

# ESTUDIO TÉCNICO.

## FUNCIONALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS TEXTILES ADHESIVADAS PARA LOS SECTORES TEXTIL Y CALZADO

AITEX

---

Funcionalización de estructuras textiles  
**FUNTEXCAL**  
adhesivadas para los sectores Textil y Calzado

ANUALIDAD I - 2015

### CONTENIDO

---

- PT1. DESARROLLO DE COMPONENTES TEXTILES FUNCIONALIZADOS PARA TEXTIL Y CALZADO.
- PT2. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ADHESIVOS HOTMELT FUNCIONALES PARA TEXTIL Y CALZADO.
- PT3. DESARROLLO DE ESTRUCTURAS ADHESIVADAS FUNCIONALIZADAS.
- PT4. VALIDACIÓN DE PROPIEDADES DE CONFORT.
- PT6. ACCIONES DE DIFUSIÓN.

### Grupo de Investigación

---

Acabados Técnicos, Salud y Medioambiente - AITEX



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. MOTIVACIONES, OBJETIVOS DEL PROYECTO Y RESUMEN DE RESULTADOS ALCANZADOS .....</b>	<b>4</b>
1.1. Motivaciones del proyecto .....	4
1.2. Objetivos del proyecto y tareas a desarrollar .....	4
1.3. Resumen de resultados alcanzados en la anualidad I (2015).....	5
<b>2. DESARROLLO DE COMPONENTES TEXTILES FUNCIONALIZADOS PARA TEXTIL Y CALZADO (PT1).....</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivo de PT1 .....	7
2.2. Investigación de aditivos funcionales y productos de acabado (T1.1) .....	7
2.3. Investigación de nuevos materiales textiles que favorezcan la salud en la zona del pie. (T1.2).....	17
2.4. Desarrollo de componentes textiles funcionalizados basados en fibras/hilos funcionales (T1.3) .....	18
2.5. Formulación de recetas de impregnación/recubrimiento de materias textiles (T1.4) ..	21
2.6. Aplicación de formulaciones funcionales sobre tejidos y no tejidos. Caracterización (T1.5).....	24
2.7. Conclusiones parciales de PT1 .....	31
<b>3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ADHESIVOS HOTMELT FUNCIONALES PARA TEXTIL Y CALZADO (PT2).....</b>	<b>32</b>
3.1. Objetivo de PT2 .....	32
3.2. Caracterización de adhesivos convencionales actualmente disponibles en el mercado (T2.1).....	32
3.3. Selección de componentes del nuevo adhesivo y del método de síntesis (T2.2).....	53
3.4. Conclusiones parciales de PT2 .....	54
<b>4. DESARROLLO DE ESTRUCTURAS ADHESIVADAS FUNCIONALIZADAS (PT3).....</b>	<b>56</b>
4.1. Objetivo de PT3 .....	56
4.2. Estudio de materiales y métodos de unión (T3.1) .....	56
4.3. Aplicación de adhesivos convencionales para obtener valores de referencia. Caracterización (T3.2) .....	73
4.4. Aplicación de nuevos adhesivos funcionalizados. Caracterización y comparación de propiedades (T3.3).....	90
4.5. Conclusiones parciales de PT3 .....	95
<b>5. VALIDACIÓN DE PROPIEDADES DE CONFORT (PT4).....</b>	<b>98</b>
5.1. Objetivo de PT4 .....	98
5.2. Confort térmico (T4.1).....	98
5.3. Confort táctil (T4.2) .....	99
5.4. Confort de uso y de pisada (T4.3) .....	104
5.5. Conclusiones parciales de PT4 .....	113

<b>6. ACCIONES DE DIFUSIÓN (PT6) .....</b>	<b>115</b>
6.1. Acciones de difusión llevadas a cabo por AITEX .....	115
6.2. Acciones de difusión llevadas a cabo por INESCOP .....	115

# 1. MOTIVACIONES, OBJETIVOS DEL PROYECTO Y RESUMEN DE RESULTADOS ALCANZADOS

## 1.1. Motivaciones del proyecto

Las industrias textil y del calzado son sectores importantes en la economía de la Comunitat Valenciana, estando formados principalmente por pymes y que actualmente afrontan varios desafíos como la importación acelerada de productos procedentes de países con economías emergentes, a todos los niveles de la producción (fibras, hilos, pieles, tejidos/forros, intermediarios, artículos finales...), la competencia de productos técnicos a nivel europeo y un cierto estancamiento de la demanda interna.

Igualmente, la severa legislación y normas en consumo de energía, uso de agua y productos químicos están forzando a las pymes textiles y del calzado a diversificarse, moviéndolas a desarrollar productos y procesos innovadores donde tanto funcionalidad del artículo final como carácter medioambientalmente favorable del proceso de fabricación son muy tenidos en cuenta.

## 1.2. Objetivos del proyecto y tareas a desarrollar

Habiendo identificado puntos comunes de actuación entre ambos sectores industriales, se plantea el proyecto FUNTEXCAL donde se pretende el desarrollo de nuevos materiales (partes textiles con acabados funcionales, adhesivos HMPUR funcionales, uniones textil/plantillas, textil/piel, textil/polímeros.....) y nuevas estructuras adhesivadas con propiedades funcionales como resistencia a la hidrólisis, retardancia de llama, mayor resistencia mecánica, más confort a pisada o que favorezcan la salud en la zona del pie.

Puesto que en artículos de calzado intervienen diversos materiales -textiles o no- así como diferentes estructuras multicapa, AITEX e INESCOP focalizan el proyecto tanto en los materiales (nuevos tejidos funcionales, nuevos adhesivos hotmelt reactivos funcionales, acabados basados en productos naturales que aporten beneficios al usuario aplicados sobre plantillas/forros textiles...) como en las estructuras (laminados y uniones adhesivas tejido + tejido, tejido + espuma, partes elastómeras en suelas/pisos de PU...).

Para dar una visión completa del proyecto, a continuación se muestra el cronograma propuesta de Paquetes de Trabajo y tareas, para los años 2015 - 2016. El presente Estudio técnico muestra solamente los trabajos/resultados y actividades de AITEX para 2015 (anualidad I).

PT	Nombre del PT o la Actividad	AÑO I 2015												AÑO II 2016											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<b>Desarrollo de componentes textiles funcionalizados para textil y calzado (R: AITEX; P: INESCOP)</b>																								
	1.1. Investigación de aditivos funcionales y productos de acabado. AI/IN.																								
	1.2. Investigación de nuevos materiales textiles que favorezcan la salud en zona del pie. AI/IN.																								
	1.3. Desarrollo componentes textiles funcionalizados basados en fibras/hilos funcionales. AI.																								
	1.4. Formulación de recetas de impregnación/recubrimiento de materias textiles. AI.																								
	1.5. Aplicación de formulaciones funcionales sobre tejidos y no tejidos. Caracterización. AI.																								
2	<b>Investigación y Desarrollo de adhesivos hotmelt funcionales para textil y calzado (R: INESCOP; P: AITEX)</b>																								
	2.1. Caracterización de adhesivos convencionales actualmente disponibles en el mercado. AI/IN.																								
	2.2. Selección de componentes del nuevo adhesivo y del método de síntesis. IN/AI.																								
	2.3. Pruebas iniciales de formulación y síntesis. Caracterización. IN.																								
3	<b>Desarrollo de estructuras adhesivadas funcionalizadas (R: INESCOP; P: AITEX)</b>																								
	3.1. Estudio de materiales y métodos de unión. IN/AI.																								
	3.2. Aplicación adhesivos convencionales para obtener valores referencia. Caracterización. AI/IN.																								
	3.3. Aplicación nuevos adhesivos funcionalizados. Caracteriz./comparación de propiedades. AI/IN																								
4	<b>Validación de propiedades de confort (R: AITEX; P: INESCOP)</b>																								
	4.1. Confort térmico. AI/IN.																								
	4.2. Confort táctil. AI.																								
5	<b>Pre-estudio de mercado y de impactos sectoriales (R: INESCOP; P: AITEX)</b>																								
	5.1. Pre-estudio de mercado y de potenciales clientes/mercados. IN/AI.																								
	5.2. Valoración del impacto en sector textil. AI.																								
	5.3. Valoración del impacto en sector calzado. IN.																								
	5.4. Valoración del impacto en sector adhesivos. IN/AI.																								
	5.5. Valoración del impacto en sector químico. AI/IN.																								
6	<b>Acciones de difusión (R: AITEX; P: INESCOP)</b>																								
	6.1. Gestión y coordinación del proyecto. AI/IN																								
	6.2. Desarrollo del Plan de Difusión del proyecto y los resultados que se alcancen. AI/IN																								

### 1.3. Resumen de resultados alcanzados en la anualidad I (2015)

En las primeras fases del proyecto, tanto AITEX como INESCOP han investigado la disponibilidad y procesabilidad de diferentes aditivos, productos de acabado y materiales textiles susceptibles de aportar funcionalidades especiales -o no disponibles- en los artículos actuales de estructura multicapa textil y/o para calzado. Por ejemplo, se han identificado:

- Nanotubos de carbono (de potencial aplicación en plantillas de EVA) para obtener propiedades antiestáticas/conductoras.
- Nanopartículas basadas en compuestos de plata o de oro (de potencial aplicación en plantillas de EVA o adhesivos) para obtener propiedades antimicrobianas.
- Microencapsulados de fósforo rojo o polifosfato de amonio (de potencial aplicación en material de corte calzado -piel- o para recubrimientos acuosos comerciales -poliuretano o acrílico-) para obtener retardancia de llama.
- Extractos naturales de aloe vera o rosa mosqueta (de potencial aplicación en tejidos de calada, género de punto y laminados internos adhesivados de forrería diversa incluyendo calzado) para obtener propiedades de hidratación de la piel.
- Mentol y eucaliptol (de potencial aplicación en tejidos de calada, género de punto y laminados internos adhesivados de forrería diversa incluyendo calzado) para obtener sensación refrescante/efecto frío.
- Materiales textiles tipo hilo/tejido de PES o PA aditivados con micro/nanopartículas funcionales basadas en cerámicas (de potencial aplicación en artículos textiles diversos, estructuras textiles multicapa de gran

formato -como colchones- y forros interiores laminados incluyendo calzado) para mejorar la circulación sanguínea.

Cada uno de los materiales funcionales especiales ha sido procesado por AITEX o INESCOP en función del uso final (en formato acabado textil, en formato tejido, en formato suelo/plantilla...) y propiedad de interés a desarrollar. Además, diversas series de adhesivos hotmelt comerciales fueron caracterizadas, a fin de disponer de valores de referencia en cuanto a sus propiedades, para:

- Analizar la viabilidad técnica de este tipo de adhesivos para su implantación en la industria del calzado (donde todavía no es una tecnología madura).
- Analizar la viabilidad técnica de aplicación de hotmelts funcionales en la industria textil (y en el desarrollo de tejidos técnicos) y mejorar los hotmelts actuales.

AITEX ha desarrollado varias series de tejidos acabados con principios activos hidratantes/de efecto frío, mientras que INESCOP ha desarrollado diversas rutas de síntesis y aplicación de hotmelts HMPUR con elevado tack inicial y buena adhesión. Habiendo desarrollado estas series de materiales en los meses finales de la anualidad I, se espera durante 2016 utilizar dichos materiales en usos comunes textil/calzado a fin de optimizar los resultados del proyecto. Además, se han caracterizado diversas series de nuevos materiales desarrollados, entre los cuales cabe destacar los siguientes resultados:

- Tejidos que incorporan aloe vera o rosa mosqueta, que incrementan entre un 8% y un 40% el nivel de hidratación de la piel.
- Tejidos con estructura multicapa que incorporan biocerámicas y materiales termoreguladores, que reducen cerca de 1°C la temperatura de la piel en el punto de contacto y favorecen el bienestar y el descanso del usuario.
- Adhesivos HMPUR de uso inicial en calzado, especialmente sintetizados con alto tack inicial -que mejoran dicha característica respecto de los disponibles a nivel comercial- y soportan envejecimiento a 70°C/95% HR.

Estos resultados obtenidos en la primera anualidad sientan las bases para el trabajo a desarrollar durante el año II de FUNTEXCAL, en el cual está prevista la optimización de los resultados de las líneas de trabajo desarrolladas, así como la posibilidad de incorporar nuevos aditivos y materiales de base a las investigaciones. En este sentido, además, AITEX/INESCOP estudiarán el impacto que -sobre diversos sectores industriales- tendrán los resultados obtenidos.

Así, y puesto que sector textil/calzado son afines a industrias tales como la de adhesivos (zonas centro y sobre todo Sur de la Comunitat Valenciana que cuentan con un notable número de empresas productoras de adhesivos industriales) o la de productos químicos, el proyecto supondrá un impacto en innovación y nuevo conocimiento generado para empresas de diferente actividad (proveedores de materias primas del sector químico, productores de adhesivos, fabricantes de tejidos/piel/similares, acabadores textiles/calzado, laminadores, confeccionistas y fabricantes de artículos finales...), facilitando y promoviendo futuros desarrollos e inversiones en I+D de las empresas en los sectores involucrados.

## 2. DESARROLLO DE COMPONENTES TEXTILES FUNCIONALIZADOS PARA TEXTIL Y CALZADO (PT1)

### 2.1. Objetivo de PT1

Investigación y desarrollo de materiales textiles de uso en textil y calzado (no tejidos para plantillas, tejidos para forros, etc.) con funcionalidades enfocadas al cuidado de la salud y un mejor confort de uso. Se espera obtener materiales textiles para calzado que incorporen aditivos funcionales que aporten sensación de frío o calor (pensando en usos deportivos) así como investigar y aplicar materiales textiles con capacidad de mejora de la circulación sanguínea / oxigenación (por reflexión-recuperación de radiación IR) en la zona del pie.

### 2.2. Investigación de aditivos funcionales y productos de acabado (T1.1)

#### Aditivos funcionales

En la primera parte de esta tarea se investigaron e identificaron diferentes productos y micro/nanopartículas, viendo que varias de ellas podían ser potencialmente útiles para los objetivos establecidos en el proyecto. Independientemente del formato en que vienen estos aditivos (estado sólido, estado líquido, dispersión, emulsión, aceite esencial, etc.), a continuación se describen en formato tabla resumen los compuestos estudiados y su funcionalidad.

Por parte de AITEX se investigaron y se proponen para potenciales usos finales, los aditivos que contiene la tabla siguiente.

