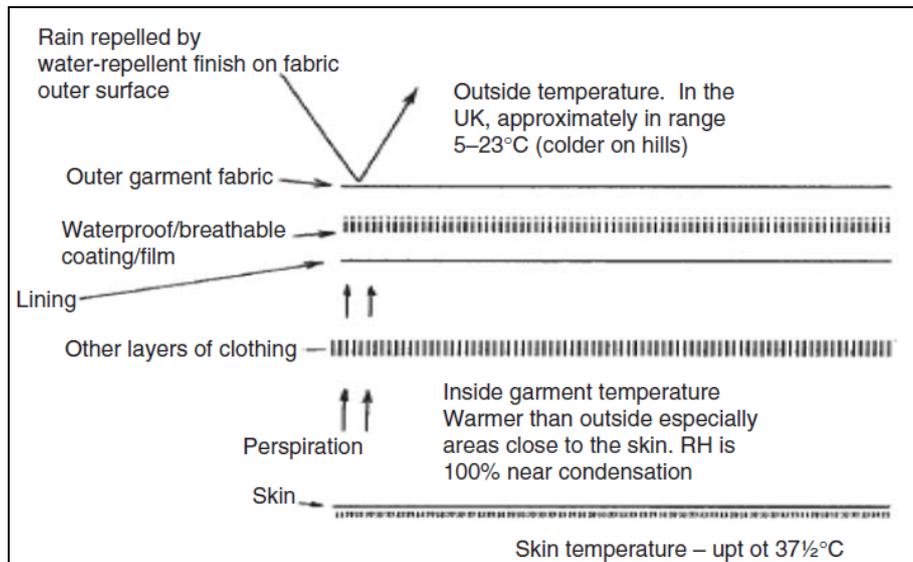


Figura 7. Gestión de la humedad en un tejido transpirable.

Los recubrimientos microporosos tienen una estructura similar a las membranas microporosas: contienen unos canales interconectados de tamaño muy reducido, inferior al tamaño de las gotas de lluvia pero superior al de las moléculas de vapor. En la siguiente figura se muestra la regulación del vapor a través de una membrana (a) y de un recubrimiento (b).

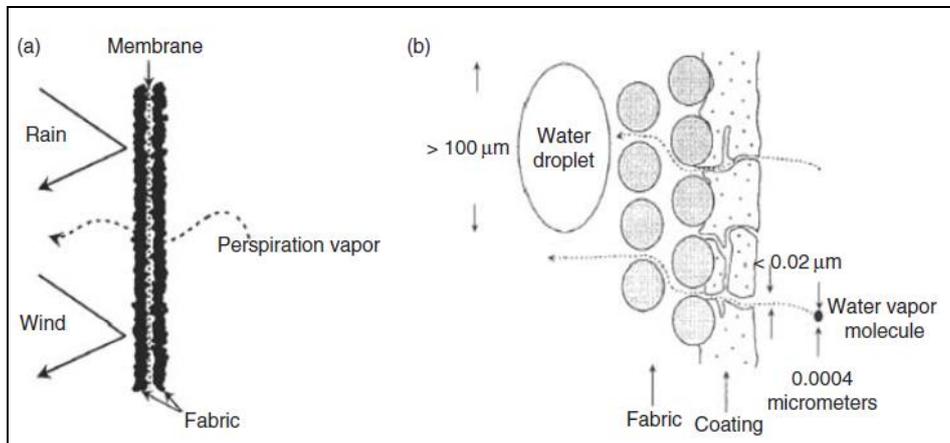


Figura 8. Gestión de la humedad y del vapor de agua a través de (a) una membrana microporosa y (b) un recubrimiento microporoso.

- Láminas y membranas hidrófilas. La impermeabilidad al agua se debe a la continuidad del film, y la permeabilidad al vapor de agua a un mecanismo molecular que implica adsorción/difusión y desorción del agua a través del producto. Estos films continuos, sin poros, suelen estar fabricados con poliéster o poliuretano modificados. Se incorpora a los polímeros un 40% en peso de polióxido de etileno (-CH₂CH₂O-) que constituye la zona amorfa e hidrófila del polímero. Una de las primeras membranas hidrófilas fue el Sympatex™ de Azko, un poliéster modificado.

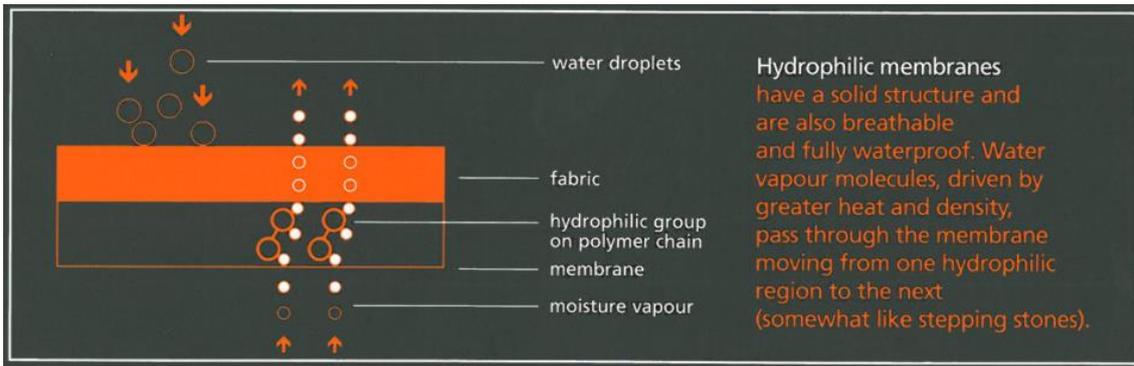


Figura 9. Gestión de la humedad y del vapor de agua a través de una membrana hidrofílica.

A modo resumen, este esquema muestra las principales combinaciones que suelen obtenerse en laminados textiles empleando estos materiales:



Figura 10. Combinaciones con materiales poliméricos en formato membrana/film que pueden obtenerse empleando adhesivos junto un textil.

6. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL

6.1. Descripción de los sistemas adhesivos

En la industria textil, existen diversos tipos de familias de adhesivos (incluso de soportes/substratos adhesivos) que se utilizan -junto con la maquinaria adecuada- para el desarrollo de diferentes aplicaciones textiles adhesivadas o multicapa. Si bien puede distinguirse de manera general entre adhesivos de base acuosa, de base solvente o de base hotmelt, dentro de ellos existen diferentes formatos que tienen sus ventajas y limitaciones:

Property	Adhesive Type						
	Solvent	Water	Flame	Powder	Film	Hot Melt	PUR
Explosive	Yes	No	No	No	No	No	No
Flammable	Yes	No	No	No	No	No	No
Toxic	Yes	No	Yes	No	No	No	No
Energy	High	High	Low	M	M	M/L	M/L
Carcinogenic	Yes/No	No	Yes	No	No	No	No
Polluting	Yes	No	Yes	No	No	No	No
M/C cost	High	High	Mid	Mid	Mid	Mid	Mid
Adhesive cost/m2	Mid	Mid	Mid	Mid	Mid	High	Mid
Substrates	Most	Most	PU foam	Most	Most	Most	Most

L = low, M = medium, Y = yes.

Figura 11. Diferentes propiedades que definen a los principales grupos de adhesivos para laminación de materiales textiles y flexibles.

El polímero de hotmelt (termoplástico o reactivo) se puede presentar en pellets o granza, en tubos de 250 ml a 5-25 kg, o en bolsas herméticas (para cantidades pequeñas).

- Hotmelts termoplásticos: los cuales son habitualmente base PO (poliolefinas): PE (polietileno) y PP (polipropileno), PES (poliéster), PA (poliamida), EVA (etilenvinil acetato), TPU (poliuretano termoplástico), Siliconas termoplásticas, biopoliméricos como los PLA o incluso hotmelts sensibles a la presión (HMPSA) que tienen un tack permanente y son habituales en artículos textiles sanitarios/de uso médico, tales como tiritas, esparadrapos, apósitos, etc.
- Hotmelts Reactivos: los más habituales son los PURs que curan con humedad; menos comunes las poliolefinas APAO y las siliconas que también curan con humedad; y dentro de esta clasificación pueden contemplarse también los adhesivos acrílicos que curan pero con luz UV.

Se describen las principales características de los más comunes en usos textiles, a continuación. No se tiene en cuenta el sistema de aplicación o el formato en el que vienen estos adhesivos (pellets/granza, polvo, pastillas, tacos, etc.).

HOTMELTS TERMOPLÁSTICOS.

Poliolefinas (POs):

- Temperaturas de fusión: 80°C – 150°C.

- Temperatura de proceso: 100°C – 160°C.
- Estabilidad térmica alrededor de los 50°C.
- Resistencia muy pobre.
- Aplicaciones: Artículos de embalaje, papel y calzado.
- Precio: 2,5 – 4,5 €/kg.

Etilen-vinil-acetato (EVA):

- Fusión y solidificación en un amplio rango de temperaturas (80°C – 120°C).
- Temperatura de pegado: 120°C – 170°C.
- Estabilidad térmica alrededor de los 50°C.
- Sensibilidad al vapor de agua (lavados, 40°C).
- Aplicaciones: telas no tejidas, cuero, industria del calzado.
- Precio: 2 – 5,5 €/kg.

Poliamida (PA):

- Puntos de fusión y solidificación superiores a los EVA (85°C – 140°C).
- Temperatura de pegado: 180°C – 230°C.
- Estabilidad térmica por debajo de los 110°C.
- Sensibilidad al vapor de agua (60°C).
- Resiste muy bien la limpieza en seco.
- Aplicaciones: artículos de decoración y tapicería, entretelas, filtros, textiles técnicos en general.
- Precio: 5,50 – 6,50 €/kg.

Poliésteres (PES):

- Puntos de fusión y solidificación superiores a los adhesivos de PA (115°C-150°C).
- Temperatura de pegado: 180°C – 230°C.
- Estabilidad térmica por debajo de los 80°C -120°C.
- Sensibilidad a la limpieza en seco.
- Resiste los lavados de 55°C.
- Aplicaciones: industria de la automoción, foamizados e indumentaria.
- Precio: 5,50 – 6,50 €/kg.

Poliuretanos (TPU):

- Puntos de fusión de 115°C – 150°C.
- Temperatura de pegado de 110°C – 210°C (máx).
- Resistencia pobre para los productos con rangos bajos de puntos de fusión, pero buena para los productos con puntos de fusión cercanos a 150°C.
- Aplicaciones: automoción, textiles técnicos, filtros.
- Precio: 7 – 10 €/kg.

Pressure Sensitive Adhesives (HMPSA).

- Suelen estar basados en mezclas de copolímeros y cauchos elastoméricos termoplásticos, o bien son siliconas termoplásticas (libres de látex).
- Puntos de fusión de 80°C – 135°C.
- Temperatura de pegado de 120°C – 190°C (máx).
- Resistencia baja lavados y resistencia aceptable hasta los 80-95°C.

- Aplicaciones: bandas autoadhesivas, etiquetas, espumas autoadhesivas, pañales, compresas y artículos sanitarios, apósitos/tiritas, esparadrapos... en general todo aquel sustrato que requiera propiedades autoadhesivas.
- Precio: 3 – 6 €/kg.

Packaging/Converting *Advanced Technologies From A Leading Adhesives Supplier*

We offer a broad line of adhesives for skin attachment and medical tape applications. Based on thermoplastic hot melt and UV/EB curable technologies, these adhesives contain no natural latex/resin or solvents. They are formulated for a wide range of adhesion levels to meet the specific performance requirements of many products:

- Medical tapes
- Wound dressing
- Ostomy devices
- Surgical drapes
- Electrocardiograph pads



H.B. FULLER® Latex-free Adhesives for Skin and Medical Tapes

H.B. Fuller is a global supplier of pressure sensitive adhesives (PSAs) for a number of industries. We lead the way in advancing new technologies and developing new solutions for our customers' ever-changing PSA needs. Our products for skin and medical tape applications are based on thermoplastic hot melt and radiation curable technologies.

Thermoplastic Hot Melt Adhesives

H.B. Fuller Company's 100% solids, thermoplastic hot melts can be applied at very high speeds and set almost immediately to help you achieve maximum production efficiency. They contain no solvents to help you meet environmental regulations. Plus, they have the tack and peel of current solvent-based adhesives. They even can be pattern applied for non-occlusive applications.

SOLARCURE™ Radiation Curable Adhesives

SOLARCURE™ adhesives take advantage of ultraviolet (UV) and electron beam (EB) curing, an advancement being hailed as the process of choice for the 21st century. UV/EB technology delivers the benefit of instant curing while eliminating solvents. Our SOLARCURE™ product line contains two product types: warm-melt and room-temperature-applied PSAs. The warm melts exhibit excellent thermal stability, light color, good tack and peel adhesion, high holding power, and excellent adhesion to low-energy substrates. For temperature-sensitive substrates, we also offer room-temperature-applied SOLARCURE™ products that deliver the same high performance as warm melts.

Advantages

- Wide range of products to satisfy diverse adhesion requirements.
- Easy application and fast set times help speed production lines.
- Flexible warm-melt and hot melt application options.
- Versatile coating methods: slot die, screen printing, gravure and fiberization.

No Natural Latex Or Solvents

For more information, contact your H.B. Fuller representative or call our Customer Assistance Center at 888-HBFULLER. We're always ready to serve you.

 H.B. Fuller Company

SikaMelt-9280

Adhesivo hotmelt PSA de gran desarrollo

Datos Técnicos:

Base química	Termoplástico a base de caucho sintético
Color	Miel claro translucido, opaco ¹⁾
Contenido en sólidos	100%
Mecanismo de reacción	Endurecimiento físico
Densidad a 20°C (CQP 006-0)	0.95 kg/l aprox.
Viscosidad (a 190°C) (Brookfield Thermosel)	12000 mPa·s aprox.
Punto de reblandecimiento (DIN 52011: anillo y bola)	135 °C aprox.
Rango de temperaturas de aplicación	170-190°C (200° C durante corto tiempo)
Fallo de adhesión por esfuerzo cortante a temperatura SAFT (CQP 560-1) ²⁾	94°C aprox
Resistencia estática a cortadura (DIN EN 1943/CQP 566-1) ²⁾ A temperatura ambiente.	12 Kg aprox.
Resistencia a pelado (CQP 564-1) ²⁾	30 N/25mm aprox.
Conservación (en lugar cerrado con una temperatura máx. 25°C en sus envases originales y cerrados)	12 meses

¹⁾ Pequeñas variaciones en el color no influyen en las propiedades de adhesión.

²⁾ A 40 g/m²

Descripción:

SikaMelt®-9280 es un adhesivo versátil hotmelt sensible a la presión basado en caucho termoplástico. Con gran tack inicial, fuerte adhesión inicial y excelentes propiedades de cohesión y resistencia al calor. SikaMelt®-9230 se fabrica de acuerdo al Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9001/14001.

Ventajas del producto:

- Alto tack
- Libre de disolventes
- Alta cohesión
- Excelente resistencia al calor

Áreas de aplicación:

SikaMelt®-9280 es adecuado para equipos de papel-, polímeros, hojas metálicas, textiles, espumas y una amplia variedad de materiales autoadhesivos.

SikaMelt®-9280 no es adecuado en general para plásticos que contengan plastificantes monoméricos. En cualquier caso es conveniente realizar ensayos previos, adaptados a cada proyecto.

Resistencia química

SikaMelt®-9280 es resistente al agua, ácidos débiles y soluciones causticas. La resistencia química depende del tipo y condiciones del sustrato, de la concentración química, exposición, duración y de la temperatura, es recomendable realizar un ensayo adaptado a la resistencia del adhesivo.

Mecanismo de curado:

SikaMelt®-9230 es un adhesivo de endurecimiento físico.

HOTMELTS REACTIVOS.

Poliuretanos (HMPUR):

- Puntos de fusión de 90°C – 150°C.
- Temperatura de pegado: 70°C – 160°C.
- Gran estabilidad térmica frente al frío y al calor. El adhesivo no se daña por debajo de los 150°C.
- Resistencia al lavado y al esterilizado.
- Tiempo de reacción para el curado: 48 h – 72 h.
- Aplicaciones: lencería, indumentaria barrera/EPIs, protectores de colchón, tejidos médicos, automoción.
- Precio: 8,50 – 10,50 €/kg.

Poliolefinas reactivas (POR):

- Puntos de fusión de 110 – 140°C.
- Temperatura de pegado: 140°C – 180°C.
- Gran estabilidad térmica frente al frío y al calor. El adhesivo no se daña por debajo de 150°C.

- Resistencia al lavado y al esterilizado.
- Tiempo de reacción para el curado: en torno a 7 días.
- Aplicaciones: automoción, embalaje, filtración.
- Precio: 8,50 – 11,00 €/kg.

6.2. Tratamientos superficiales en textil para favorecer la adhesión

En la industria textil, por la naturaleza de los materiales que intervienen en procesos de fabricación, solamente aquellos tratamientos superficiales que interactúan positivamente con materiales poliméricos son susceptibles de ser implementados y utilizados.

De esta manera, desde hace varios años viene investigándose en las posibilidades de la tecnología de plasma (en sus diferentes variantes) como herramienta para favorecer la humectabilidad y la capacidad adhesiva en laminados.

El siguiente esquema resume las dos tecnologías principales de tratamiento superficial en textil, debiendo dejar claro en este punto que existen multitud de variantes de equipamiento, disposición de electrodos, etc.

Tratamientos superficiales (mediante plasma)

La tecnología de plasma (proceso en seco que solamente emplea gas como materia prima) es un tipo de tratamiento superficial que **permite activar químicamente los materiales poliméricos (incluyendo hilos, tejidos o membranas)**, aumentando su reactividad.

Activar la superficie textil (**mejora de humectabilidad / capacidad de adhesión**) o desarrollar nanorecubrimientos **repelentes a líquidos** (por plasmapolimerización) es posible. **2 plantas piloto disponibles:**



Plasma baja presión

Potencia de tratamiento:
100W a 1400W

Velocidad de proceso:
5 a 50 m/min

Para mejora de la humectabilidad/adhesión:
gases inorgánicos (O₂, N₂)

Para obtener repelencia:
Monómeros orgánicos que puedan polimerizar



Plasma por descarga corona

Desarrollos y aplicaciones técnicas textiles con hotmelts

8 textile research institute **XVI Congreso de Adhesión y Adhesivos**

Figura 12. Como interactúa la tecnología de plasma y qué efectos puede conseguir al tratar materiales textiles.

En Europa y América del Norte (EEUU principalmente), existen diversos países en los cuales pueden encontrarse suministradores y fabricantes de maquinaria de plasma especialmente adaptada al sector textil -ya que los equipos de tratamiento plasma para plástico no lo son en la inmensa mayoría de ocasiones- adecuados para el pretratamiento de materias textiles (tejidos y nonwovens, principalmente).