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
ÁCIDO HIALURÓNICO	Resinas en base acuosa para el acabado textil (impregnación)	HIDRATANTES Y/O REGENERANTES DE LA PIEL
ACEITE DE CALÉNDULA		
ACEITE DE JOJOBA		
ACEITE DE MANZANILLA, MANZANILLA (O SU ESENCIA)		
ALOE VERA (Y SU FORMATO GEL)		
ACEITE ROSA MOSQUETA		
UREA		
ACEITE DE CÁÑAMO Y AGUACATE		
BISABOLOL (alfa-BISABOLOL)		
ALANTOÍNA		
ÁCIDO LINOLÉICO		
ACEITE DE ARGÁN		
COLÁGENO		
CHITOSANO		

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
NANOMETALES	Resinas de base acuosa (recubrimiento o estampación) o hotmelts	CAPACIDAD ANTIESTÁTICA O DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA
NANOTUBOS DE CARBONO		

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
NANOARCILLAS	Resinas de base acuosa (recubrimiento o estampación) o hotmelts	RETARDANCIA DE LLAMA / IGNIFUGACIÓN
DERIVADOS COPOLÍMEROS DE SILICIO (POSS)		
COMPUESTOS CONVENCIONALES FOSFORADOS-BASE MELAMINA		
Otros HFFRs (halogen-free FRs)		



ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
PLATA (en formato IÓNICA o NANOPARTÍCULAS)	Resinas en base acuosa para el acabado textil o hotmelts	ANTIMICROBIANO
ÓXIDO DE ZINC (ZnO)		
ZINC PYRITHIONE		
ÓXIDOS DE COBRE (CuO y Cu <sub>2</sub> O)		
ÁCIDOS/ÁLCALIS y AGENTES ACTIVOS		
COMPUESTOS NATURALES		

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
DIETILTOLUAMIDA (DEET)	Resinas en base acuosa para el acabado textil	ANTIMOSQUITO / ANTIINSECTO
ICARIDINA		
CITRONELA/CITRIODIOL		
DERIVADOS PIRETRINOIDES		
IR3535		
COMPUESTOS NATURALES		

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
TiO <sub>2</sub> (DÍOXIDO DE TITANIO)	Resinas de base acuosa (recubrimiento o estampación)	CAPACIDAD TERMORREGULADORA/REFLEXIÓN TÉRMICA
ZNO (ÓXIDO DE ZINC)		
ALUMINIO y AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ÓXIDO DE ALUMINIO)		
OTROS ÓXIDOS INORGÁNICOS		
POLÍMERO KRATON		
POLÍMEROS SUPERABSORBENTES		

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
ALCANFOR CRISTAL SINTÉTICO (efecto calor)	Resinas en base acuosa para el acabado textil (impregnación)	EFECTO FRIO/CALOR POR CONTACTO CON LA PIEL
ÁRNICA (efecto calor)		
CAPSAICINA (efecto calor)		
EUCALIPTOL (efecto frío)		
MENTOL CRISTAL (efecto frío)		
HARPAGOFITO (efecto antiinflamatorio)		
CAFEINA (efecto estimulante)		
DIVERSAS PLANTAS y ESPECIES VEGETALES como CANELA, NUEZ MOSCADA (para efecto calor), ROMERO u ORÉGANO (para efectos antiinflamatorios, reducción de calambres)		

Por parte de INESCOP se proponen para potenciales usos finales sobre adhesivos y materiales poliméricos que intervienen directamente en productos de calzado, los aditivos que contiene la tabla siguiente.

ADITIVO	AÑADIDO A	PROPIEDADES IMPARTIDAS
MULTIWALL CARBON NANOTUBES (MWCNT)	Plantillas de EVA	ANTIESTATICO: 168,3 MΩ (en crudo) CONDUCTOR: 4,1 KΩ (vulcanizado) ANTIESTATICO: 6,1MΩ (en EVATHINK)
MASTERBATCH IN EVA (20wt%)		
AgNPs	-Plantillas de EVA -Adhesivo de PU acuoso	Se ha estudiado la MIC (concentración mínima inhibitoria) para determinar la mínima cantidad a incorporar y dar propiedades ANTIMICROBIANAS*
Ag@SiO <sub>2</sub>		
AuNPs	Pendiente resultados en materiales	Se ha estudiado la MIC (concentración mínima inhibitoria) para determinar la mínima cantidad a incorporar y dar propiedades ANTIMICROBIANAS*
Au@SiO <sub>2</sub>		
FÓSFORO ROJO (MICROENCAPSULADO)	-Material de corte calzado (piel) -Recubrimientos acuosos comerciales (poliuretano/acrílico)	RETARDANCIA DE LLAMA: cumplen requisitos de ensayo a la llama Ensayos de flexión: el recubrimiento con FR incorporado se desprendía, desgarraba
POLIFOSFATO AMONIO (MICROENCAPSULADO)		

En una segunda parte de T1.1 se estudiaron diferentes productos de acabado funcional para el acabado textil. Se muestran los considerados como de más interés.

**Productos para acabado barrera al agua/barrera a líquidos.**

Distinguiremos aquí entre los acabados barrera a líquidos que están basados en fluorocarbonos (tecnología C6 principalmente) y los acabados repelentes a líquidos más novedosos con tecnología flourine-free.

- **PRODUCTOS DE ACABADO DWR / REPELENTES A LÍQUIDOS BASADOS EN FLUOROCARBONOS**
- **PRODUCTOS DE ACABADO DWR / REPELENTES A LÍQUIDOS FLUORINE-FREE Y OTRAS OPCIONES TÉCNICAS**

Existen otras opciones para lograr alta repelencia a líquidos y/o impermeabilidad+transpirabilidad, aunque en este caso deben establecerse exactamente los requerimientos principales que deben tener los tejidos y prendas finales. Las tendencias actuales en acabados fluorocarbonados repelentes a líquidos están llevando a la industria química y del acabado textil a decantarse por productos C6 libres de PFOAs (ácido perfluorooctanoico) por cuestiones medioambientales y de salud. Aun así, las grandes multinacionales y productores químicos ya están poniendo sus miras en sintetizar acabados textiles fluorine-free.

Los dendrímeros por ejemplo, pueden ser una opción técnica. Así, el producto RUCO DRY-ECO es un ejemplo de ello (aunque debe tenerse muy en cuenta su estructura química, algunos dendrímeros sí pueden estar basados en la química del flúor):

Spezialprodukte für die Textilindustrie

Rudolf GmbH  
Altvaterstraße 58 - 64  
82538 Geretsried

Telefon: + 49 81 71 / 53 - 0  
Telefax: + 49 81 71 / 53 - 191  
E-mail: pr@rudolf.de

**RUDOLF CHEMIE**

**® RUCO-DRY ECO**

**COMPOSITION** Hyperbranched dendrimers and polymers, cationic

**USES** Highly effective water-repellent agent for finishing fabrics of all fibre types; confers excellent durability to washing when combined with crosslinking boosters, such as **RUCO-LINK EIT**, **RUCO-LINK DAL** or **RUCO-LINK BEW**.

**PROPERTIES**

- Imparts very good hydrophobic properties
- Soft fabric handle
- High gliding properties of the finished textile
- Confers resistance to aqueous soil
- Highly resistant to washing when combined with boosters
- Good abrasion resistance
- No high curing temperatures necessary
- Free of organic halogen compounds inclusive of fluorocarbon compounds
- APEO-free
- Solvent-free
- Non-flammable
- Not resistant to dry cleaning

**TECHNICAL DATA**

- White emulsion
- Specific gravity at 20 °C 1.1 g/cm<sup>3</sup>
- pH value ca. 3 - 6
- Easily dilutable with cold water
- Liquor preparation with soft water recommended

**APPLICATION** **RUCO-DRY ECO** can be used for imparting durable water-repellent properties to textiles of all fibre types when combined with **RUCO-LINK EIT**, **RUCO-LINK DAL** or **RUCO-LINK BEW**. Adjust the liquor with 0.5 ml/l acetic acid (60 %) before adding **RUCO-DRY ECO**.

**RUCO-DRY ECO** can be easily dispersed in the liquor by stirring. The liquor **MUST NOT** be treated with high-speed impellers or Turax-similar stirrers, since, due to the high shear forces, the emulsions can be damaged irreversibly.

Since already small quantities of surface-active substances (surfactants, scouring agents) may cause a deterioration in effects, the goods to be finished have to be thoroughly pretreated and free of surface-active residues, residual alkali or multivalent salts.

**Durable water repellency** For obtaining durable water-repellent effects as well as repellency of aqueous soiling we recommend

30	-	60	g/l	<b>RUCO-DRY ECO</b>
15	-	30	g/l	<b>RUCO-LINK EIT</b> or <b>RUCO-LINK BEW</b>

wet pick-up 60 - 80 %  
dry/cure 150 °C, 2 min

**Producto repelente a líquidos RUCO DRY ECO en base a dendrímeros.**

También existen repelentes a líquidos fluorine-free derivados de los C6, por ejemplo el ARKOPHOB, que hasta 20 lavados ofrece niveles de repelencia a líquidos similares a los de compuestos habituales y mejores que los de otras soluciones fluorine-free:

### Ask for more

The benefits offered with Arkophob® FFR find their source in the exceptional properties of this products.

▪ <b>Water repellency:</b>	Arkophob® FFR offers water repellency performance levels that are superior to existing fluorine-free products available on the market and close to C6 fluorochemicals.
▪ <b>Durability of the effect:</b>	Arkophob® FFR can display a wash resistance of more than 20 washes, a performance close to C6 fluoro-chemicals and far superior to other fluorine-free products on the market.
▪ <b>Fabric strength:</b>	Arkophob® FFR improves the technological properties of the treated fabric with better resistance to abrasion and tear.
▪ <b>Softness and bulky hand-feel:</b>	The fabric stays pleasant to the touch.
▪ <b>Sustainability:</b>	Fluorine-free.

Arkophob® FFR is weakly cationic and causes no yellowing.

### See for yourself

#### Water repellence initial performance

Product	Performance (%)
Arkophob® (100)	100
Existing fluorine-free products (85)	85

Spray tests on cotton of Arkophob® FFR versus existing fluorine-free product

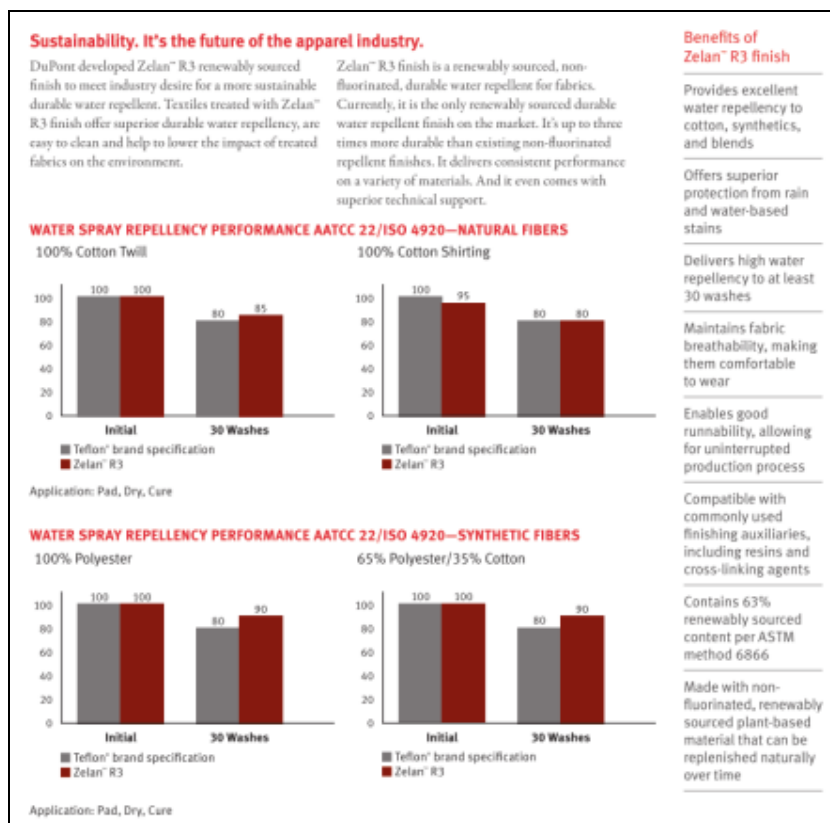
#### Durability test

Product	Performance (%)
Arkophob® (80)	80
Existing fluorine-free products (50)	50

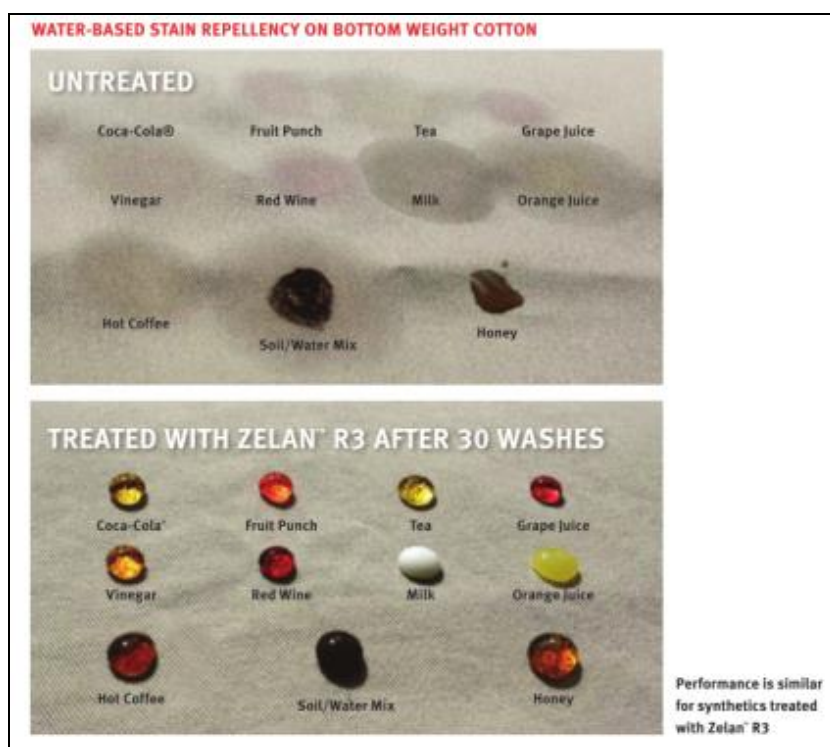
Comparison of effect durability on cotton of Arkophob® FFR versus existing fluorine-free product after 20 washes

**Producto repelente a líquidos ARKOPHOB, tipo fluorine-free.**

Competidor directamente del anterior producto puede considerarse al ZELAN R3, que también emplea tecnología fluorine-free para obtener altas cotas de repelencia al agua.



**Niveles de repelencia que aporta el producto ZELAN R3, tipo fluorine-free.**



**Durabilidad del efecto de repelencia que aporta el producto ZELAN R3, tipo fluorine-free.**

### **Productos para el acabado funcional moisture-management (favorecer la gestión de la humedad/fácil secado)**

En este tipo de acabados, suelen intervenir productos tales como organosiloxanos, resinas de PU o resinas acrílicas. El estudio realizado al respecto de opciones técnicas aplicables por acabado textil que promuevan o faciliten el transporte de humedad y el fácil secado de tejidos y prendas (de carácter sintético generalmente, pero también aplicables a fibras naturales) arroja los siguientes compuestos identificados:

- TANA®FINISH HPX.
- HYDROPERM RPU New e HYDROPERM® RPU NEW LIQ C.
- HYDROPERM® SRHA LIQ.
- SOLUSOFT® TOW LIQUID CONC.
- Gama FERAN y SILURAN.
- Gama EVO COMFORT y EVO SPORT.
- Gama HIQ ACTIVE and COOL COMFORT.
- MAGNASOFT 588 TX.

### **Productos para el acabado funcional antimicroorganismos (antimosquitos).**

Esta sección del trabajo de T1.1. en FUNTEXCAL se ha ocupado de la investigación de productos de acabado antiinsecto/antimosquito, principalmente:

- BEMATIN PER40 -base permetrina- está indicado para tejidos de indumentaria diversa, recomendando aplicar una cantidad de producto activo en el proceso de acabado de 1300 mg/m<sup>2</sup> de permetrina activa (aproximadamente un uso de 40 g/l de producto).
- SANITIZED AM 2324 es también en base permetrina y cumple con los mayores estándares requeridos por usos técnicos -ropa militar-; dicho producto posee un efectivo tratamiento duradero hasta 100 lavados.
- Un par de productos microencapsulados para el acabado antiinsectos, ambos de base permetrina (piretrinoídes sintéticos). Son los productos de acabado ACTICIDE SCP y KONSERVAN P10.
- Producto antimosquitos microencapsulado SKINTEX® MRIII.
- POLYRELEASE REPEL es un acabado microencapsulado de acción antimosquitos / antiinsectos.
- Línea INSECTA® la cual consiste en una serie de productos de acabado textil microencapsulados base permetrina.
- CENTERFINISH RMF microencapsulado como producto antimosquitos y repelente a insectos. Este producto es base toluamida (complejo orgánico) con un 30% de producto activo contenido.
- EULAN INSECTPROOF o EULAN SPA01, que tienen eficacia frente a mosquitos y diferentes insectos.
- Agente antiinsecto y antimosquito para acabado textil MITIN AL01.

### **Productos de acabado con funcionalidad de alta visibilidad / luminosidad / luminiscencia.**

Esta funcionalidad es más especial y específica que las comentadas hasta ahora, ya que principalmente podría ser desarrollada para dotar de efecto estético a materiales



textiles, recubrimientos para calzado, etc. Además de la opción de los productos para acabado, existiría la posibilidad de laminar films que aporten dicho efecto de color/visibilidad.

Sin embargo, la opción -potencialmente hablando- más adecuada para procesos de acabado textil aplicados por vía húmeda parece ser la de emplear pigmentos o tintas de alto rendimiento lumínico con carácter fluor- y fosforescente para obtener alta visibilidad en ambientes de uso con poca luz; en cualquier caso, debe dejarse constancia aquí del alto coste de estas materias primas (> 100 €/kg en la mayoría de casos) si bien se emplean en poca concentración cuando se formulan pastas de estampación/recubrimiento con ellos.

### **Productos de acabado con potencial funcionalidad antipolen.**

Otra funcionalidad muy especial y específica que podría lograrse mediante productos de acabado textil sería la capacidad de evitar el anclaje y penetración de granos de polen y esporas sobre la superficie textil, y los mismos intersticios del tejido.

Puesto que la funcionalidad antipolen que se buscaría se basa en un doble efecto: efecto barrera física (evitando la penetración y anclaje de los granos de polen y pequeñas partículas de suciedad en las fibras) y efecto antiestático (evitando la atracción de partículas por carga electrostática), los compuestos a continuación listados aportan al menos una de las 2 propiedades indicadas.

- **ACABADOS ANTIESTÁTICOS.**
- **BAYPRET NANOPOLLEN**, el cual es un derivado de polisiloxano de carácter catiónico, que actúan tanto como barrera -evitando que las partículas penetren en los intersticios del tejido- como aportando cierto carácter antiestático.

### **Productos de acabado microencapsulado con funcionalidad hidratante / cuidado de la piel.**

Como última funcionalidad descrita aquí que se podría desarrollar con productos de acabado textil, se describen los resultados obtenidos en la investigación de productos microencapsulados con capacidad hidratante o de cuidado de la piel. También son de potencial interés en FUNTEXCAL ya que se podrían aplicar fácilmente sobre tejidos que entren a formar parte de estructuras multicapa adhesivadas para textil/calzado, en diferentes usos finales. Ejemplos de estos productos de acabado textil microencapsulados se muestran a continuación:

- **CENTERFINISH ALV** el cual es un acabado de propiedades hidratantes base aloe vera.
- Diversos productos microencapsulados para acabado textil con funcionalidades tales como vitaminas, ginseng, y también fragancias y aromas, por ejemplo, bajo la línea de productos **BAYSCENT**. También **BAYSCENT® ALOE VERA** y **BAYSCENT® ARGAN OIL**.
- **SKINTEX**, (diferentes compuestos de acabado destinados al cuidado de la piel), incluida funcionalidad FRENTE A PIERNAS CANSADAS (y otros destinados a aromaterapia). Específicamente para la función hidratante tienen una combinación de principios activos que incluyen vitamina E y escualano.



- EVO CARE ALOE VERA. Dentro de la gama de productos EVO CARE hay otros para el cuidado de la piel y el efecto wellness: Aloe Vera, Jojoba, Vital (Vitamina E, Aloe Vera y Jojoba) y Beeswax (cera de abeja).
- POLYRELEASE ALOE VERA, el cual es un acabado microencapsulado que contiene este ingrediente activo para el cuidado de la piel. Además hay otros productos y funcionalidades microencapsuladas para el acabado textil, dentro de la gama POLYRELEASE.
- eSCENTial® SKINCARE, línea que dispone de compuestos para el cuidado de la piel.

### **2.3. Investigación de nuevos materiales textiles que favorezcan la salud en la zona del pie. (T1.2)**

En esta segunda tarea se recogen los trabajos referentes al estudio e investigación de nuevos materiales textiles que pueden favorecer la salud y el confort, especialmente en la zona del pie (aunque también podrían ser empleados en tejidos/prendas de otras zonas corporales u otros productos finales). Dentro de la búsqueda de información técnica, y del análisis de materiales textiles en formato fibra/hilo, se identificaron diversos de ellas como potencialmente útiles para los objetivos establecidos en el proyecto. 4 grandes grupos de materiales textiles en dicho formato fueron investigados:

- Fibras/Hilados con capacidad de remisión IR.
- Fibras/Hilados con capacidad/funcionalidad antimicrobiana intrínseca.
- Fibras/Hilados de alta resistencia mecánica (que aporten capacidad anticorte/antipunzón).
- Fibras/Hilados de sección especial (que aporten confort térmico).

A continuación se muestran los resultados más significativos referentes a la identificación y estudio de cada familia de materiales.

#### **Fibras/Hilados con capacidad de remisión IR.**

En esta primera división temática de la información técnica investigada, se ha realizado por parte de AITEX una búsqueda de información técnica al respecto de materiales de base textil (bien sean fibras o hilos) en los cuales vayan incluidos algún tipo de partícula o aditivo cerámico/metálico que permita la reflexión -e incluso absorción- de la radiación infrarroja (IR) pero también la de longitud de onda UV proveniente de la luz solar. En esta parte del estudio se indican tipos de fibras/hilos con referencia a su nombre comercial.

#### **Base poliéster:**

- CELLIANT (FIBRA / HILO).
- RESISTEX BIOCERAMIC (HILO).
- IRADE (HILO).
- FLEATHERMO (HILO).
- JAOW YEEH (HILO).
- SAN WU (HILO).

- LIBOLON (HILO).

Base poliamida:

- EMANA (HILO).
- NILIT INNERGY (HILO).

Otros:

- X-STATIC (FIBRA).

**Fibras/Hilados con capacidad/funcionalidad antimicrobiana intrínseca.**

En este apartado se han investigado aquellos materiales tanto de naturaleza sintética como carácter natural/proveniente de recursos renovables. Se indican materias o proveedores/marcas comerciales (no se indican, por ejemplo, en el caso del bambú o el quitosano al haber multitud de suministradores).

- BAMBÚ
- FIBRA DE PROTEINA DE SOJA y FIBRAS DE QUITINA
- FIBRA SEACELL
- FIBRAS SO-SURE, SO-PURE, SO-SMOOTH y SO-FRESH
- TREVIRA BIOACTIVE.
- NILIT® BODYFRESH.

**Fibras/Hilados de alta resistencia mecánica (que aporten capacidad anticorte/antipunzón).**

Diversas fibras/hilados y materiales textiles se han identificado como potencialmente útiles para desarrollar artículos y productos textiles de refuerzo en la zona del pie (como protección mecánica). Se describen a continuación los investigados:

- PSA – POLISULFONAMIDA
- FIBRAS UHMWPE (POLIETILENO DE ULTRA ALTO PESO MOLECULAR)
- FIBRAS ARAMIDAS

**Fibras/Hilados de sección especial (que aporten confort térmico).**

Para finalizar con la investigación en materiales textiles en formatos fibra/hilo, el personal investigador de AITEX también se centró en aquellos que pueden aportar como funcionalidad principal un excelente confort térmico y gestión de la humedad.

- COOLMAX®
- THERMOCOOL
- VISCOVA VILOFT.

## **2.4. Desarrollo de componentes textiles funcionalizados basados en fibras/hilos funcionales (T1.3)**

Tras haber analizado en los primeros meses del proyecto la información técnica inicialmente recopilada al respecto de hilados funcionales, en T1.3 se pudo disponer de información suficiente al respecto de que tipologías de materiales textiles

seleccionar para el desarrollo de componentes textiles funcionalizados basados en fibras/hilos funcionales.

Se desarrollaron diferentes muestras experimentales a partir de diversos materiales de trabajo (principalmente hilos que aportasen al menos 2 funcionalidades principales de más interés demandadas por el mercado actual e identificadas en T1.2: efecto wellness por recuperación/remisión de radiación IR y protección antimicrobiana). Además, se consideró por el interés creciente del mercado en esta funcionalidad, la protección mecánica a partir de hilados de altas prestaciones mecánicas.

### **Hilados / tejidos**

Teniendo en cuenta que las muestras desarrolladas hasta ahora en el proyecto han sido todas enfocadas hacia género de punto, por cuanto esta estructura es válida para forrería tanto de uso textil (indumentaria) como calzado (interior de zapatos), y además los parámetros de tejeduría y mezclas investigadas pueden ser extrapolados a estructuras textiles multicapa/plantillas, etc..., el equipo investigador de AITEX decidió trabajar con varios tipos de hilados que tenía disponibles.

Así, los tipos de hilados fueron:

- RESISTENCIA MECÁNICA. Tipo UHMWPE 100%, con propiedades anticorte/antirasgado, destinado a la fabricación de artículos textiles para protección personal.
- ANTIMICROBIANO1 y ANTIMICROBIANO2. Tipo viscosa con propiedades antimicrobianas intrínsecas, destinado a la fabricación de indumentaria de punto para diferentes usos ropa interior, camisetas, tejidos exteriores). Las composiciones de partida trabajadas fueron vis/CO 20/80 y 30/70.
- REMISIÓN IR1 y REMISIÓN IR2. Con composición PES 100%, en ambos casos, aditivado con nanopartículas cerámicas y con capacidad de reflexión de la radiación IR

Para desarrollar las correspondientes muestras de tejidos funcionales a partir de hilados especiales, se hizo uso del equipo piloto que, para desarrollar pequeñas muestras tubulares dispone AITEX. En 2016 se prevé además desarrollar tejidos de calada con el telar de que dispone AITEX.

Se ha utilizado el equipo Celex Inlab de Darbra Textile Machinery disponible en AITEX. Éste es un equipo especialmente diseñado para tejer muestras de punto a escala de laboratorio, siendo destacable su facilidad de manejo y mantenimiento.



**Equipo de laboratorio de tejeduría de punto Celex Inlab disponible en AITEX.**

En la siguiente tabla se muestran las características técnicas del equipo de tejeduría de punto Celex Inlab:

GALGA	13
PLATO	Sí
CILINDRO	Sí
Nº DE JUEGOS	1,00
DIÁMETRO	3,5 pulgadas
Nº AGUJAS	144
MÁXIMA VELOCIDAD	300 rpm
PESO	112 kg
DIMENSIONES	2 x 0,9 x 0,9 m
Nº DE ALIMENTADORES	1
CONTROL ELÉCTRICO	Sí
DISPARO RORURA DE HILO	Sí
DISPARO FINAL DE ROLLO	Sí
DISPARO DE ROTURA DE AGUJA	No
TIPO DE FILETA	Simple
CONSUMO ELÉCTRICO	0,75 kW motor 1 0,50 kW motor 2
AIRE COMPRIMIDO	No
ACCESORIOS OPCIONALES	Enrollador. Alimentador Positivo. Cuenta metros

**Características técnicas del equipo Celex Inlab.**

La primera vía de actuación consistió en tejer los hilos de manera individual, para observar problemas en el procesado/preparación de los mismos, así como para determinar si se producían defectos en la superficie del tejido obtenido (nudos, puntos vacíos, etc.).

Cabe indicar aquí también que con posterioridad a las pruebas iniciales de tejeduría con hilados individuales, se investigaron posibles mezclas de hilados para obtener un tejido en el cual se combinaran -a priori- propiedades de resistencia mecánica y propiedades antimicrobianas.

Las tablas siguientes muestran las principales características obtenidas en los tejidos desarrollados empleando de manera individual los hilados indicados.

REFERENCIA	Masa laminar (g/m <sup>2</sup> )	Ligamento	Densidad	
			Longitudinal (c/cm)	Transversal (pasadas/cm)
RESMEC	100	Punto liso	10	14
ANTIMICROBIANO1	94	Punto liso	9,5	13
ANTIMICROBIANO2	102	Punto liso	10	14
REMISIÓN IR1	105	Punto liso	10	13
REMISIÓN IR2	105	Punto liso	10	13

Tras obtener estas primeras muestras referencia, el equipo de AITEX modificó algunos parámetros de la tejeduría para desarrollar nuevas muestras de cada material de base, así como realizó combinaciones de ambos hilos mediante procesos de torsión para desarrollar tejidos -potencialmente- multifuncionales.

## 2.5. Formulación de recetas de impregnación/recubrimiento de materias textiles (T1.4)

En paralelo a la tarea T1.3 que ha tratado la funcionalización de componentes textiles partiendo de hilados funcionales, se desarrolló la tarea T1.4 y T1.5 centrada en la formulación de recetas de impregnación y su posterior aplicación sobre tejidos.