Por todo ello, cabe hacer estas sugerencias e indicaciones antes de incorporar una línea de pretratamiento plasma en un proceso de acabado textil:

- Formato de los materiales a tratar: si se tiene previsto tratar tejidos para posteriormente aplicarles un proceso de acabado posterior, lo ideal sería un equipo que permita el tratamiento plasma en continuo roll-to-roll. La tecnología más adecuada sería la atmosférica seguida de la descarga corona. Si se prevén solamente muestras de pequeño tamaño (20x20 cm, por ejemplo) o formato fibras/hilos, lo mejor sería la tecnología de plasma a baja presión.
- Tamaño del equipo: siempre en función de lo comentado anteriormente. Que permita trabajar en condiciones de proceso continuo si así se diseña todo el procedimiento, y al mismo tiempo poder hacer pruebas individuales de cómo funciona el tratamiento. Su ubicación debería hacerse cerca de un conducto de suministro de aire comprimido y gas de tratamiento, para asegurar el buen funcionamiento y trabajar más cómodamente.
- Potencias de tratamiento: en función de los materiales y formato a tratar. Si es plasma atmosférico/descarga corona para tejidos/nonwovens, del orden de varios kW; si es plasma a baja presión, hasta 500W.
- Disposición de electrodos: para tratamientos en continuo, lo ideal es tener un sistema de múltiples electrodos, por el cual vaya pasando el textil, de manera que cada uno de ellos aporte tratamiento (y no un único electrodo de gran tamaño). Esto evita también la degradación del sustrato a tratar por acción del calor generado y aumenta el rendimiento del tratamiento.

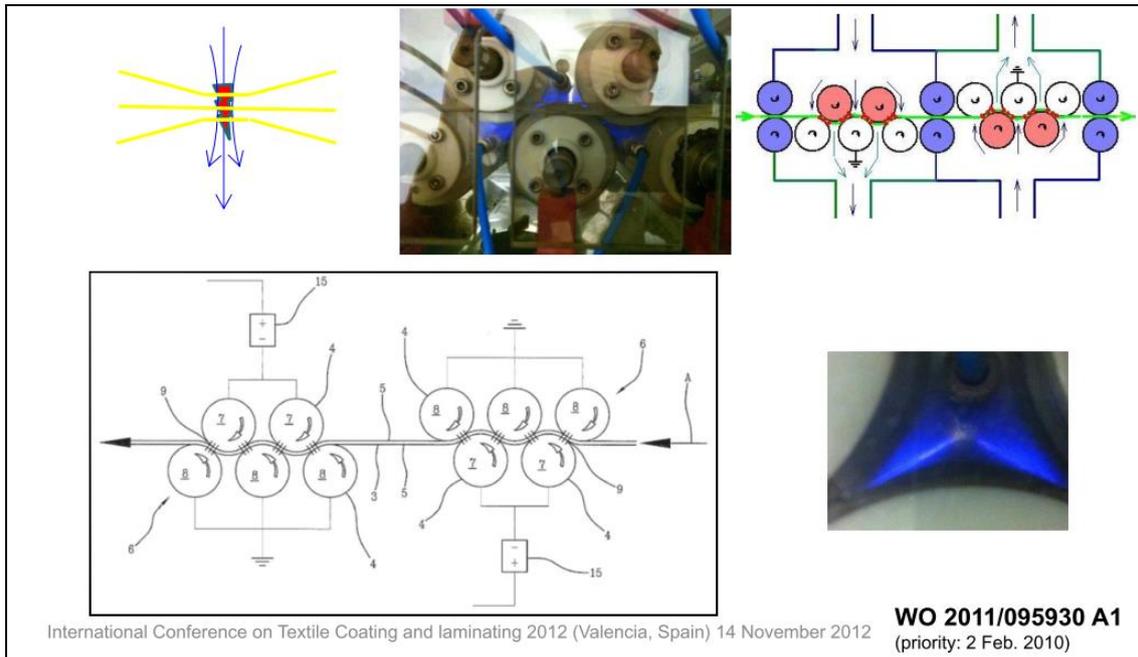


Figura 13. Sistema de tratamiento de textiles mediante plasma atmosférico en continuo, con electrodos múltiples. Extraído de “Application of novel atmospheric plasma machine for textile materials” (TCL 2012).

- Versatilidad de gases de tratamiento: Los equipos de plasma atmosférico -si se solicita al fabricante- deberían poder permitir con varios gases (al menos O₂ y N₂); la descarga corona trabaja con aire; plasma a baja presión interesaría incluso disponer también de sistema de plasmapolimerización hidrófoba (con monómero fluorado).
- Eliminación de especies generadas durante el tratamiento: es adecuado un sistema que vierta los gases generados al exterior, tomando especial precaución de si dichos gases son principalmente ozono (para lo cual habría que controlar la cantidad que se genere e instalar, incluso, absorbedores o catalizadores que lo transformen de nuevo en O₂).
- Al respecto de empresas que diseñen/fabriquen equipos de tratamiento plasma: Lo más importante a comentar es que pocos fabricantes tienen equipos 'listos para la venta', sino que los pueden diseñar desde cero, o adecuar los modelos de que disponen a las necesidades del cliente. Por ello, es siempre adecuado contactar con cada uno de ellos para expresarles las necesidades y requerimientos concretos, a fin de extraer el máximo rendimiento a la inversión en maquinaria a realizar.

7. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL

En cuanto a los métodos de unión de diferentes materiales y sistemas aplicadores de adhesivos base hotmelt de uso textil, AITEX se encuentra especializado en el sistema de deposición mediante “dot coating” o cilindro grabado. La tecnología adhesiva en la que está especializado AITEX permite el recubrimiento y laminado de materiales textiles.

Como ya ha quedado dicho, los hotmelts son productos 100% polímero puro, sin ningún disolvente presente, que se pueden aplicar como un adhesivo a diferentes sustratos. Por lo tanto, presentan ventajas tanto energéticas como medioambientales. Los hotmelts actualmente ya se usan en diferentes sectores industriales, pero no son muy comunes en la industria textil y si se utilizan es exclusivamente para procesos de pegado o laminado. Pero además el potencial de los hotmelts es mucho más amplio. Los hotmelts pueden utilizarse en muchos más tratamientos textiles como los acabados y los recubrimientos. Sin embargo, uno de los problemas es la necesidad de añadir diferentes aditivos para poder producir un producto final que reúna requisitos tan técnicos como la resistencia al fuego o las propiedades antimicrobianas. Sin embargo, los hotmelts que actualmente se encuentran en el mercado principalmente son polímeros no funcionalizados (sin aditivos). Por ello, además de investigar en esta tecnología de adhesión, AITEX también tiene una línea de investigación relacionada con la funcionalización y aditivación de hotmelts termoplásticos.

Su aplicación en AITEX se realiza con un equipo que dispone de **cilindro grabado** como método de deposición de adhesivo. Esto se logra, bien mediante la aplicación de un acabado continuo o bien de un acabado de puntos. El adhesivo hotmelt (termoplástico o reactivo tipo PUR) es fundido en una cubeta y después aplicado al sustrato textil utilizando el rodillo grabado de puntos. Se puede únicamente recubrir o también laminar.



Figura 14. Planta aplicadora de hotmelts disponible en AITEX (izquierda) y cilindro aplicador grabado con puntos.

Detalles de importancia del equipamiento indicado y la tecnología a tener en cuenta son:

- El equipo trabaja con adhesivos hotmelt termoplásticos que son introducidos en el fusor para su fundido y posterior aplicación. El formato de dichos adhesivos que no daría problemas al equipo es granza, pequeñas pastillas (5x5 cm) o polvo.
- El tamaño del fusor permite trabajar con una cantidad de adhesivo fundido en torno a los 200-250 ml.
- Si el bloque de adhesivo es mayor, puede fundirse por contacto con el cilindro aplicador caliente, sujetando dicho bloque con precaución y las protecciones adecuadas del operario, hasta fundir la cantidad deseada (que no debe superar los 200-250 ml).
- El ancho de las muestras textiles a recubrir/laminar, en formato rollo de tejido continuo (>3 m) debe ser de un máximo de 25 cm.

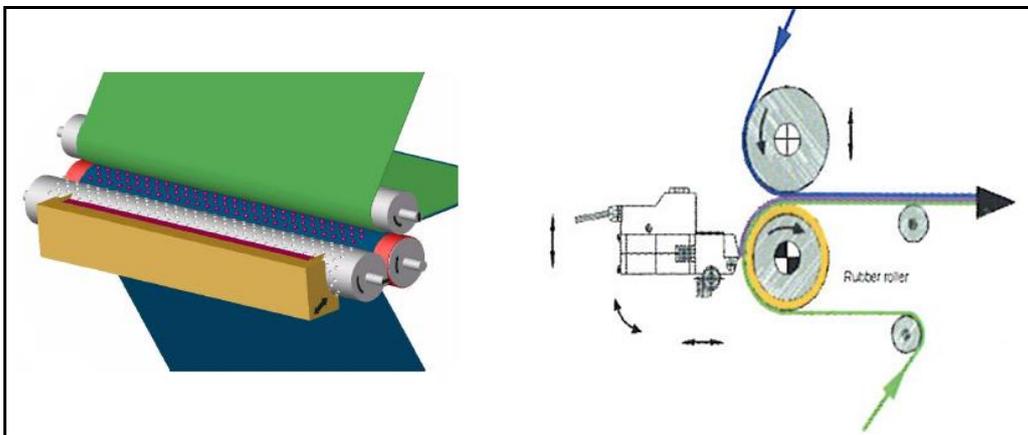


Figura 15. Esquema de sistema aplicador con rodillo grabado.

Las características principales de este sistema de aplicación es que sus definiciones se dan en el sentido de la agujas del reloj, interviniendo el sustrato que pasa entre el rodillo laminador y el que recoge resina hotmelt, pudiéndose acoplar una lámina final (en caso de laminado) y una etapa de calandrado, mediante rodillo de presión con superficie de goma.

Otro sistema aplicador de hotmelt muy habitual es el “slot die”, o mediante boquilla, que permite la aplicación de recubrimientos hotmelt formando una capa continua de resina, y no permite deposición discontinua.



Figura 16. Planta aplicadora de hotmelts mediante sistema difusor de boquilla (slot die).

Con este sistema pueden aplicarse hotmelts en un rango de hasta 200°C de temperatura de trabajo. Puede trabajar a velocidades de 1-30 m/min, con anchos de trabajo variables, que van desde los anchos de trabajo a nivel laboratorio (de 30-45 cm) a anchos industriales variables (desde pocos cm a 2-3 m). El gramaje posible a depositar oscila entre 2-300 g/m² según uso final del tejido recubierto.

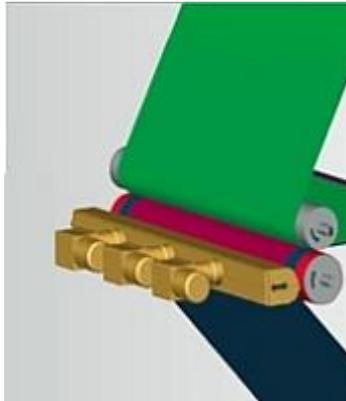


Figura 17. Esquema de sistema aplicador "slot die" o mediante boquilla.

Este sistema aplicador de resinas hotmelt puede ser adaptado según el tipo de material textil a recubrir e incluso según el uso final del tejido laminado/recubierto, puesto que puede adaptarse la maquinaria al procedimiento concreto más óptimo de aplicación del hotmelt. Así, por ejemplo, es relativamente fácil modificar los sistemas de aplicación slot die para que puedan trabajar depositando tiras continuas de resina hotmelt a un ancho determinado, o trabajar en vertical, según necesidades.

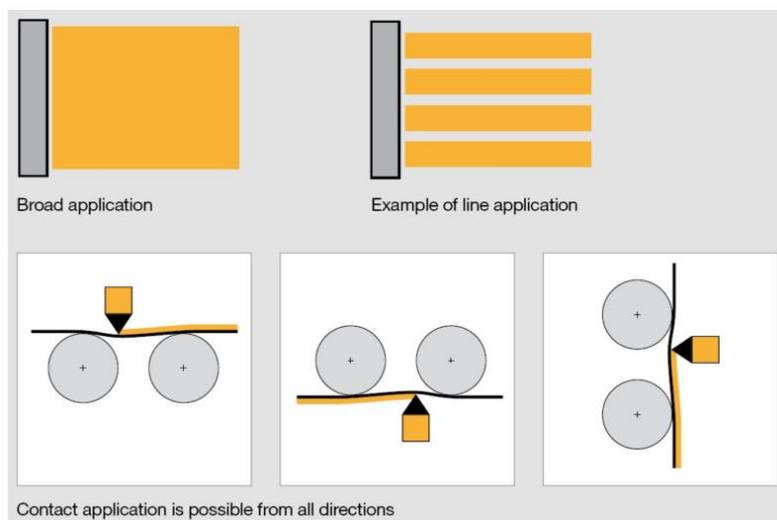


Figura 18. Representación esquemática de la versatilidad de aplicación y configuración de la tecnología 'slot die' de deposición de hotmelts. Extraído de "Adhesive Application Methods in the Technical Textile Industry". S. Schultheis. TCL2012, Valencia (España).

Menos habitual es el sistema aplicador de hotmelts mediante **esprayado**, aunque se utiliza en aplicaciones altamente técnicas y que requieren gramajes muy bajos y controlados de adhesivo. El recubrimiento de textiles mediante técnicas de sprayado con hotmelts también suele ser una manera eficaz de lograr tejidos técnicos o con

propiedades específicas. De esta manera, se consiguen deposición ligeras de material cubriente, en forma de cordones o lazos, o también disposiciones aleatorias de resinas hotmelt.



Figura 19. Dispositivo de sprayado de hotmelts y deposición sobre textil.

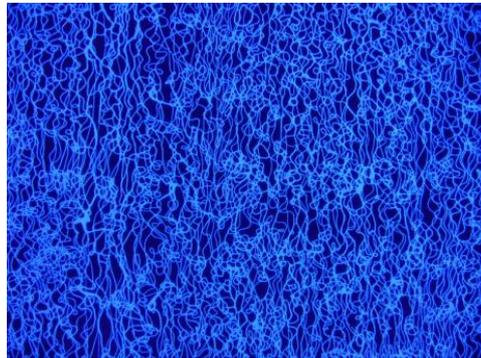


Figura 20. Imagen de los cordones que deja el recubrimiento sprayado de hotmelts tras su deposición sobre textil.

También es posible aplicar resinas hotmelt en sólido al inicio del proceso, sobre el material textil a recubrir y fundirlas justo al final del proceso de ennoblecimiento. Es lo que se consigue con la técnica de **powder scattering (o scatter coating)**: El polímero termoplástico en forma de polvo es esparcido uniformemente sobre la superficie del substrato textil que está en movimiento. El tejido pasa a través de un horno, fuente de IR o lámparas UV, que funden el adhesivo y posteriormente es calandrado para conseguir una aspecto superficial uniforme. Especialmente apto para tejidos pesados (automoción, calzado, confección y tapicería).

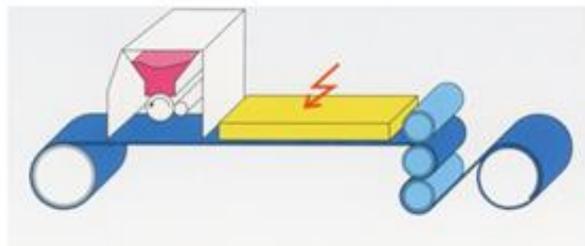


Figura 21. Esquema de un recubrimiento hotmelt aplicado por scatter coating. El polímero fundido (rojo) cae de manera controlada desde la tolva a la superficie del tejido, y es fundido por acción de radiación IR o calorífica, siendo calandrado posteriormente para lograr un buen acabado superficial.

Estos son las principales configuraciones de los sistemas aplicadores más importantes, si bien existen múltiples modificaciones y adaptaciones de los sistemas indicados, en vistas a conseguir mejoras de proceso tales como:

- Deposición de gramaje de adhesivo más controlada.
- Incrementar la velocidad de producción.
- Reducir consumos de adhesivo.
- Reducir consumos energéticos.
- Reducir las pérdidas de adhesivo.
- Mejorar el carácter medioambiental del propio proceso/tecnología hotmelt.
- Posibilidad de laminar materiales de diferente naturaleza, incluso rígidos.

La diferencia en la maquinaria de aplicación principalmente radica en el tipo de recubrimiento, es decir recubrimiento discontinuo (con aspecto visual similar a un estampado) o continuo (un recubrimiento “completo”). Una capa de recubrimiento discontinuo, principalmente, da como resultado un producto final más flexible en comparación con una capa continua. También tiene ventajas en relación con la transpiración del tejido recubierto (por ejemplo, se usa en capas de recubrimiento intermedias para obtener laminados transpirables).

Sin embargo, en muchos casos es necesario aplicar una capa completa de recubrimiento para obtener las propiedades finales deseadas, como por ejemplo añadir un aditivo FR de resistencia al fuego para obtener mayor resistencia al fuego o añadir un aditivo para obtener una barrera contra el agua. Con uno de los sistemas indicados anteriormente (cilindro grabado) es difícil aplicar un recubrimiento continuo.

En cambio, con un aplicador de cabezal con boquilla/difusor, es posible y más sencillo aplicar una capa continua, dependiendo de la cantidad de recubrimiento que se añada.

Otro parámetro que puede variar según las unidades de aplicación es si el recubrimiento que se aplica al sustrato está en mayor o menor contacto. Si aplicamos un hotmelt con espray, por ejemplo, el recubrimiento se rocía sobre el sustrato lo que significa que el recubrimiento se aplica sin contacto con el sustrato.

En el caso del scatter coating, puesto que el hotmelt cae en estado sólido sobre el material textil y nunca se funde sobre piezas metálicas o del propio equipamiento, las ventajas de limpieza y versatilidad de uso/aplicación de HMs de diferente naturaleza son las principales características en comparación con otros sistemas.

Varios fabricantes de maquinaria se están haciendo un hueco en el mercado: Coatema, HIP-MITSU, Indutech, Jakob Weiß & Söhne Maschinenfabrik, Lacom, Nordson, Monti Antonio, M+S Group, Santex/Cavitec, Stork, WEB Processing,... son solo unos cuantos ejemplos de fabricantes de maquinaria para hotmelts. Cada uno de ellos está especializado en diferentes sistemas aplicadores y tecnologías... y cada una de ellas aporta unas ventajas y limitaciones que influyen según el uso final pensado para los materiales a recubrir o laminar. Por tanto, debe tenerse muy en cuenta la idoneidad de cada sistema según que el artículo final que quiera obtenerse.