En T1.4 se formularon diversas recetas de acabado funcional a partir de aditivos especiales que aportasen propiedades beneficiosas para la salud (principalmente hidratantes y de efecto frío/calor). En su momento se requirió de colaboración externa para avanzar en este trabajo de formulación, por los problemas encontrados con ciertas mezclas de productos.

Además, se trabajó con dos aditivos de carácter mineral/metálico: nanoplata y nanoalúmina; el primero de ellos para tratar de formular acabados bactericidas “a la carta”, mientras que el segundo busca dar propiedades antipenetración a los tejidos con él recubierto (disperso en el seno de una resina polimérica).

Posteriormente, en T1.5 se aplicaron por impregnación/fulard las muestras de acabado funcional -adecuadas para ello- desarrolladas y además se caracterizaron estas y otras muestras desarrolladas dentro de PT1 (como algunos de los tejidos obtenidos mediante hilados funcionales de T1.3.). La nanoplata y la nanoalúmina dispersadas en resina se aplicaron por rasqueta, mientras que el aditivo O3 se generó in-situ mediante un pequeño generador disponible en AITEX.

### **Selección de productos**

En el acabado de tejidos se trabajó con diferentes productos aditivos funcionales:

- ALOE VERA.
- ROSA MOSQUETA.
- MENTOL.
- EUCALIPTOL.
- NANOPLATA.
- NANOALÚMINA / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Para la preparación de dispersiones se trabajó con una resina PU o una resina acrílica disponible en AITEX, y se utilizó una pequeña cantidad de dispersante para los casos en que se trabajó con nanopartículas sólidas (nanoAg y nanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

### **Formulación de recetas de acabado**

En la formulación de recetas de acabado, se consideraron diferentes concentraciones de producto funcional para la preparación de los baños de impregnación / pastas de recubrimiento. En la tabla siguiente se muestran las pruebas realizadas y las concentraciones estudiadas.

FÓRMULAS PREPARADAS	Resultado (OK /NO OK). Si NO OK (NO1-no se dispersa; NO2-precipitar; NO3-fase separadas)								T
	1	2	3	4	5	6	7	8	
PU 5% + ALOE VERA 2%	OK								1
PU 5% + ALOE VERA 2.5%	OK								2
PU 5% + ALOE VERA 5%	NO2	OK							3
PU 5% + ALOE VERA 7.5%	NO2	OK							4
PU 5% + ALOE VERA 10%	NO2	OK							5
PU 5% + ROSA M. 2%	NO3	OK							6
PU 5% + ROSA M. 2.5%	NO3	OK							7
PU 5% + ROSA M. 5%	NO3	NO3	NO3						8
PU 5% + ROSA M. 7.5%	NO3								9
PU 5% + ROSA M. 10%	NO3								10
PU 5% + MENTOL 0.1%	NO1								11
PU 5% + MENTOL 0.2%	NO1								12
PU 5% + MENTOL 0.5%	NO1	NO1							13
PU 5% + MENTOL 1%	NO1								14
PU 5% + MENTOL 2.5%	NO1								15
PU 5% + EUCALIPTOL 0.1%	NO3								16
PU 5% + EUCALIPTOL 0.2%	NO3								17
PU 5% + EUCALIPTOL 0.5%	NO3								18
PU 5% + EUCALIPTOL 1%	NO3								19
PU 5% + EUCALIPTOL 2.5%	NO3								20
AC 5% + ALOE VERA 2%	OK								21
AC 5% + ALOE VERA 2.5%	OK								22
AC 5% + ALOE VERA 5%	OK								23
AC 5% + ALOE VERA 7.5%	OK								24
AC 5% + ALOE VERA 10%	OK								25
AC 5% + ROSA M. 2%	NO3	OK							26
AC 5% + ROSA M. 2.5%	NO3	OK							27
AC 5% + ROSA M. 5%	NO3	NO3	NO3						28
AC 5% + ROSA M. 7.5%	NO3								29
AC 5% + ROSA M. 10%	NO3								30
AC 5% + MENTOL 0.1%	NO1								31
AC 5% + MENTOL 0.2%	NO1								32
AC 5% + MENTOL 0.5%	NO1	NO1							33
AC 5% + MENTOL 1%	NO1								34
AC 5% + MENTOL 2.5%	NO1								35
AC 5% + EUCALIPTOL 0.1%	NO3								36
AC 5% + EUCALIPTOL 0.2%	NO3								37
AC 5% + EUCALIPTOL 0.5%	NO3								38
AC 5% + EUCALIPTOL 1%	NO3								39
AC 5% + EUCALIPTOL 2.5%	NO3								40
PU + 0.5 NanoAg	OK								41
PU + 1% NanoAg	OK								42
PU + 2% NanoAg	OK								43
PU + 5% NanoAl2O3	OK								44
PU + 10% NanoAl2O3	OK								45
PU + 20% NanoAl2O3	OK								46

Por los resultados que se han ido obteniendo, se aprecia la dificultad de formular y mezclar los aditivos hidratantes/efecto frío, especialmente por la incompatibilidad de fases y de componentes.

Así, el aloe vera no ha presentado ningún problema de mezclado entre resinas, a ninguna concentración estudiada (desde el 1% o 10 g/l hasta el 10% o 100 g/l). Por su parte la rosa mosqueta sí presenta problemas de separación de fases a concentraciones medias/elevadas -las pruebas en amarillo indican que para AITEX el aspecto no es satisfactorio aunque se podrían llegar a aplicar-.



Respecto de los aditivos frío/calor, ninguno de ellos pudo ser dispersado/mezclado en un estado satisfactorio para AITEX, aunque para el caso del eucaliptol aunque se produce cierta separación de fases en el mezclado se podrían llegar a aplicar las formulaciones investigadas.

Para avanzar en dichas formulaciones más complejas se requiere de un trabajo más extenso, para tratar de ajustar/desarrollar/aplicar este tipo de formulaciones con estos principios activos. De manera que esta línea de trabajo se continuará en 2016. En cualquier caso, los primeros trabajos realizados en 2015 permiten avanzar cuales serían los componentes básicos de recetas de formulación optimizadas al respecto:

- **PRINCIPIOS ACTIVOS:** como ya se ha comentado anteriormente, los principios activos a formular son los siguientes: Aloe vera (hidratante), Rosa mosqueta (hidratante), Mentol (efecto frío), Eucaliptol (efecto frío).
- **BINDERS:** los binders permitirán fijar sobre tejido los principios activos anteriormente comentados.
- **ADITIVOS PARA EL AUMENTO DE LA DURABILIDAD:** para intentar alcanzar una durabilidad de los principios activos de al menos 5 lavados domésticos.
- **ADITIVOS ESTABILIZADORES:** dada la complejidad de estas formulaciones se deben incorporar emulsionante y antiespumante.
- **CONSERVANTES:** las formulaciones diseñadas deberán quedar debidamente protegidas contra bacterias y hongos en las condiciones normales de almacenaje y utilización de las mismas. Debe emplearse un conservante autorizado por la UE.

Por otra parte, los aditivos sólidos metálicos nanoplatá y nanoalúmina se pudieron formular adecuadamente gracias al uso de dispersante (entre 1-2%).

De todas las formulaciones estudiadas y desarrolladas, algunas de ellas se aplicaron sobre tejidos. Ello se muestra en el punto 2.6 de este estudio.

## **2.6. Aplicación de formulaciones funcionales sobre tejidos y no tejidos. Caracterización (T1.5)**

En paralelo a las formulaciones preparadas con los productos de acabado indicados, en AITEX se desarrollaron las aplicaciones sobre tejidos de CO y PES de aquellas fórmulas hidratantes/efecto frío consideradas por AITEX como satisfactorias o como viables.

Además, se realizaron pruebas sobre tejido PES de deposición por rasqueta de las formulaciones de nanoAg o nanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Y sobre tejido CO se aplicó tratamiento funcional higienizante con aditivo O<sub>3</sub> generado in-situ.

### **Aplicación de formulaciones funcionales**

La aplicación de las fórmulas consideradas como inicialmente viables se realizó mediante el equipo de aplicación de acabados textiles de que dispone AITEX. Para ello se empleó el fulard de laboratorio en pruebas previas y se utilizó el equipo/planta



piloto MATEX de aplicación de acabados por fulard/rasqueta. Este equipo se describe a continuación.

La maquinaria de aplicación de acabados mediante rasqueta/fulard es un modelo Rotolabo Multi 600 de MATEX siendo, a escala laboratorio, una fiel reproducción de lo que sería un completo montaje a nivel industrial puesto que incorpora el dispositivo de rasqueta en dos de sus variantes (al aire y sobre cilindro), o una cubeta de impregnación con cilindros de escurrido, y además cuenta con una parte destinada al secado/curado de los tejidos acabados que se quieran desarrollar (Figura inferior).



**Vista general de la Rotolabo Multi 600, máquina a emplear para la aplicación de recubrimientos técnicos e impregnaciones.**

#### Recubrimientos por rasqueta.

Para trabajar con esta técnica de acabado, deberán establecerse los parámetros propios del proceso de deposición de acabados con rasqueta, tales como:

- Velocidades de paso de los diferentes tejidos.
- Adecuación de la tensión de los mismos, de modo que no se formen defectos en la deposición.
- Espesor de la capa depositada.
- Establecer las temperaturas de curado/secado más adecuadas a cada resina de acabado y tejido.
- Elección entre la variante de rasqueta al aire o sobre cilindro, según los casos.
- Elección de la geometría de rasqueta más adecuada.
- Ángulo de utilización de la rasqueta.
- El ancho útil de trabajo en este caso es de 480 mm.

#### Impregnaciones por fulardado.

En este caso debe tenerse en cuenta:

- La capacidad del depósito donde se vierten las soluciones acuosas a aplicar permite un uso mínimo de 2 litros y un máximo de 5 litros de disolución de trabajo.
- El paso del tejido se controla de forma automática (entre 1 y 10 m/min).
- La presión de escurrido se controla de forma automática (entre 1 y 7 bar).

- El ancho útil de los cilindros de escurrido es de 35 cm (aunque lo óptimo será trabajar con muestras de 30 cm de ancho máximo).

De manera general, esta máquina permite trabajar en un rango de velocidades de hasta 10 m/min. El horno del que dispone (con dos zonas de secado/curado) permitirá trabajar con temperaturas de hasta 210°C. Las dimensiones generales de la máquina son 3,3 m x 1,5 m x 2,1 m.

Los materiales de trabajo son resinas o pastas, y resinas base acuosa en estado líquido, con un mínimo de viscosidad en función de la técnica elegida, que asegure el adecuado procesado de las muestras textiles. En principio, pueden procesarse todo tipo de tejidos y en ciertos casos nonwovens, requiriendo siempre de ciertas pruebas previas para asegurar la viabilidad técnica del proceso de acabado seleccionado.

Por tanto, con este equipo AITEX consideró adecuado para FUNTEXCAL establecer unos parámetros de acabado fijos, para estudiar el efecto de la influencia de las diferentes concentraciones en el aspecto de los tejidos, y evitar así que los parámetros de acabado fuesen otra variante a controlar.

Aun así, los parámetros establecidos de acabado por fulard fueron los siguientes.

- Velocidad de paso del tejido: 2-3 m/min.
- Presión de escurrido: 2-3 bar.
- Pick up requerido: >85%.
- Temperatura de secado: 60-80°C.
- Tiempo de secado en estufa: 15 min.
- Tiempo de reposo al aire: 24h.

Y para el acabado por rasqueta fueron:

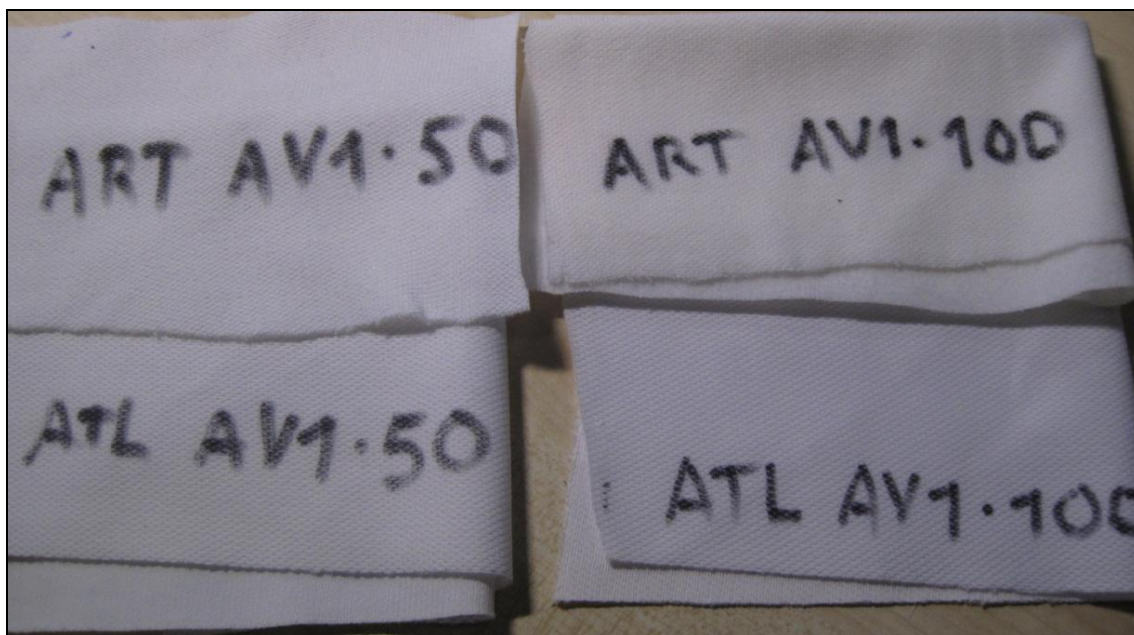
- Velocidad de paso del tejido: 2 m/min.
- Rasqueta sobre cilindro. Galga: 0,15 mm.
- Temperatura de secado: 120°C.
- Tiempo de polimerizado: 160°C.

Con este procedimiento, la tabla siguiente recoge las incidencias y problemas observados en la aplicación de las formulaciones funcionales consideradas. Se incluyeron además aplicaciones con rosa mosqueta a 5-10% para observar el efecto de aplicar formulaciones NO OK sobre los tejidos.

ACABADO sobre TEJIDO indicado	1	2	3	4	5	6	7	8	T
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	OK								1
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre CO	OK								2
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	OK								3
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre PES	OK								4
PU 5% + ROSA M. 5% sobre CO	NO1	NO1							5
PU 5% + ROSA M. 10% sobre CO	NO1	NO1							6
PU 5% + ROSA M. 5% sobre PES	NO1	NO1							7
PU 5% + ROSA M. 10% sobre PES	NO1	NO1							8
PU 5% + MENTOL 0.1% sobre CO	NO1	NO1							9
PU 5% + MENTOL 0.2% sobre CO	NO1	NO1							10
PU 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES	OK								11
PU 5% + EUCALIPTOL 2.5% sobre PES	OK								12
AC 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	OK								13
AC 5% + ALOE VERA 10% sobre CO	OK								14
AC 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	OK								15
AC 5% + ALOE VERA 10% sobre PES	OK								16
AC 5% + ROSA M. 5% sobre CO	NO1	NO1							17
AC 5% + ROSA M. 10% sobre CO	NO1	NO1							18
AC 5% + ROSA M. 5% sobre PES	NO1	NO1							19
AC 5% + ROSA M. 10% sobre PES	NO1	NO1							20
AC 5% + MENTOL 0.1% sobre CO	NO1	NO1							21
AC 5% + MENTOL 0.2% sobre CO	NO1	NO1							22
AC 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES	OK								23
AC 5% + EUCALIPTOL 2.5% sobre PES	OK								24
PU + 0.5 NanoAg sobre PES	OK								25
PU + 1% NanoAg sobre PES	OK								26
PU + 2% NanoAg sobre PES	OK								27
PU + 5% NanoAl2O3 sobre PES	OK								28
PU + 10% NanoAl2O3 sobre PES	OK								29
PU + 20% NanoAl2O3 sobre PES	OK								30
O3 500 ppm sobre CO	OK								31
O3 1000 ppm sobre CO	OK								32

Como se aprecia en la tabla de experimentos relacionados con las aplicaciones por fulard de las formulaciones desarrolladas en T1.4 hasta ahora, con aditivos hidratantes/efecto frío, pocas muestras textiles se obtienen de manera correcta, sin defectos como manchar el tejido.

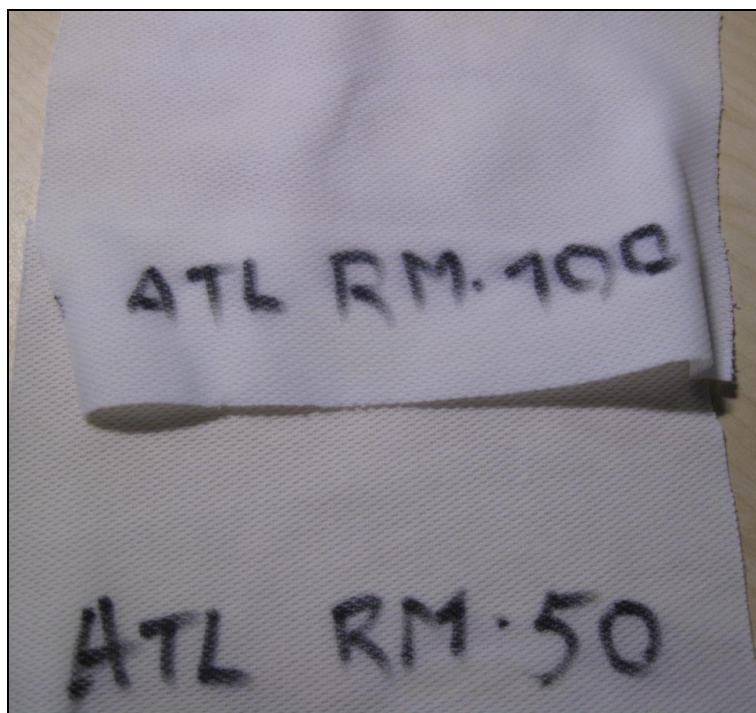
Sin embargo, las aplicaciones de aloe vera resultan de interés ya que su preparación no causa apenas problemas, la solución es estable y además se aplica sin dificultades.



**Vista general (arriba) y detalle (abajo) de los tejidos PES acabados al 5% - 10% con aloe vera. No se aprecia manchado excesivo o cambio sustancial en el color del tejido.**

Por el contrario la Rosa Mosqueta, por su fase oleaginosa, sufre de separación de fases cuando se aplica sobre resina para formularse y además por el color amarillo fuerte del principio activo mancha el tejido y lo deja con un tacto muy aceitoso. Por ello las muestras así preparadas se consideran como NO OK.





***Vista general de los tejidos PES acabados al 5% - 10% con rosa mosqueta. Se aprecia manchado o cambio en el color original del tejido, debido al color amarillento que presenta el aceite esencial de rosa mosqueta utilizado.***



***Tejido PES original (izquierda) y acabado con rosa mosqueta 10% (derecha); se aprecia claramente el manchado del tejido y como amarillea por uso del aditivo natural.***

La aplicación de eucaliptol a concentraciones bajas, aunque la formulación no es del todo estable, es posible realizarla. No así la de mentol que por no haberse dispersado bien mancha el tejido.

De todas maneras, se debe tener muy en cuenta, sobre todo, preparar formulaciones estables químicamente y que eviten la separación de fases o la baja dispersabilidad de los aditivos.

Por otra parte, todas las aplicaciones realizadas con los aditivos nanoAg, nanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y el O<sub>3</sub> generado in-situ se pudieron obtener en la primera prueba realizada.

### **Caracterización de propiedades**

Para las muestras con acabado hidratante o de efecto frío desarrolladas en AITEX, se caracterizó la resistencia a tracción y la resistencia al pilling, para observar si había muestras con valores por debajo de lo que suele ser habitual en tejidos de CO o PES. La tabla siguiente resume los resultados de tracción obtenidos en las muestras más representativas:

<b>MUESTRA</b>	<b>R trama (N)</b>	<b>R urdimbre (N)</b>
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	<b>690</b>	<b>592</b>
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre CO	<b>740</b>	<b>590</b>
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	<b>740</b>	<b>700</b>
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre PES	<b>790</b>	<b>660</b>
AC 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES	<b>540</b>	<b>680</b>
AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	<b>540</b>	<b>392</b>

Respecto de la resistencia al pilling, los resultados según el número de ciclos aplicados se muestran a continuación:

<b>Referencia</b>		<b>Grado de Pilling</b>					
		<b>125</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>5000</b>	<b>7000</b>
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	<b>Ciclos</b>	4	3-4	3	2-3	2-3	2
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre CO		4	3-4	3	2-3	2	2
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES		4-5	3-4	3-4	2-3	2	2
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre PES		4-5	3-4	3	2-3	2	1-2
AC 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES		4	3	3	2-3	2	2
AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES		4	3	3	2	2	1-2

Para los tejidos de CO o PES investigados y acabados con los acabados funcionales indicados, ni se observan grandes variaciones respecto a lo que supone tener el tejido en original (ya que el tejido CO a los 7000 ciclos presentará valores de 1/2 de pilling, al igual que el tejido PES), ni se observan grandes diferencias a la hora de comparar entre diferentes formulaciones funcionales. Tampoco hay cambios reseñables en la resistencia a tracción/alargamiento a rotura.

Con ello se concluye que si se optimizan las formulaciones durante el año II de FUNTEXCAL los tejidos resultantes tendrán las mismas calidades que tejidos convencionales -no acabados- de CO o PES. El resto de tejidos acabados con aditivos funcionales serán caracterizados una vez optimizadas las formulaciones pertinentes.

## 2.7. Conclusiones parciales de PT1

Las conclusiones parciales de este Paquete de Trabajo PT1, centrado en el desarrollo de componentes textiles funcionalizados para textil/calzado, son las siguientes:

- Se han identificado multitud de aditivos y productos de acabado funcional de potencial interés para funcionalizar estructuras y materiales textiles destinados a estructuras adhesivadas o multicapa, con uso final en productos del sector textil/calzado.
- Propiedades y funcionalidades tales como el efecto antimicrobiano, la remisión IR, la hidratación/cuidado de la piel, o la protección anticorte resultan de interés para desarrollar textiles por acabado.
- De igual manera, se han identificado diversas opciones para aditivar y funcionalizar adhesivos de carácter hotmelt, a partir de micro/nanopartículas.
- Es posible desarrollar formulaciones de acabado con algunas partículas funcionales, pero hay que prestar mucha atención a la manera de dispersarlas/mezclarlas con la resina base y también al método de aplicación (seleccionar el más adecuado principalmente en función de la viscosidad del preparado). La caracterización de propiedades generales no muestra variaciones en los parámetros principales de calidad de los tejidos base.

### 3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE ADHESIVOS HOTMELT FUNCIONALES PARA TEXTIL Y CALZADO (PT2)

#### 3.1. Objetivo de PT2

En este paquete de trabajo se pretenden desarrollar nuevos adhesivos tipo “hotmelt” de poliuretano reactivo (HMPUR) funcionalizados para su uso en la industria del textil y calzado. Para ello, será necesario llevar a cabo diversas tareas que implican una vigilancia tecnológica de proveedores de materias primas diversas (principalmente a partir de búsqueda bibliográfica), caracterización de adhesivos comerciales para obtener valores de referencia en propiedades diversas, selección de reactivos para la síntesis de nuevos adhesivos tipo “hotmelt” de poliuretano, y finalmente caracterización de los mismos.

#### 3.2. Caracterización de adhesivos convencionales actualmente disponibles en el mercado (T2.1)

En el campo del recubrimiento y laminado textil las aplicaciones hotmelt (HM) están experimentando un rápido crecimiento para todo tipo de aplicaciones. Esta tecnología adhesiva y sus diferentes sistemas de aplicación (slot-die, cilindro grabado, esprayado...) es la responsable del desarrollo de nuevas soluciones requeridas en los campos de la industria de la automoción, textiles para la medicina, calzado, ropa protectora, textil-hogar... Además, los adhesivos HM comerciales tienden a incorporar alguna funcionalidad técnica, principalmente, retardancia de llama (FR), aunque también resultan de interés funcionalidades tales como efecto antibacteriano o antiestático.

Hay que tener en cuenta que los adhesivos para laminado o unión de sustratos textiles destinados a diversos usos industriales pueden encontrarse en 3 formatos básicos:

- 1) base agua,
- 2) base disolvente y
- 3) en forma sólida (granza, barras, pastillas) para su aplicación como hotmelt.



TIPOS DE ADHESIVOS SEGUN FORMATO			
	<i>Base acuosa</i>	<i>Base disolvente</i>	<i>Hot-Melt</i>
<b>Forma de presentación</b>	Solución o dispersión acuosa	Solución en disolvente	Polvo, granza, barra, film
<b>Ventajas</b>	- No inflamable - Seguro - Fácil limpieza - Fácil almacenado	- Secado rápido - Buena resistencia agua - Fácil humectación del sustrato	- Limpio - No necesita secado - Sin emisión humos - Unión instantánea - Fácil almacenado
<b>Limitaciones</b>	- Energía de secado - Proceso lento - Bajo contenido en sólidos - Duración limitada	- Humos/legislación - Necesidad extracción - COVs y almacenado - Riesgo incendios	- Instalaciones caras - Calor para activación - Experiencia
<b>Coste</b>	- Bajo/moderado	- Moderado/alto	- Gránulos: bajo/moderado - Polvo: bajo/moderado - Barra: moderado/alto - Film: moderado/alto

**Características principales que definen a cada tipología o familia de adhesivo industrial, según el formato en el que se encuentra (base acuosa, base solvente o hotmelt).**

Los polímeros hotmelt no son relativamente nuevos dentro de los polímeros o de las resinas industriales. De hecho, se están utilizando desde hace mucho tiempo en diferentes sectores (nonwovens, papel, películas fotográficas, papel de aluminio,...) principalmente como adhesivos. Por lo que respecta a la industria textil, los hotmelts se utilizan en la actualidad, casi exclusivamente para laminar, en la producción de muchos artículos como lencería, ropa de trabajo, prendas de vestir, ropa protectora,...).

Durante los últimos años, los hotmelts han ganado interés en la industria automovilística como un sustituto ecológico para la técnica de laminación por llama (o también denominada foamizado a la llama). La laminación por llama tradicionalmente se usa para laminar un tejido con una espuma de poliuretano (PU), pero esta técnica actualmente se enfrenta a mucha presión medioambiental y posiblemente desaparecerá pronto. La laminación por llama causa una reacción de reducción de la espuma de PU liberando una variedad de materiales volátiles incluyendo isocianatos y cianuro de hidrógeno. Varios productores ya han sustituido esta técnica por la laminación con adhesivos hotmelt. Aunque el potencial de los hotmelts es mucho mayor que la laminación, los hotmelts actualmente se utilizan muy poco en los recubrimientos textiles.

Una posible explicación es el hecho que se tienen que cumplir funcionalidades específicas para una gran gama de recubrimientos textiles. Puesto que se carece de los conocimientos para funcionalizar los polímeros hotmelt en la industria textil, y que los hotmelts funcionales comercializados son escasos todavía, su aplicación en este campo está limitada existiendo un gran potencial de mercado en este sentido.

Y en cuanto a sistemas aplicadores de uso textil y para desarrollos en continuo, pueden identificarse hasta 4 sistemas principales:

- Slot-die (mediante boquilla).
- Dot coating/engraved roll (cilindro grabado).
- Spraying/fiberizing (pulverizado).
- Powder scattering/scatter coating.

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.

-- bad ++ optimal	- limited + good	o neutral	Scatter Coating	Roll Coating	Slot die Coating	Fiberiz. Coating
<i>Variation of application weights</i>			O	O	++	++
<i>Speed range</i>			--	O	++	+
<i>Breathable Bonding</i>			++	++	--	++
<i>Impact of application by the thickness of the substrates</i>			++	O	+	++
<i>Coating on open structures</i>			--	O	+	+
<i>Cleaning and heating times</i>			++	--	+	+
<i>Operating – and maintainance costs</i>			+	O	O	O
<i>Energy efficiency</i>			--	-	++	++
<i>Space needed</i>			--	O	O	++

**Comparación de las 4 tecnologías principales de aplicación de hotmelts (Extraído de “Adhesive Application Methods in the Technical Textile Industry”. S. Schultheis. TCL2012, Valencia - España).**

Por último, en los procesos de laminación textil pueden además implementarse tecnologías y procesos de tratamiento superficial para incrementar la humectabilidad y capacidad de adhesión de los materiales intervinientes -sobre todo si son de carácter sintético-, tales como las tecnologías de plasma a baja presión, por descarga corona o plasma atmosférico.

### **Ejemplos de adhesivos hot melt comerciales de uso textil**

Dentro del sector textil, los adhesivos hotmelt que se emplean son tanto de carácter termoplástico como termoestable/reactivo, y dependiendo del sistema aplicador y del uso final al que vayan a estar destinados se utilizan de un tipo u otro.