La figura siguiente muestra de manera resumida, las principales características de cada tecnología/método de unión indicado, así como las ventajas/limitaciones existentes entre ellos:

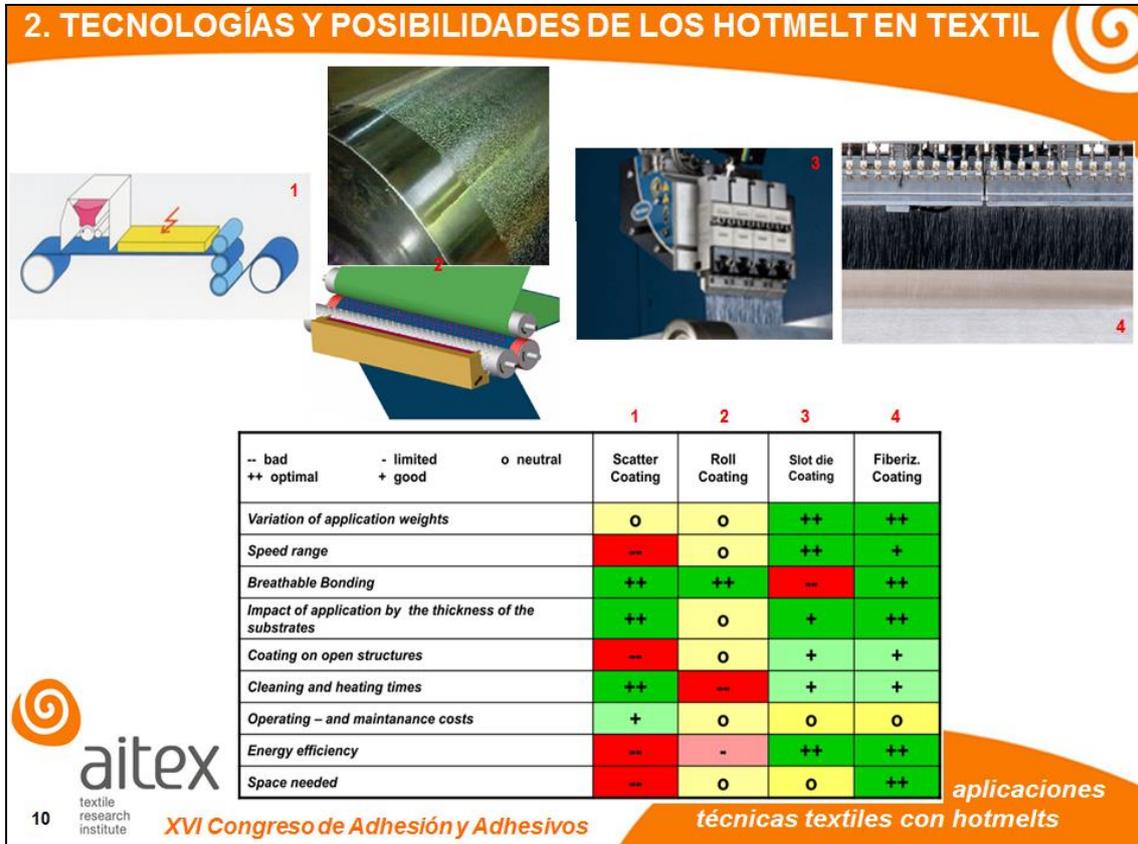


Figura 22. Comparación de las 4 tecnologías principales de aplicación de hotmelts. Tabla comparativa extraída de “Adhesive Application Methods in the Technical Textile Industry”. S. Schultheis. TCL2012, Valencia (España).

8. MATERIALES EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y DECORACIÓN

Los materiales que entran en la composición del mueble, especialmente el tapizado, objeto de este proyecto, así como en los elementos de decoración, tipo revestimiento de paredes, mamparas y similares, son:

- ✓ Madera y derivados, como son el tablero contrachapado, el aglomerado de partículas y el tablero de fibras de densidad media, diferenciándose los de un mismo tipo en base a:
 - Espesor
 - Densidad
 - Prestaciones de comportamiento: mecánico, frente a la humedad, frente al fuego, etc.

- ✓ Espumas, principalmente formuladas a partir de poliéter y de caucho (polipropileno), diferenciándose entre ellas por:
 - Densidad, habiendo valores recomendados en función de su disposición en la silla o sillón (reposabrazos, respaldo o asiento) e incluso, en función de su aplicación como uso público o privado.
 - Dureza o índice de penetración directamente relacionado con su grado de confort
 - Capacidad de recuperación o resiliencia
 - Así como diversas prestaciones relacionadas con: su resistencia a la proliferación de microorganismos y ácaros, inercia térmica, resistencia frente al fuego, etc.

- ✓ Tejidos, tanto de origen natural (algodón, seda y otras fibras naturales de origen vegetal), como de naturaleza sintética o artificial, como son los polímeros de poliéster, poliamida, acetatos, etc.; en este caso, además de las diferencias de composición o de acabado que confieren al textil tapizado sus prestaciones técnicas, se encuentra una extensa gama de diseños y colores, según cual sea su proceso de fabricación y acabado.

- ✓ Materiales de acolchado, con fibras de origen natural, como puede ser plumas de oca, y fibras sintéticas, como las guatas de poliéster.

- ✓ Elementos metálicos, principalmente de aluminio y acero, aplicados habitualmente para conformar la estructura del producto, tanto para el esqueleto, como para las patas. Estas estructuras requieren por lo general de un revestimiento para mejorar su resistencia a la corrosión, bien mediante recubrimientos electrolíticos, o bien por su recubrimiento con pintura de naturaleza poliéster o epoxi-poliéster de secado al hormo.

La unión de estos materiales puede realizarse mediante elementos que actúan mecánicamente (grapas, tornillos u otros elementos de anclaje) o mediante procesos de encolado con adhesivos.

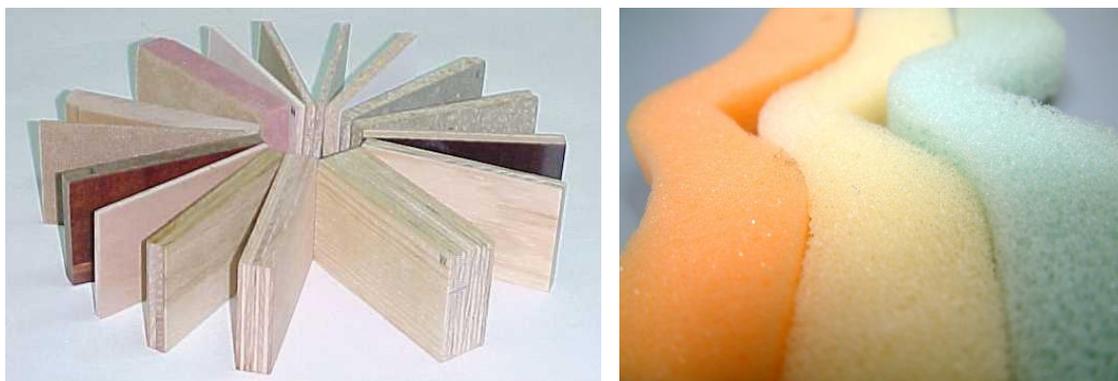


Figura 23. Materiales empleados para la fabricación de mobiliario tapizado y elementos de decoración.

9. LOS ADHESIVOS EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y ELEMENTOS DE DECORACIÓN

9.1. Descripción de los sistemas adhesivos

Como se ha indicado anteriormente, los diferentes elementos que conforman un revestimiento tapizado, bien sea para un mueble, o para un elemento de decoración, pueden unirse con la ayuda de grapas y similares o mediante adhesivos.

Los adhesivos ofrecen muchas ventajas, como por ejemplo:

- Las tensiones se distribuyen sobre toda el área, haciendo posibles uniones más ligeras y fuertes que con juntas mecánicas
- La capa del adhesivo puede actuar como un aislante eléctrico o térmico, como una barrera para la humedad, como un atenuante de las vibraciones, por repartirse mejor las vibraciones, así como puede mejorar el comportamiento frente al fuego del producto final.
- Asimismo, si interesa, la capa de adhesivo puede actuar para facilitar la conductividad térmica o eléctrica, minimizando los riesgos de descargas electrostáticas.
- La resistencia del producto final aumenta, ya que entre las partes se conforma un único material.

En el sector del mobiliario y elementos de decoración, los adhesivos que se emplean corresponden a estas grandes familias:

- Adhesivo de acetato de polivinilo, en base agua, que endurece por difusión en el sustrato y evaporación del agua de la emulsión. En principio es termoplástico, pero puede estar mejorado con aditivos y reactantes para mejorar el comportamiento frente a la humedad.
- Adhesivos termoendurecibles, en base agua, que endurecen por reacción química irreversible que sufre la mezcla encolante cuando se añade un endurecedor y se calienta, como son:
 - adhesivos de urea formaldehído
 - adhesivos de melamina formaldehído
 - adhesivos de fenol formaldehído
 - adhesivos de resorcina formaldehído
- Adhesivo termoestable en base disolvente y, en alguna ocasión, en base agua, que endurece por la reacción entre dos componentes, incluso a temperatura ambiente, como es el caso del poliuretano de dos componentes, el cual tienen mucha afinidad química con los materiales empleados en el mobiliario y elementos de decoración.
- Adhesivo de contacto, con muy poca cantidad de ligante con capacidad adhesiva, en agua o en disolvente, endureciendo por evaporación del disolvente orgánico, como es el adhesivo de policloropreno.
- Adhesivo termofusible, el cual se presenta en estado sólido y con calor funde, siendo entonces aplicados sobre el sustrato. Se realiza el endurecimiento de la película de adhesivo cuando, por enfriamiento, se vuelve a solidificar el adhesivo, con posibilidad en algunos casos, de endurecer también por reacción química. Los adhesivos termofusibles pueden ser de diferente naturaleza.