Los hotmelts termoplásticos son los que empezaron a ser empleados en artículos tales como forrería, capas interiores, etc. pero los HMPUR han ido ganando terreno con los años. Actualmente los hotmelt termoplásticos encuentran sus principales sectores de uso en laminados para textil hogar, forros textiles para calzado y en usos sanitarios formando parte de apósitos. Todos ellos sin ninguna funcionalidad especial.

Ahora bien, HMs funcionales apenas existen en el mercado, y los pocos existentes se concentran en algunos fabricantes y proveedores europeos o americanos. Una primera búsqueda de información técnica al respecto (literatura, internet, contactos con

suministradores de polímeros) sobre HMs funcionalizados da como resultado los siguientes ejemplos:

- PP resistente al fuego (Forbo Adhesives).
- co-PES resistente al fuego (EMS-Griltech).
- PU reactivo resistente al fuego, EVA resistente al fuego (Jowat Klebstoffe).
- Hotmelt resistente al fuego (Dakota Coatings).
- Hotmelt antimicrobiano (Dakota Coatings).
- PU reactivo con propiedades de retardancia de llama (Neoflex).

Como se aprecia, la gama de grados funcionales no es extensa y la mayoría de ellos se centran en las prestaciones FR. Ahora bien, otras funcionalidades -e incluso la FR- no están cubiertas ni para todas las resinas poliméricas HM (EVA, PES, poliolefinas, TPU, HMPUR, PA, elastómeros...) ni para todos los potenciales usos finales textiles o de calzado -ya que no todos los HMs son adecuados para todos los usos-.

En el campo del recubrimiento y laminado las aplicaciones del Hot Melt (fusión en caliente), están experimentando un rápido crecimiento para todo tipo de aplicaciones. El sistema es comparable a los procesos de laminación en húmedo en los que se alcanzan altas velocidades de producción y es el responsable del desarrollo de nuevas soluciones requeridas en los campos de la industria de la automoción, textiles para la medicina, calzado, la confección, entretelas...



***Dos ejemplos de resinas hotmelt termoplásticas de uso textil.***

Los productos para recubrimiento/laminado en sólido HotMelt, pueden dividirse en diferentes tipos de adhesivos dependiendo de la temperatura de trabajo y de su base química:

- Adhesivos termoplásticos como: poliolefinas (PO), etilen-vinil-acetato (EVA), las copoliamidas (PA), copoliésteres (PES), y poliuretanos (TPU).
- Adhesivos reactivos como algunos poliuretanos (PUR) y poliolefinas reactivas (POR).

Las principales diferencias entre los distintos tipos de adhesivos, están en las propiedades que confieren al producto de aspecto y uso, las cuales determinan la aplicación final del textil acabado: automoción, calzado, higiene-medicina, alfombras, entretelas hogar...

Algunos de los materiales que más habitualmente se recubren mediante adhesivos HotMelt, se utilizan para fines medicinales o higiénicos, por ejemplo para la ropa de hospitales, los recubrimientos con termoimpregnación han demostrado mucho éxito. Los poliuretanos de HotMelt (HMPUR), soportan excelentemente el calor así como los procesos de lavado y esterilización. Para aquellos materiales que sean especialmente blandos y sensibles se recomienda la aplicación de diferentes etilenos de vinilacetato (EVA). Las poliamidas se utilizan para artículos de decoración ya que resisten muy bien la limpieza en seco y son transparentes. En el caso de los poliésteres se lavan mejor que las poliamidas soportando algunos de ellos temperaturas de lavado de hasta 90°C.

Con todo ello, a continuación se muestran diversos tipos de adhesivos hotmelt comerciales y que ya muestran características de interés para uso en textil e incluso para calzado. Se ha considerado incluir ejemplos de termoplásticos por su funcionalidad retardante de llama:

## HOTMELTS TERMOPLÁSTICOS CON CARACTERÍSTICAS FR

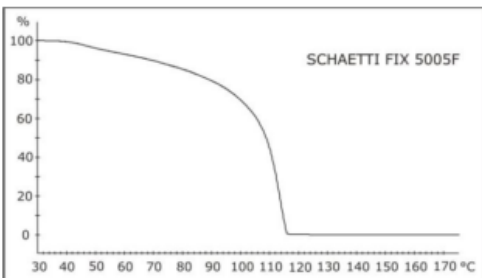
Schaetti AG. El fabricante suizo/alemán Schaetti (<http://www.schaetti.com/>) dispone de una amplia gama de adhesivos hotmelt para diferentes sectores de aplicación y sistemas de deposición de hotmelts. Están principalmente especializados en sistemas hotmelt termoplásticos, y hasta hace unos 5-6 años también disponían de la división de maquinaria.

Entre sus adhesivos de grado hotmelt pueden destacarse 2, el Schaetti PA5005F una poliamida ignífuga, así como el Schaetti PES386F un copoliéster FR. Se adjuntan a continuación las dos hojas técnicas de estos compuestos.

### SCHAETTI FIX 5005F

SCHAETTI FIX 5005F is a thermoplastic polymer based on a copolyamide modified with non-halogen flame retardant additives. The high melting point provides an excellent heat resistance. Therefore it is used mainly for automotive parts. The product can be used for scatter coating.

SCHAETTI FIX 5005F must be stored dry and at room temperature. High temperatures and pressures can cause blocking. Pallets must not be double stacked.



Typical melting curve, TMA

**Physical Properties**

Melting point	DSC	°C	110 - 128
Melting range	Kofler	°C	on: 118 off: 124
Melt flow rate (2.16 kg), ± 20%	160 °C	g/10 min	29
Hardness	Shore		D59

**Fusing Conditions**

Glue-line temperature	140 - 160 °C
Pressure	4 - 10 N/cm <sup>2</sup>
Time	15 s

**Other Parameters**

Thermal stability up to	110 °C
-------------------------	--------

**Delivery units and Storage conditions**

Units	20 kg PE-bags, big-bags
Conditions	dry storage, up to 2 years

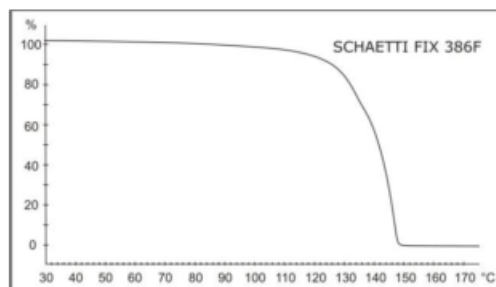
**Particle sizes**

Scatter coating	0 - 200 100 - 400 µm, 100 - 500 µm, 100 - 600 µm
-----------------	---

February 11, 2010

## SCHAETTI FIX 386F

SCHAETTI FIX 386F is a thermoplastic polymer based on a copolyester modified with non-halogen flame retardant additives. The high melting point provides an excellent heat resistance. Therefore it is used mainly for automotive parts. The product can be used for scatter coating.



Typical melting curve, TMA

### Physical Properties

Melting point	DSC	°C	130 - 160
Melting range	Kofler	°C	on: 130 off: 160
Melt flow rate (2.16 kg) , ± 20%	160 °C	g/10 min	20
	190 °C	g/10 min	105
Hardness	Shore		D69
Density		g/cm <sup>3</sup>	1.29

### Fusing Conditions

Glue-line temperature	160- 180 °C
Pressure	5- 25 N/cm <sup>2</sup>
Time	10 - 15 s

### Other Parameters

Thermal stability up to	120 °C
-------------------------	--------

### Delivery units and Storage conditions

Units	20 kg PE-bags, big-bags
Conditions	dry storage, up to 2 years

### Particle sizes

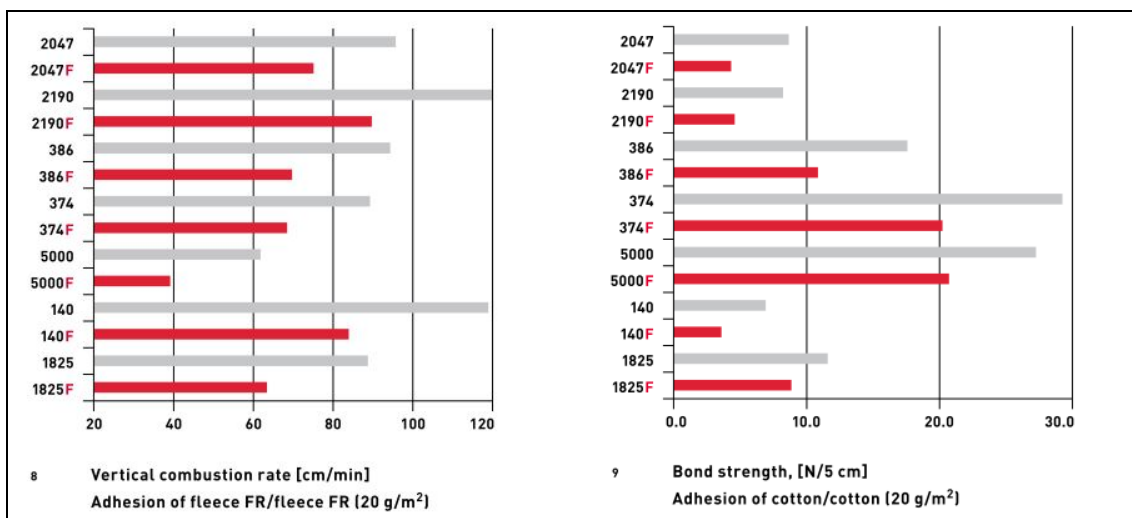
Scatter coating	100 - 500 µm
-----------------	--------------

March 13, 2010

Además, Schaetti tiene otros tipos de adhesivos hotmelt termoplásticos en su catálogo que presentan características ignífugas. La siguiente tabla resume, y el gráfico adjunto muestra la diferencia de comportamiento a la llama de los grados Schaetti convencionales frente a los nuevos grados FR.

	SF 1825 F	SF 1825	SF 140 F	SF 140	SF 5005	SF 5000	SF 5000	SF 374 F	SF 374	SF 386 F	SF 386	SF 2190 F	SF 2190	SF 2047 F	SF 2047
Polymer type	HDPE		LDPE		Polyamide			Polyester				EVA/LDPE		EVA	
Fusing T (°C)	150 – 170		130 – 150		140 – 160			130 – 160		160 – 180		130 – 150		90 – 100	
MFR g/10 min (190°C)	15	20	48	70	-	-	-	-	-	-	-	135	165	104	150
MFR g/10 min (160°C)	-	-	-	-	29	18	20	39	28	20	20	-	-	-	-
m.p./DSC (°C)	129 – 135		110 – 114		108 – 123			95 – 140		130 – 160		95 – 110		65 – 90	
m.p./TMA (°C)	130	130	104	107	116	118	118	120	123	148	150	89	101	75	70

**Comparativa de grados convencionales y FR de adhesivos termoplásticos Schaetti (F indica que es ignífugo).**



**Comparativa de grados convencionales y FR de adhesivos termoplásticos Schaetti (F indica que es ignífugo) respecto de propiedades ignífugas y de adhesión.**



## HOTMELTS REACTIVOS HMPUR (POLIURETANO) O HMPOR (POLIOLEFINA) CONVENCIONALES

En FUNTEXCAL los desarrollos centrados en adhesivos pasan por la tecnología HMPUR; así a continuación se pasa a indicar varias referencias comerciales de ellos.

Jowat AG. El fabricante alemán Jowat Klebstoffe (<http://www.jowat.de/>) es uno de los principales fabricantes de adhesivos hotmelt reactivos a nivel europeo, y no solo están especializados en el sector textil sino en otros sectores industriales de aplicación como madera, metal, packaging, etc. Dentro de los adhesivos Jowat de uso textil destacan -entre otros- los grados 637 y 639 de adhesivos HMPUR así como los 628 de poliolefinas reactivas (HMPOR).

INFO Jowatherm-Reaktant® PUR hot melts for textile lamination							
Jowatherm-Reaktant®	630.00	637.00	637.10	639.00	634.17	613.30	613.40
Main area of application / Characteristics	For the manufacture of textile compounds in the automotive sector and the textile processing industry					Lamination in car interior	
	For bonding of special textiles, for general use, high initial strength, suitable for moulding.	For bonding textiles in the area, boil resistance, steam sterilisation good hydrolysis resistance.	For bonding of textiles with a pleasant, textile feel, suitable for application with gravure rollers and screen plants	For bonding of textiles and general use with low application temperature	For bonding of velours to reverse of sanding paper	Universal adhesive mit very high green strength, very well suited for fold bonding	Automatic laminating machines, extremek high green strength, very short open time, high reactivation temperature
Processing temperature in °C	approx. 140	approx. 100	approx. 100	approx. 100	approx. 140	approx. 140	approx. 140
Viscosity in mPas (at 100°C)	approx. 9,000 at 140 °C	approx. 8,000	approx. 15,000	approx. 10,000	ca. 20,000 at 140 °C	approx. 45,000	approx. 20,000
Open time in seconds	approx. 20 - 30	>60	>60	≤60	approx. 6	approx. 15	≤1
Reactivation temperature in °C	approx. 40 - 50	approx. 30 - 40	approx. 30 - 40	approx. 30 - 40	approx. 40 - 50	approx. 70 - 80	approx. 80 - 90

### Jowatherm-Reaktant®

#### POR hot melt adhesive

## 628.60

**Application:** Reactive APAO hot melt adhesive for general assembly operations and lamination; suitable for bonding untreated PP and glass.

**Characteristics/Directions for Use:** Hot melt free of isocyanates, crosslinking with humidity. The product has a long open time. Good adhesion to plastics (e.g. untreated PP, ABS) and glass. Crosslinking takes place within 7 to 14 days, depending on the ambient humidity or the substrate moisture. The adhesive has to be protected against moisture during processing; inert gas blanketing with dry air or nitrogen is recommended.

**Technical Data:**

Density [g/cm³]: approx. 0.89  
 Softening range [°C]: (before crosslinking) approx. 70  
 Appearance: clear


Processing temperature: 140 - 180 °C ✗  
 Open time: approx. 120 seconds  
 Setting time: approx. 25 seconds

Viscosity data of Jowatherm-Reaktant® 628.60




Neoflex. Neoflex es un fabricante español de adhesivos industriales (<http://www.neoflex.es/>), dentro de los cuales destaca su gama de adhesivos HMPUR para diferentes usos. También tiene una división (creciente, según se ha podido identificar en lo que se lleva de proyecto) de adhesivos hotmelt reactivos para usos textiles, tanto convencionales incluso con grado ignífugo.

En los que se refiere a los HMPUR convencionales, los de usos textiles más recomendados se engloban dentro de la marca NEOTHERM. A fecha de redacción de este informe disponen de un grado principal de adhesivo textil, el Neotherm PU-2780.

	<h2>INFORMACIÓN TÉCNICA</h2> <h3><u>NEOTHERM PU-2780</u></h3>
	<p>Fecha de edición: <b>NOVIEMBRE 2008</b> Fecha de revisión: <b>03/12/12</b></p>
<p><b>-Descripción:</b></p> <p>Adhesivo termofusible basado en un prepolímero de poliuretano que cura con la humedad de la atmósfera o de los materiales soportes.</p> <p>-----</p>	<p><b>-Propiedades especiales:</b></p> <p><b>Neotherm PU-2780</b> tiene un tiempo abierto largo, rápido fraguado y una buena cohesión inicial. Después de curar tiene una gran resistencia tanto al frío como al calor. Los pegados son resistentes a la humedad y además resisten bastante bien a los disolventes. Debido a su baja temperatura de aplicación los materiales sensibles a la temperatura sufren poco. El tiempo de fraguado y el tiempo abierto pueden regularse por la temperatura de aplicación. La humedad ambiental es suficiente para el curado en la mayoría de los casos. Materiales como madera, piel, etc., que contienen humedad aceleran el curado. Plásticos y metales necesitan mas tiempo para el curado. Se recomienda que al menos un sustrato sea permeable. Los metales se deben calentar para conseguir una mejor adhesión. Los pegados una vez curados tienen muy buenas propiedades mecánicas.</p> <p>-----</p>
<p><b>-Aplicación:</b></p> <p><b>Neotherm PU-2780</b> se utiliza para la fabricación de elementos sándwich y pegados por laminación. Se deben realizar test específicos para cada material a pegar con este adhesivo.</p> <p>-----</p>	<p><b>-Observaciones:</b></p> <p>La aplicación de estos adhesivos se realiza en equipos especiales de aplicación de rodillo. La limpieza se realiza de forma particular, según se especifica en la hoja técnica de LIMPIADOR 2579 Y 2600</p> <p>-----</p>
<p><b>-Características técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-<b>Base:</b> Prepolímero de poliuretano.</li><li>-<b>Aspecto:</b> Amarillento. Puede decolorarse bajo la luz ultravioleta.</li><li>-<b>Densidad:</b> Aprox. 1,05 g/ml</li><li>-<b>Softening point (kofler):</b> aprox. 52 °C</li><li>-<b>Viscosidad a 100°C:</b> aprox 8.000 - 12.000 mPas*</li><li>-<b>Método de aplicación:</b> Equipo aplicador especial.</li><li>-<b>Temperatura de aplicación:</b> 90-110°C</li><li>-<b>Tiempo abierto:</b> Aprox. 5-7 horas. Dependiendo de la temperatura, la cantidad y del sustrato.</li><li>-<b>Tiempo de curado:</b> 24 horas dependiendo de la temperatura y la humedad.</li><li>-<b>Fuerza de pegado:</b> 5-11 N/mm.<sup>2</sup>, dependiendo del sustrato.</li><li>-<b>Condiciones de almacenaje:</b> Frío y seco.</li><li>-<b>Sensible al frío:</b> No.</li><li>-<b>Sensible a la humedad:</b> Si.</li><li>-<b>Inflamable:</b> No.</li></ul> <p>*Los valores de viscosidad se controlan en el momento de la producción, pequeñas variaciones son posibles.</p>	<p><b>-Medidas de seguridad:</b></p> <p>Antes de comenzar a usar el producto, hacer llegar a todas las personas que lo manipulen nuestra <b>ficha de datos de seguridad</b>.</p> <p>-----</p>

Se dispone además de productos auxiliares tales como limpiadores de cilindros y rodillos, así como de otros dispositivos de la maquinaria de laminación, que por su interés quedan aquí también reflejados.



**neoflex**  
ADHESIVES

### INFORMACIÓN TÉCNICA

SISTEMA DE LIMPIEZA PARA RODILLOS APLICADORES DE PUR  
**LIMPIADOR 2579+LIMPIADOR 2600**

Fecha de edición: NOVIEMBRE 2006  
Fecha de revisión: 17/11/10

**-Descripción LIMPIADOR 2579:**

Producto de limpieza sólido de bajo punto de fusión, usado para la limpieza de aplicadores de rodillo donde se hayan usado adhesivos de poliuretano reactivo.

**-Características técnicas LIMPIADOR 2579:**

**Punto de fusión:** 56°C  
**Densidad:** 1.12 gr/ml  
**Viscosidad (60°C):** 100 mPa.s

**-Aplicación LIMPIADOR 2579:**

Cuando utilizamos PUR en los rodillos y acaba la producción del día o se hace una parada larga los rodillos deben limpiarse, para ello procedemos de la siguiente forma:

- Eliminar el adhesivo PUR que nos quede en los rodillos
- Cerrar los rodillos y aplicar el limpiador 2579, aproximadamente 0,5-0.7 Kg. por metro de rodillo.
- Poner en marcha los rodillos a la misma temperatura que estábamos trabajando con el PUR y dejarlos girando unos 10 minutos.
- Eliminar el limpiador con mezcla de adhesivo, y repetir la operación una vez mas como mínimo.



**OPCIONAL LIMPIADOR 2600**

- Para limpiezas mas profundas y en el caso de que los rodillos tengan resto incrustados después de usar el limpiador 2579. Puede usarse el **limpiador 2600** (liquido), cerrando muy bien los rodillos, añadiendo un litro de producto por metro de rodillo y dejando girar los rodillos a la temperatura de trabajo del PUR durante un par de horas. Una vez realizado este proceso y **antes de volver a usar el PUR** debe realizarse una limpieza con el limpiador 2579 y así dejamos los rodillos preparados para usar PUR.

**-Seguridad e higiene:**

Los usuarios de estos productos deber leer las hojas de seguridad de ambos antes de proceder a su uso.

Estos datos corresponden a nuestro nivel actual de conocimiento y tienen como fin informar sobre nuestros productos y sus posibilidades de aplicación, declinando toda responsabilidad por consecuencia de una aplicación inadecuada. La calidad de nuestros productos, esta garantizada dentro del marco legal de nuestras condiciones de venta.



Camino de Castilla, km. 5 - Phone: (00-34) 96 661 11 01 Fax: (00-34) 96 542 56 04  
www.neoflex.es - neoflex@neoflex.es - P.O.Box 3004 - 03207 Elche (Alicante) Spain

**HB Fuller.** Esta multinacional de los adhesivos industriales para diferentes aplicaciones (<http://www.hbfuller.com/>) tiene su cuartel general en EEUU, y en la zona europea tiene diferentes delegaciones estando la más cercana a España en Portugal (Mindelo); hasta hace un par de años tenía su central de operaciones en Galicia.

Dentro de los adhesivos de uso textil de carácter HMPUR, la gama de HB Fuller ha sufrido una importante reestructuración de sus grados para laminación, habiéndose eliminado muchos de los que contaba (al absorber al productor Forbo Adhesives hará unos 5 años), por ejemplo las gamas Eztex y Vertex. Así, referencias válidas actualmente que tienen éxito en productos de laminación textil son por ejemplo Swift Lock 6292 o RAPIDEX HL9588 NT (aunque en este proveedor debe prestarse atención a su revisión definitiva de la cartera de productos adhesivos, por cuanto está todavía completando su reestructuración).



H.B. Fuller



TECHNICAL DATA SHEET

Page 1 of 2  
 Last updated 10/05/2012

## swift® lock 6292

<b>Descripción</b>	swift® lock 6292 es un adhesivo termofusible basado en un prepolímero de poliuretano que reacciona con la humedad ambiental o de los sustratos, formando un elastómero termo estable. Presenta buena flexibilidad, por lo que se utiliza en el contra encolado de tejidos.										
<b>Propiedades</b>	swift® lock 6292 fue diseñado especialmente para la unión de materiales con baja tensión superficial como las membranas de PTFE y tejidos pre-fabricados. Se usa en lencería, ropa de deporte, aplicaciones para el automóvil, etc. Su baja viscosidad permite usarlo a baja temperatura durante la aplicación.										
<b>Características técnicas</b>	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Aspecto físico</td> <td>Sólido</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad Brookfield a 90 °C</td> <td>aprox. 6.000 mPa.s</td> </tr> <tr> <td>Densidad</td> <td>1.1 g/mL</td> </tr> </table>	Aspecto físico	Sólido	Viscosidad Brookfield a 90 °C	aprox. 6.000 mPa.s	Densidad	1.1 g/mL				
Aspecto físico	Sólido										
Viscosidad Brookfield a 90 °C	aprox. 6.000 mPa.s										
Densidad	1.1 g/mL										
<b>Instrucciones de uso</b>	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Método de aplicación</td> <td>Mediante rodillo tramado, pantalla o labio laminador.</td> </tr> <tr> <td>Consumo de cola</td> <td>Entre 10 a 50 g/m<sup>2</sup>, dependiendo de la aplicación</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de aplicación</td> <td>Aprox. 90 °C</td> </tr> <tr> <td>Tiempo abierto</td> <td>Largo</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de reticulación</td> <td>Los sustratos laminados pueden ser procesados después de 6 a 8 horas de realizada la unión, dependiendo de la humedad de los materiales y la temperatura ambiente. El curado total se alcanza tras 5 a 7 días.</td> </tr> </table>	Método de aplicación	Mediante rodillo tramado, pantalla o labio laminador.	Consumo de cola	Entre 10 a 50 g/m <sup>2</sup> , dependiendo de la aplicación	Temperatura de aplicación	Aprox. 90 °C	Tiempo abierto	Largo	Tiempo de reticulación	Los sustratos laminados pueden ser procesados después de 6 a 8 horas de realizada la unión, dependiendo de la humedad de los materiales y la temperatura ambiente. El curado total se alcanza tras 5 a 7 días.
Método de aplicación	Mediante rodillo tramado, pantalla o labio laminador.										
Consumo de cola	Entre 10 a 50 g/m <sup>2</sup> , dependiendo de la aplicación										
Temperatura de aplicación	Aprox. 90 °C										
Tiempo abierto	Largo										
Tiempo de reticulación	Los sustratos laminados pueden ser procesados después de 6 a 8 horas de realizada la unión, dependiendo de la humedad de los materiales y la temperatura ambiente. El curado total se alcanza tras 5 a 7 días.										
<b>Higiene y seguridad</b>	Consultar su ficha de datos de seguridad.										




## PRODUCT INFORMATION

### RAPIDEX® HL 9588 NT

<b>TYPE OF PRODUCT:</b>	Polyurethane-based reactive hotmelt
<b>AREAS OF APPLICATION:</b>	Bonding of textiles, fleece materials and various membranes as well as plastics like PVC, ABS, PTFE, PE pretreated etc.
<b>SPECIAL PROPERTIES:</b>	High initial strength. High thermal stability after complete curing. Excellent resistance to hot wash cycles and dry cleaning agents. Excellent hydrolyse resistance
<b>PRODUCT SPECIFICATION</b>	
DENSITY:	approx. 1.2 g/cm <sup>3</sup> (20°C)
VISCOSITIES:	approx. 13000 mPas (90°C) approx. 8000 mPas (110°C)
COLOUR:	light yellow
HAZARDOUS GOODS CLASSIFICATION:	see Material Safety Data Sheet / label
SHELF LIFE:	4 months in Balti- and PP-packaging in unopened compound foil bag, 6 months in unopened pails and drums, 12 months in cartridges
<b>INSTRUCTIONS FOR USE</b>	
OPEN TIME:	approx. 15 minutes, depending on application procedure, coverage and substrate
WORKING TEMPERATURE:	up to 90 – 120°C
APPLICATION PROCEDURE AND TYPE OF APPLICATOR:	Suitable melting equipment and further processing by nozzle-, coating roller- or screen printing-systems
COVERAGE:	application-dependent, at least 2-60 g/m <sup>2</sup>
CLEANING AGENT:	IPATHERM®-Reiniger 12 for uncured adhesive. Cured adhesive may only be removed mechanically.

Collano Adhesives AG. Este fabricante suizo (<http://www.collano.com/e/index.php>) de adhesivos para la industria textil, plástica y de packaging principalmente también cuenta con algunos grados reactivos para laminación. En su caso, se han identificado grados de poliolefinas reactivas.


Por ser adhesivos más especiales que los HMPUR, se recomienda un contacto previo con el fabricante para que indique su idoneidad y grados disponibles para aplicaciones concretas de laminación textil.

<p>It is difficult to bond polyolefins – well ... not anymore. Do you process polyolefins and do you use a system to apply hot melt adhesives? Then we have the perfect solution for you: the moisture-curing Collano® A7 adhesive bonds polyolefins without any pretreatment.</p>	
<p><b>Reliable</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– High humidity and heat resistance</li><li>– High initial and final strength values</li><li>– Good ageing resistance</li><li>– Very stable viscosity during processing</li><li>– Very good bond on untreated polyolefins</li><li>– Very low water vapour permeability</li></ul>	
<p><b>Convenient</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Adjustable open time</li><li>– Can be pre-applied and reactivated (during a certain time window)</li><li>– Can be applied with rollers, nozzles, and doctor blades</li><li>– Sprayable</li></ul>	<p><b>Typical applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Bonding of textiles, nonwovens, natural fibers, foams (including latex)</li><li>– Plastics such as ABS, PA, PE, PP, PS</li><li>– Roofing membranes</li><li>– Excellent bond on wood and wood-fiber products, aluminium, glass, and ceramics</li></ul>
<p><b>Aesthetic</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Flexible, soft, opaque or transparent adhesive film</li><li>– No bubbles in adhesive film – allows transparent bonds</li></ul>	<p><b>Product</b></p> <p>Collano® A7: moisture-reactive, 1C APAO (amorphous polyalphaolefin) hot melt</p>
<p><b>Environmentally friendly</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Crosslinking by air humidity via silanization, not isocyanate groups</li><li>– Contains no solvents</li></ul>	<p><b>Packaging types</b></p> <p>1,5 kg aluminium pouch, 20 litre hobbock with inliner or 200 litre drum</p>
	<p><b>Technical data sheets</b></p> <p>Continuously updated and immediately obtainable from: <a href="http://www.collano.com">www.collano.com</a></p>



Bostik (Bostik Findley). Esta multinacional de los adhesivos industriales para diferentes aplicaciones (<http://www.bostik.es/>) tiene su cuartel general en Francia, teniendo distribuidores en España situados en la zona de Catalunya. Últimamente también han sufrido un notable proceso de reestructuración de sus divisiones de adhesivos más técnicos para usos industriales especiales (desde hace unos 5 años) y los de laminación textil no han sido una excepción.

Dentro de los HMPUR textiles, destacó SUPERGRIP, con productos muy aceptables y versátiles: SUPERGRIP 9220 (para pegado de materiales dificultosos) o SUPERGRIP 9238 (uno de los más versátiles y de mayor uso).