Figura 24. Adhesivos empleados en la industria del mobiliario y elementos de decoración: base acuosa y termofusible.

Dado que el proyecto versa sobre adhesivos termofusibles, se entra en estos en detalle, teniendo en cuenta lo utilizado en el sector del mobiliario y de elementos de decoración.

ADHESIVOS DE ETIL-VINIL-ACETATO (EVA)

Actualmente, los adhesivos EVA se utilizan en la mayoría de los procesos de unión en los que se aplican adhesivos termofusibles en el sector del mueble y afines; EVA es el acrónimo del copolímero de etileno (parte de mayor dureza) y acetato de vinilo (parte más blanda).

También se emplean copolímeros de etilen-etil-acrilato (EEA) y del ácido etilen-acrílico (EAA). El primero da mejor adhesión con polipropileno y polietileno y mayor estabilidad térmica. El segundo es dispersable en álcalis y presenta una elevada adhesión a metales y vidrio, pero su estabilidad térmica es baja. Su función es la de proporcionar a la mezcla encolante la adhesión, es decir, la capacidad para unirse a otro cuerpo. Dentro del copolímero EVA, existen variedades, las cuáles difieren en la adhesión específica, la elasticidad, la viscosidad y la resistencia al calor.

Generalmente se realiza una mezcla de copolímeros para obtener las propiedades deseadas en la mezcla encolante. Se puede variar la relación etilen-vinil acetato, así como el grado de polimerización. Los copolímeros de EVA se comercializan con diferentes contenidos de vinilacetato (VA), entre 18 % y 40 %, y con distintas viscosidades de la mezcla fundida. Los adhesivos termofusibles están formulados principalmente en copolímeros con un contenido en vinil acetato entre 28 % y 33 %.

Cuanto mayor es el contenido en VA su estructura es menos cristalina, siendo mejor la adhesión a sustratos polares, como es el caso de la madera. En cambio, los productos de menor VA, mejoran la adhesión a sustratos tales como polietileno y polipropileno. Asimismo, cuanto mayor es el contenido en VA, mayor es la flexibilidad de la película de adhesivo.

De todas formas, dado que en la madera el anclaje mecánico contribuye en gran medida a la adherencia de la junta, el aumento de la polaridad del sistema, es decir, del contenido en VA, no es tan efectivo como con otros sustratos.

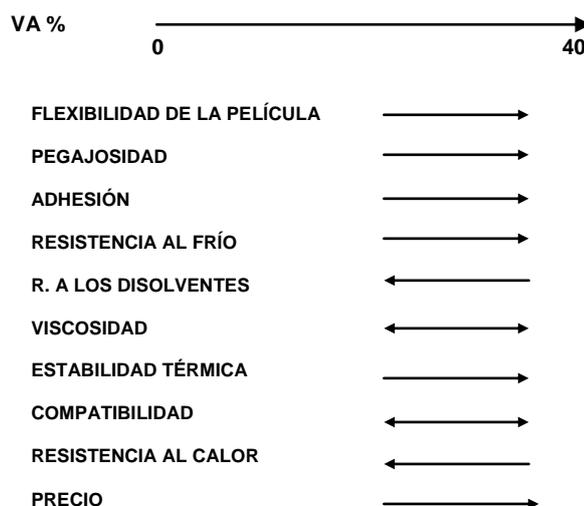


Figura 25. Sentido del aumento de distintas propiedades del adhesivo por efecto del incremento del contenido en VA

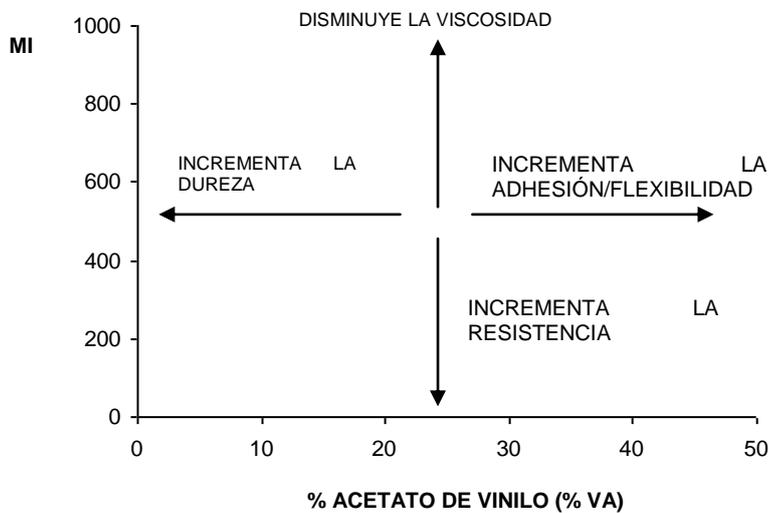


Figura 27 Variabilidad de propiedades del acetato de vinilo en función de M.I.

Se puede considerar que, en general, estos adhesivos presentan una buena adhesión, dureza y flexibilidad, pero las resistencias a la temperatura (alta y baja) y a los disolventes, son bajas. Lo que llevó a la necesidad de desarrollar adhesivos con mayor resistencia al calor y los disolventes.

Normalmente, los adhesivos termofusibles basados en EVA no resisten temperaturas superiores a 70 °C tras unas pocas horas de exposición. Si además se añade la tensión provocada por el movimiento de los substratos, así como la necesidad de pegar perfiles complicados, se producen fallos del encolado incluso a temperaturas inferiores. De ahí el desarrollo de otros adhesivos termofusibles con mayor resistencia a temperaturas elevadas.

ADHESIVOS DE POLIAMIDA

Están basados en la reacción de diácidos con diaminas de cadena corta, simples o por combinación de diversos diácidos y diaminas.

De mayor coste que los EVA, se utilizan en aplicaciones que requieren un buen comportamiento a elevada temperatura y resistencia frente a disolventes, presentando un rápido curado y compatibilidad con muchos substratos.

Por la presencia de grupos altamente polares en la cadena del polímero, que producen junto con el substrato puentes de hidrógeno, son adecuados para substratos porosos con cierto contenido en humedad, pero para mejorar la flexibilidad y adhesión a substratos no porosos tienen que ser modificados.

La mayoría de los adhesivos de poliamida se caracterizan por:

- Rango del punto de fusión estrecho
- Excelente adhesión a muchos sustratos
- Bajo olor
- Buen protector de la humedad
- Buena resistencia al calor
- Buena resistencia a productos químicos
- Son propensos a la oxidación (debido al calor y al contacto con el aire), por lo que se le añaden antioxidantes

ADHESIVOS DE POLIOLEFINA

Las poliolefinas son un grupo de adhesivos que comparados con los EVA presentan una mayor resistencia térmica. El polímero más utilizado es el polietileno tanto de baja como de alta densidad, éste último con un punto de fusión mayor y con mayor resistencia a la temperatura.

También tienen un buen comportamiento frente a la humedad y una resistencia química adecuada, siendo su empleo muy extendido en el pegado de sustratos flexibles poco o nada porosos tales como el polipropileno, sin necesidad de tratamientos previos de la superficie de pegado. El empleo de nitrógeno o dióxido de carbono en el material fundido, permite la formación de una espuma que disminuye la transferencia de calor al sustrato y que hace posible su empleo en sustratos que tengan baja resistencia a la temperatura.

Por otro lado, los polímeros de poliolefina amorfos, presentan una resistencia a la temperatura más moderada que las cristalinas y además pueden bajo carga mecánica, producir fallos de cohesión por efecto del alargamiento o alineación de las cadenas poliméricas.

ADHESIVOS DE METALOCENO

Son un tipo de adhesivos termofusibles desarrollados cuyo uso en la industria se está introduciendo en los últimos años. Como características reseñables cabe destacar:

- Su buena estabilidad térmica en los calderines de aplicación
- Su buen comportamiento a las bajas temperaturas
- Su elevada adhesión
- Su menor densidad en comparación con los adhesivos de base EVA

La temperatura de aplicación es significativamente menor que para los adhesivos EVA, encontrándose, aproximadamente, entre 70 °C y 120 °C.

Por otra parte, se precisa que transcurra un tiempo hasta alcanzar la máxima fuerza de la unión. Comparativamente, precisan más tiempo para alcanzar la máxima resistencia de la junta que los adhesivos termofusibles de EVA. Los equipos de aplicación son especiales para este tipo de adhesivos, con el fin de protegerlos del contacto con la humedad, pues haría reaccionar y endurecer la masa adhesiva en el depósito de la máquina de aplicación.

Un problema de este tipo de adhesivos fue su inicialmente baja estabilidad en el envase, dada su elevada reactividad con la humedad, la cual aumenta con la temperatura.

Con el fin de solucionar esto, se cambió de los prepolímeros con grupos reactivos en cadena a prepolímeros reactivos asociados a una matriz termoplástica. Con ello se consigue una menor sensibilidad del adhesivo a la humedad, una mayor estabilidad térmica y una mayor versatilidad de uso, al poder controlar propiedades tales como tiempo abierto y pegajosidad.

Propiedad	Adhesivo termoplástico	Adhesivo poliuretano reactivo
Temperatura de aplicación (°C)	[170, 240]	Aprox. 120
Resistencia al calor (°C)	[50, 90]	Aprox. 170
Resistencia a los disolventes	Baja	Muy buena
Estructura	Termoplástico	Reticulada

Figura 30. Comparativa de adhesivos termoplásticos y de poliuretano reactivo aplicados en el sector del mobiliario.

Aditivos funcionales

Hay aditivos que modifican las propiedades tixotrópicas y de mojabilidad de ciertos adhesivos, pudiendo así mejorar sus propiedades de adhesión. Como ejemplos de aditivos para mejorar las características de aplicación de adhesivos, están los siguientes:

Formador de película

Si el adhesivo forma “islas” por cuestiones de tensión superficial, se pueden añadir productos de elevado peso molecular que son formadores de película, como por ejemplo hidroxil poliuretano. También puede añadirse derivados de la celulosa y copolímeros del acetato de vinilo.

Resinas adherentes

Son resinas de bajo peso molecular, como las colofonias o sus derivados, terpenos modificados, resinas alifáticas, cicloalifáticas y aromáticas (C5 resinas alifáticas, C9 resinas aromáticas, y C5/C9 resinas alifáticas/aromáticas), resinas de hidrocarburos hidrogenados, y sus mezclas, resinas de terpeno-fenol (TPR, que se utiliza a menudo con adhesivos de EVA), hasta un 40%. Los taquificantes tienden a tener bajo peso molecular y la temperatura de transición vítrea y de reblandecimiento por encima de la temperatura ambiente, lo que le confiere propiedades viscoelásticas. Los taquificantes presentan, con frecuencia, la mayor parte del porcentaje de peso y costo de los adhesivos hot-melt. Además mejoran la mojabilidad del adhesivo sobre el substrato optimizando la adherencia sobre ciertos soportes. No obstante, pueden provocar una disminución de la elasticidad frente a cambios térmicos por la rigidez en el plano del encolado.

Cargas

Por un lado, disminuyen el coste y por otro, mejoran la cohesión de la película encolante aumentando la resistencia al calor. Influyen también en la viscosidad y la capacidad de penetración en soportes muy porosos. Como por ejemplos estarían el carbonato de calcio, sulfato de bario, talco, sílice, negro de humo, arcillas (por ejemplo, caolín).

Ceras naturales y sintéticas

Son disolventes no volátiles, que por tanto reducen la viscosidad de la mezcla fundida. y pueden mejorar la fuerza de adherencia y resistencia a la temperatura. Como ejemplos están las ceras microcristalinas, ceras amida grasos o ceras oxidadas Fischer-Tropsch, que aumentan el rango de fijación. En principio estos agentes son anti-adherentes y su primera función es hacer los adhesivos no encolantes hasta después de fijarse por exudación en la superficie.

Por otra parte, las diferentes ceras, dotadas de intervalos de fusión diferentes, reducen la viscosidad del adhesivo y facilitan su aplicación. Asimismo, permiten regular el tiempo abierto (tiempo que transcurre entre la aplicación de cola y el contacto entre los substratos).

Plastificantes

Confieren flexibilidad al encolado sin afectar a las restantes características, así como mejoran la adherencia sobre determinados substratos e influyen en la viscosidad.

Entre otros se encuentran la parafina clorada y ésteres del ácido ftálico. Mejoran el comportamiento del encolado a baja temperatura y dan lugar a altos tiempos abiertos. Como ejemplos estarían los benzoatos (1,4-ciclohexano dimetanol dibenzoato, gliceril tribenzoato o pentaeritritol tetrabenzoato), ftalatos, aceites de parafina (querosenos), poliisobutileno, parafinas cloradas, etc

Estabilizantes

Dado que el encolado se realiza tras la aplicación de alta temperatura durante varias horas, el adhesivo se debe proteger de la oxidación. Los estabilizantes, son anti-oxidantes poco volátiles, como por ejemplo fosfitos orgánicos. fenoles impedidos, butilhidroxitolueno (BHT), fosfitos, fosfatos, aminas aromáticas impedidas, se añaden en pequeñas cantidades (<1%), no influyen en las propiedades físicas. Estos compuestos protegen al material de la degradación, tanto durante su vida útil, como en la elaboración del compuesto y en el estado fundido durante su aplicación. Estabilizadores a base de siliconas funcionalizadas han mejorado la resistencia a la extracción y desgasificación. Los estabilizadores UV, protegen al material contra la degradación por la radiación ultravioleta.

Incremento resistencia envejecimiento

Las líneas de encolado de menor entrecruzamiento pueden debilitarse bajo la influencia de la humedad y las temperaturas altas. Determinadas carbodiimidias especiales contrarrestan la degradación hidrolítica del adhesivo. Se usan generalmente en una proporción de (2-4)%.

Incremento grado y velocidad de curado

Pueden utilizarse aminas terciarias como catalizadores para acelerar el entrecruzamiento y con ello el curado del adhesivo. Los adhesivos basados en poliéter polioles normalmente necesitan catalizadores más fuertes que los basados en poliéster polioles.

Los compuestos organometálicos como el dibutil dilaurato de estaño, son también excelentes catalizadores. Dan lugar a la formación de complejos estables del grupo isocianato y el grupo hidroxilo a temperatura ambiente, pero son muy reactivos a partir de 60-70°C, de esta forma, desempeñan el papel de catalizadores de efecto retardado. Sin embargo, comunican a los enlaces una mayor tendencia al envejecimiento que las aminas terciarias.

Otros aditivos

Por último, mencionar otros ejemplos de aditivos como los pigmentos, colorantes, abrillantadores, biocidas que impiden el crecimiento de bacterias indeseadas, los retardantes de llama y los agentes antiestáticos, como ejemplos de otros aditivos con funciones específicas que mejoran el comportamiento del adhesivo en determinadas situaciones.

Así mismo, la adición de partículas ferromagnéticas, materiales higroscópicos de retención de agua, u otros materiales puede producir un adhesivo de fusión en caliente que puede ser activado por calentamiento por microondas. La adición de partículas conductoras de la electricidad puede producir formulaciones hot-melt conductoras.

9.2 Tratamientos superficiales en mobiliario y elementos de decoración para favorecer la adhesión

De forma general, se puede considerar que las condiciones que se deben dar para obtener un buen encolado, son las siguientes:

- Acondicionamiento adecuado antes del encolado, tanto en lo referente a la temperatura como a la humedad.

Por un lado, cambios en el contenido de humedad dan lugar a variaciones dimensionales de las juntas, lo que implica la aparición de una tensión interna extra. Por otro lado, el curado depende tanto de la temperatura como del contenido en humedad de los sustratos, por lo que se tiene que tener en cuenta el almacenaje según la época del año.

- Las superficies deben estar limpias, tanto de polvo, serrín y grasa, como de resinas naturales provenientes de la propia madera. Todo ello debe ser eliminado previamente por cepillado y/o disolventes adecuados.
- En el caso de la madera, alineamiento de los anillos anuales homogéneo, entre los sustratos, en el área de encolado, pues de esta forma disminuyen las tensiones internas.

Como tratamientos en auge se pueden citar:

TRATAMIENTO CON PLASMA

Para una correcta adherencia del adhesivo a los sustratos, es imprescindible mejorar en la medida de lo posible, su humectabilidad. Para una buena humectación del adhesivo con el sustrato, es necesario que la tensión superficial del líquido aplicado sea menor que la energía superficial del sustrato. En productos en base agua, la adición de surfactantes disminuye la su tensión superficial, mejorando así su humectación, pero también es factible el incremento de la energía superficial del sustrato mediante tratamientos con plasma.

La aplicación de estos tratamientos implican las siguientes ventajas:

- Es un proceso respetuoso con el medio ambiente de bajo consumo energético que no genera residuos y que, en consiguiente, no es necesaria su gestión.



Figura 31. Equipo de plasma.

- Permite un control de todos los parámetros que favorece el control de todo el proceso.
- No afecta al aspecto de los substratos
- La geometría de las piezas no es un factor crítico siendo su aplicación factible en diferentes geometrías.
- Su aplicación en materiales poliméricos, como el polipropileno

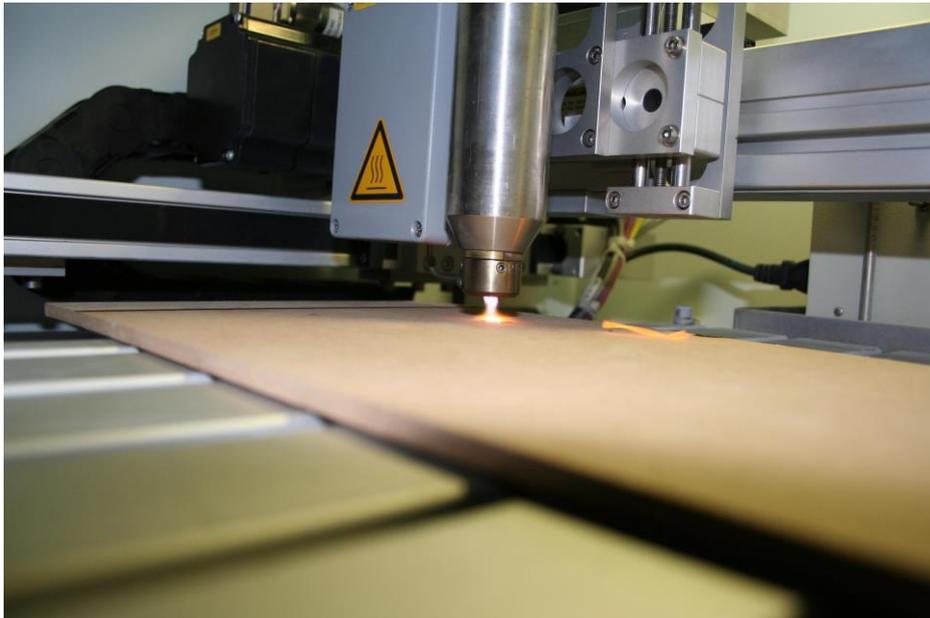


Figura 32. Aplicación sobre un tablero de fibras.

APLICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS

Los adhesivos son medios muy eficientes para la unión de superficies, de forma rápida y sencilla. Los adhesivos, en su composición química, están diseñados para establecer fuerzas de unión entre determinadas superficies, entre ellas madera y papel. La naturaleza de las interacciones en este tipo de superficie suele ser de fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrógeno e incluso enlace químico. El uso de nanopartículas, permite conseguir unas mejores prestaciones que sean económicamente viables.

Se debe considerar las distintas fases que se encuentran en un polímero reforzado: partículas de refuerzo o cargas, polímero interactuando con ellas y polímero libre. Según estudios, en las proximidades de las cargas, las cadenas poliméricas tienen menos movilidad, afectando a la movilidad global del polímero mediante el mecanismo conocido como “*relay race*”, que da lugar a un efecto similar al del entrecruzamiento del polímero. La movilidad global en un material reforzado disminuye con el incremento de la superficie que interactúa con la superficie del refuerzo o carga. Esto tendría como consecuencia el aumento de las prestaciones mecánicas del adhesivo reforzado con mayor número de centros, en caso de nanocargas.

La buena dispersión de las nanopartículas en la cola redonda en un aumento de los puntos de anclaje entre polímero y nanopartícula, lo cual implica la restricción de movilidad de las cadenas poliméricas. Comúnmente se observa de la morfología de los materiales compuestos que las nanopartículas forman pequeños clusters, las cuales se distribuyen uniformemente dentro de la matriz.

Por otro lado, la adición de cargas en tamaño de nanopartícula a diferencia de la adición en tamaño micrométrico, puede aumentar la mojabilidad de la cola con determinados sustratos y, por lo tanto, los puntos de unión. Como consecuencia, esto lleva al incremento del módulo de elasticidad, así como la disminución de la extensibilidad, y también del alargamiento de rotura.

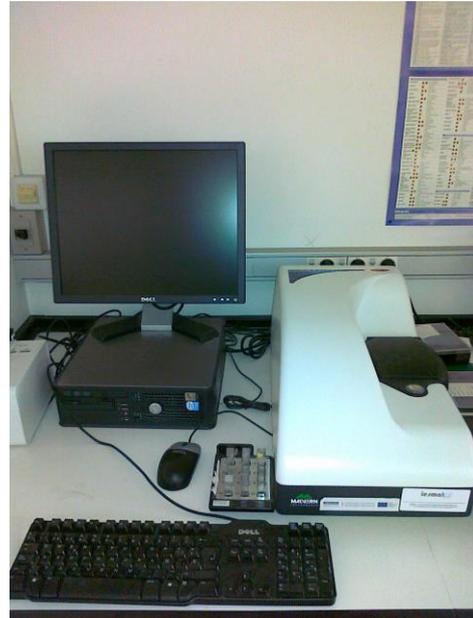


Figura 33. Equipo de dispersión dinámica de luz, para el control de la dispersión de partículas.



Figura 34. Equipo AFM de microscopía de fuerza atómica

Características de las dispersiones de nanopartículas aplicables.

Número	Características comerciales	Tamaño (nm)	Densidad
1	Nanopartículas comerciales de óxido de silicio en isopropanol.	17-23	0,96-1,02
2	Nanopartículas comerciales de óxido de silicio en agua.	12-14	1,15-1,27
3	Nanopartículas comerciales de óxido de aluminio en agua.	50	1,19
4	Nanopartículas comerciales de óxido de zirconio en agua.	5-10	1,26
5	Nanopartículas comerciales de óxido de zinc en agua.	50-90	1,35
6	Nanopartículas comerciales de óxido de silicio en etilenglicol.	50	1,3
7	Nanopartículas comerciales de óxido de cerio en agua.	10-20	1,22

10. MÉTODOS DE UNIÓN EN LA INDUSTRIA DEL MOBILIARIO Y ELEMENTOS DE DECORACIÓN

En general, los adhesivos termofusibles se emplean tradicionalmente en el canteado de tableros y en el revestimiento de perfiles y molduras de diferente naturaleza. Su aplicación está muy automatizada mediante aplicadoras industriales que consiguen velocidades de producción elevadas, así como una gran adaptación a las necesidades de producción aportando una óptima calidad al producto. Estos equipos pueden aplicar adhesivos termofusibles a una gran variedad de soportes y consiguen su revestimiento con diferentes materiales ya sea de chapa de madera, laminados decorativos (melamina, HPL) o de naturaleza plástica (PVC, ABS), disponiendo de diferentes grupos (biseladores, rascadores, retesteadores, fresadores, espigadores rectificadores, etc.) y adaptándose así, a las necesidades de cualquier proceso productivo en el revestimiento de cantos.



Figura 35. Equipo de laboratorio para el encolado de cantos.

El uso de procesos de encolado en elementos de mobiliario tapizado, está básicamente centrado en encolados de capas de espuma flexible de poliuretano con diferente densidad y grado de dureza, que combinadas, confieren un mayor grado de confort y mayor adaptación a las exigencias de uso.

Es también habitual aplicar procesos de encolado para la fijación de las espumas a estructuras que conforman el asiento, especialmente en elementos donde por exigencias del diseño, no es posible el empleo de sistemas de unión convencionales (tornillos, grapas, etc.). Normalmente en estos elementos, los soportes que conforman la estructura, suelen ser de naturaleza plástica, polipropileno o polietileno de alta densidad.

Por lo general en estos casos, es frecuente el empleo de adhesivo en base solvente o en base agua, de menor impacto ambiental, que se aplican mediante pistolas.

Tradicionalmente la aplicación de adhesivos en spray, se limitaba a los de base solvente dado que este medio permitía que los polímeros encolantes se diluyeran hasta conseguir las viscosidades requeridas para la aplicación con pistola.

Dado la necesidad de aplicar el adhesivo en grandes superficies, se desarrollaron pistolas de mayor capacidad y con abanicos de gran tamaño, que facilitaron la aplicación del adhesivo en superficies de mayor tamaño. Así mismo, los equipos de aplicación han seguido la tendencia de conseguir mayor aprovechamiento del producto, disminuyendo la presión del aire y generando menor niebla. De esta forma se consigue que se desperdicie menor cantidad del adhesivo.

En la aplicación de adhesivos en base solvente o en base acuosa, es importante considerar ciertos factores que influyen en su aplicación adecuada:

- Presión del aire de la boquilla.
- Distancia de aplicación
- Ventilación de la cabina
- Temperatura y humedad del ambiente

El mantenimiento de los equipos de aplicación asegura un funcionamiento correcto. Es por ello fundamental comprobar el estado del compresor y de las líneas de aire evitando, mediante purgas o filtros, la humedad y las grasas de la línea. Así mismo, la limpieza con solventes adecuados del sistema de aplicación, elimina cualquier residuo de adhesivo que haya quedado y que dificultaría su funcionamiento en posteriores usos.

11. CONCLUSIONES

Los adhesivos hot melt reactivos de poliuretano representa una alternativa viable para su aplicación en el pegado corte-piso en el **sector del calzado**, existiendo ventajas desde el punto de vista medioambiental así como de proceso. Hay multitud de materiales en las industrias del calzado y textil susceptibles de ser unidos mediante adhesivos hot melt de poliuretano reactivo (HMPUR). Asimismo, contiene una descripción de los adhesivos comúnmente utilizados en el sector calzado y sus tratamientos superficiales. Por último, se expone el método de unión empleado en la industria del calzado, sus etapas, variables a tener en cuenta, etc.

En lo que respecta al **sector textil**, desde hace varios años se viene observando una clara tendencia en lo que respecta a la sustitución de sistemas adhesivos base solvente o acuosos por tecnologías hotmelt. Esta creciente tendencia ha venido acompañada tanto por una mayor demanda de productos técnicos textiles laminados, así como por el avance tecnológico tanto en las materias primas (adhesivos pero también membranas técnicas) como en los sistemas aplicadores.

En Europa, la tecnología hotmelt para uso textil puede considerarse ya madura, habiendo empezado a introducirse a inicios del año 2000, con el desarrollo de nuevos sistemas de laminado, nuevas membranas y nuevos adhesivos. Aun así, ha llevado cerca de 10 años alcanzar su verdadero potencial, y las empresas líderes de acabado textil han apostado -y lo siguen haciendo- por invertir en nuevas líneas de maquinaria para laminación hotmelt. Asociado a ello, una demanda de adhesivos termoplásticos y reactivos. Por ejemplo, en 2011, la facturación de las empresas laminadoras textiles en la UE fue cercana a los 8.000M € (y aproximadamente 8% de esas empresas fueron españolas).

En el sector del mobiliario y del hábitat, la aplicación de los sistemas Hot-Melt de poliuretano reactivo en los procesos de unión, podría hacerse extensiva a los elementos de mobiliario tapizado que requieran de un encolado de los diferentes materiales que lo conforman y que por diseño, limitan la aplicación de otros sistemas de unión mecánicos. La aplicación de tratamientos superficiales mediante plasma o la aplicación de dispersiones de nanopartículas, podrían mejorar los mecanismos de adherencia del adhesivo y prolongar la unión de la junta, aumentando la durabilidad del producto.