**PRODUCT DATA**

Date: June 2007 Information N°1

---

**SUPERGRIP 9220**

---

**DESCRIPTION**

SUPERGRIP 9220 is a one component, solvent free polyurethane prepolymer with 100% active material to be applied at warm temperature.  
SUPERGRIP 9220 is suitable for fabrics with Fluoro Carbonated treatment.  
SUPERGRIP 9220 is resistant to hot water wash cycles, dry cleaning agents and also to sterilisation conditions.

**TYPICAL PROPERTIES**

Aspect	:	Light yellow solid
Brookfield viscosity thermosel @ 90°C	:	ca. 7000 mPa.s

**Operating parameters**  
This product is suitable for application by roller.  
Operating temperature : 90 – 110°C.  
Coating weight can vary between 3 and 30 gsm according to substrates.

**Curing time**  
The bobbins should be stored at a temperature not lower than 25°C and at a relative humidity between 60 – 90%.  
After processing, the bobbins should be stored for a minimum of 3 days before cutting and rewinding.

**HEALTH AND SAFETY**

SUPERGRIP 9220 contains isocyanate. It is recommended to avoid contact with the skin and with the food. This precaution only applies to non-cured adhesive, which is in its delivered state.

**CLEANING**

As SUPERGRIP 9220 is applied hot, it is recommended to clean regularly the melter, the rollers or nozzle with appropriate cleaning agent : Cleaner 400, ...

**STORAGE**

SUPERGRIP 9220 can be kept unopened for 26 weeks at a temperature between 5 and 30°C. Please store in a dry, clean place. Partially used drums should be closed again tightly and finished as quickly as possible.

**PACKAGING**

190 kg steel drum

---

Prior tests are advised (or recommended) for any industrial use. Moreover, the recommendations for implementation should be followed.  
It is recommended to follow our precautionary measures listed in the specification sheets.

Page 1/1



## PRODUCT DATA

Date : octobre 05

Information N° 1

# SUPERGRIP 9238. GPP Textile Adhesive

## DESCRIPTION

**SUPERGRIP 9238** is one component, solvent free polyurethane prepolymer with 100 % active material to be applied at hot temperature.

**SUPERGRIP 9238** is suitable for bonding many supports (PU membrane, PVC, Non Woven,...) and textile (fabric) together.

**SUPERGRIP 9238** is resistant to hot water wash cycles, dry cleaning agents and also sterilisation process.

## TYPICAL PROPERTIES

**Aspect :** light yellow

**Brookfield viscosity Thermosel @110°C :** 10 000 – 15 000 mPas

**Operating parameters :** This product is suitable for application by rolls and slot die  
Operating temperature is 100 - 110° C.  
Coating weight can vary between 2 and 60 gsm according substrates.

**Curing time :** The reels should be stored on their end at a temperature not less than 25° C and at a degree of humidity of between 60-90 %.

After processing laminates rolls should be stored for a minimum of 3 days before cutting and rewinding.

## HEALTH AND SAFETY

**SUPERGRIP 9238** contains di-isocyanate, it is preferable to avoid contact with the skin and with food products. This precaution only applies to non polymerised adhesive, that is, in its delivered state.

## CLEANING

As **SUPERGRIP 9238** is applied hot, it is advisable to clean regularly the melter, the rolls or nozzle with appropriate cleaning agent: Cleaner 400, Cleaner 427,...

## STORAGE

**SUPERGRIP 9238** can be kept unopened for 3 months at a temperature between 5 and 20°C.

Please store in a dry, clear place. Partially, used drums should be closed again tightly and finished as quickly as possible.

## PACKAGING

- 20 liters steel drum
- 200 kg steel drum

TD/MM/22/04.04

[textile@bostikfindley.com](mailto:textile@bostikfindley.com)

1/1

This present sheet does not exempt from preliminary tests realization for any industrial use.  
In addition, the process recommendations are to be imperatively respected.  
Please refer to our safety data sheets for instructions of use.



Kleiberit (Klebchemie). Este fabricante de adhesivos industriales para diferentes aplicaciones (<https://www.kleiberit.com/>) está situado en Alemania y dispone de una red amplia de distribución en Europa.

Su gama de adhesivos industriales base HMPUR es amplia, así como la específica para usos textiles y de laminación, la cual viene resumida en la siguiente tabla.

KLEIBERIT Product [group]	Viscosity					Open Time [min.]	Green strength	Application	Key features	Remarks / Markets
	60°C	80°C	100°C	120°C	140°C					
700.7				13.000	6.000	1 min.	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screen</li> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• for high vapour transmission</li> <li>• high speed / non stringing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• workwear high-end</li> <li>• shoe linings</li> <li>• technical films / nonwovens</li> <li>• furniture / fashion</li> </ul>
701.0		9.600	3.200	1.400		> 1 hour	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• low viscosity</li> <li>• no stringing and very resistant to hydrolysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bonding membranes and fluoro-carbon treated fabrics till level 5 (f. e. textile, nylon)</li> </ul>
701.1		12.000	4.000	2.000		> 1 hour	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• low viscosity</li> <li>• no stringing and very resistant to hydrolysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bonding membranes and fluoro-carbon treated fabrics till level 4 (f. e. textile, nylon)</li> </ul>
701.3		8.000	4.000	2.500		10 min.	medium/low	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screen</li> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> <li>• spray system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent performance on screen and gravure application</li> <li>• excellent washability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• workwear high-end</li> <li>• medical drapes and gowns</li> <li>• mattress covering high-end</li> <li>• membranes (PU, TPU, PES etc.)</li> <li>• ePTFE</li> </ul>
701.4		10.000	5.000	3.000		10 min.	low	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screen</li> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent performance on screen and gravure application</li> <li>• resist to steam sterilization</li> <li>• excellent washability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• workwear high-end</li> <li>• medical drapes and gowns</li> <li>• mattress covering high-end</li> <li>• membranes (PU, TPU, PES etc.)</li> <li>• ePTFE, metal</li> </ul>
701.6		8.000	3.500	1.500		1 min.	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• very good washability</li> <li>• very high tack level</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sportswear high-end</li> <li>• workwear high-end</li> <li>• furniture / fashion</li> <li>• lingerie sector</li> <li>• membranes (PU, TPU, PES etc.)</li> <li>• ePTFE</li> <li>• non-yellowing to HClO</li> </ul>
701.6.04	14.000	4.000	1.500			> 1 hour	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• low visco version of 701.6</li> <li>• very high tack level for heavily fluor carbon pretreated fabric</li> </ul>	
701.6.05		8.000	3.500	1.500		3 min.	medium	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screen</li> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent performance on screen application</li> <li>• high speed / non stringing</li> </ul>	
701.6.06		38.000	10.000	6.000		20 sec.	very high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• high visco version of 701.6</li> <li>• high initial bonding strength</li> </ul>	
701.7			approx. 12.000	approx. 7.000		> 1 hour	high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• very high resistance to hydrolysis</li> <li>• high weight materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• for fabrics with fluorocarbon treatment till level 4</li> <li>• textile/ textile (300-800 g/qm)</li> <li>• fabric/textile, membranes (PES, PA, Jersey)</li> <li>• shoe linings</li> </ul>
701.8		10.000	5.000	3.000		> 24 hours	low	<ul style="list-style-type: none"> <li>• screen</li> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uv resistant version of 701.4</li> <li>• high film transparency</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• very high chemical and hydrolysis resistance</li> <li>• non-yellowing to HClO</li> <li>• non-yellowing to UV light</li> </ul>
701.9				16.000	8.000	3 min.	very high	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gravure</li> <li>• slot nozzle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• very high bonding strength</li> <li>• very good washing resistance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• textile / textile</li> <li>• furniture / fashion</li> <li>• lingerie sector</li> </ul>

**Sika.** Esta multinacional de origen alemán pero que tiene centro productivo y de investigación también en España (<http://www.sika.es>) dispone de varias familias de adhesivos reactivos mono y bicomponente, y también de varios grados de HMPUR de uso textil. Se muestran a continuación dos ejemplos de hojas técnicas de adhesivos de este tipo de este fabricante.

<b>SikaMelt<sup>®</sup> - 9600</b>	
<b>Hotmelt de PUR para laminación textil</b>	
<b>Datos químicos</b>	
Base química	Hotmelt reactivo de PUR
Color	Transparente
Contenido en sólidos	100 %
Mecanismo de reacción	Curado por humedad
Densidad a 20°C (DIN 53217) <sup>1)</sup>	1,2 kg/l aprox.
Viscosidad a 130°(Brookfield Thermosel)	10 000 mPas aprox.
Temperatura de reblandecimiento (DIN 52011: anillo y bola) <sup>1)</sup>	60°C aprox.
Temperatura de aplicación	100 – 140°C (períodos cortos 160°C)
Tiempo abierto (500µm de capa a 100°C)(CQP 559-1)	n.a. <sup>2)3)</sup>
Agarre inicial (CQP 557-1)	0,02 N /mm <sup>2</sup> aprox.
Tiempo de curado total hasta alcanzar resistencia final <sup>2)</sup> (CQP 558-1)	1 d aprox.
Dureza Shore A (DIN 53505) <sup>1)</sup>	n.a. <sup>3)</sup>
Resistencia a la tracción (DIN 53504) <sup>1)</sup>	n.a. <sup>3)</sup>
Alargamiento a la rotura (DIN 53504) <sup>1)</sup>	n.a. <sup>3)</sup>
Resistencia a temperatura	-40°C a +110°C (períodos cortos 130°C)
Vida del producto (almacenado en lugar seco entre 5- 25°C)	6 meses 4 meses en cartuchos
<p><sup>1)</sup> Basado en</p> <p><sup>2)</sup> Puede unirse bajo presión</p> <p><sup>3)</sup> No aplicable</p> <p><sup>4)</sup> A T=20°C, humedad relativa= 55%, en 500µm de espesor</p>	
<p><b>Descripción:</b> SikaMelt<sup>®</sup>-9600 es un adhesivo hotmelt reactivo muy versátil, elástico, de corto tiempo abierto y base poliuretano para laminación de textiles, láminas de aluminio, material no tejido y espumas. Cura por la humedad del aire y forma un elastómero, que no se puede volver a fundir. SikaMelt<sup>®</sup>-9600 se fabrica de acuerdo con el sistema de aseguramiento de la calidad ISO 9001/14001 y protección del medio ambiente.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta resistencia final y flexibilidad.</li> <li>- Muy buen tack.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excelente resistencia al lavado y limpiezas.</li> <li>- Amplio espectro de adhesión.</li> <li>- Anchura de escisión 0.01-0.2 mm</li> </ul> <p><b>Mecanismo de curado:</b> La formación del polímero del SikaMelt<sup>®</sup>-9600 se basa en un curado en sección después de reaccionar con el aire contenido en la humedad (ver diagrama<sup>5)</sup>).</p> <p><b>Áreas aplicación:</b> SikaMelt<sup>®</sup>-9600 tiene un amplio espectro de adhesión. Es adecuado para pegados permanentes de polímeros polares tales como ABS, PC, SMC y PVC, y madera, espumas, textiles, aceros pintados y lacados. Polímeros</p>
	<p><sup>5)</sup> Tiempo de curado para espesores de capa de 500µm a 20°C.</p> <p>El curado no sólo depende del espesor de capa aplicado, sino también de la humedad contenida en el aire, temperatura y de la humedad y permeabilidad de los substratos.</p>

## SikaMelt®-9632

### El adhesivo especialista para laminación

#### Datos Técnicos:

Base	Hotmelt de poliuretano reactivo
Color	Blanco-beige, opaco
Contenido en sólidos	100%
Mecanismo de reacción	Curado por humedad
Densidad (CQP 006-7)	1,12 kg/l aprox.
Viscosidad a 130 °C (Brookfield Thermosel)	35000 mPa.s aprox.
Temperatura de reblandecimiento (ISO 5940: tipo anillo y bola)	Aprox. 77 °C.
Temperatura de aplicación	110-160 °C (periodos cortos 170 °C)
Tiempo abierto (CQP 559-1)	Aprox. 30 segundos
Resistencia inicial (CQP 557-1)	Aprox. 0,5 N/mm <sup>2</sup>
Tiempo de curado (CQP 558-1)	Aprox. 24 horas.
Dureza Shore D (CQP 023-1/ISO 868)	Aprox. 54
Resistencia a la tracción (CQP 036-3)	Aprox. 20 N/mm <sup>2</sup> aprox.
Elongación a la rotura (CQP 036-3)	Aprox. 650%
Temperatura de trabajo	-40 a +110 °C (periodos cortos a 130 °C)
Vida del producto (en lugar seco entre 5-25 °C) Un exceso en la temperatura de almacenamiento durante el transporte no es un factor crítico.	cartucho 4 meses otro envase 6 meses

<sup>1)</sup> CQP = Procedimiento de calidad corporativo

#### Descripción

SikaMelt®-9632 es un hotmelt de poliuretano reactivo para laminación, muy versátil y con muy rápido agarre inicial. Cura por efecto de la humedad para formar un elastómero que no se puede volver a fundir de nuevo.

SikaMelt®9632 es fabricado de acuerdo al Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9001/14001.

#### Ventajas

- Alta resistencia final y amplio rango de temperaturas de aplicación.
- Alta resistencia inicial.
- Excelente resistencia al envejecimiento y al calor.
- Amplio rango de adhesión.

#### Áreas de aplicación

SikaMelt®9632 presenta un amplio rango de adhesión. Es adecuado para pegados permanentes de polímeros polares tales como: ABS, PC, SMC y PVC, así como sobre madera, espumas, textiles, acero pintado e imprimado. Polímeros no polares como el PP y PE, pueden ser pegados con pretratamientos especiales. Pegados de grandes superficies entre plásticos o metales no pueden realizarse con este método debido a la falta de humedad para curar en el interior de dichos paneles.

Este producto está indicado únicamente para usuarios profesionales experimentados.


Deben realizarse ensayos con los sustratos y condiciones originales para asegurar la adhesión y la compatibilidad del material.

52

## HOTMELTS HMPUR O POLIOLEFINA CON CARACTERÍSTICAS FR

La disponibilidad de adhesivos hotmelt reactivos no es tan extensa si hablamos de adhesivos HMPUR con propiedades ignífugas (FR). De hecho se ha identificado un proveedor -nacional- que sí dispone de grados FR que no son todavía puramente textiles, mientras que a nivel internacional se han identificado varios grados de HB Fuller, los cuales deben ser contrastados posteriormente con el proveedor -ya que varios de ellos pueden haber sido retirados del mercado debido al proceso de reestructuración que ha sufrido la compañía en los últimos años-.

Neoflex. Neoflex, fabricante español de adhesivos industriales (<http://www.neoflex.es/>), dispone de una gama de adhesivos HMPUR para diferentes usos en los cuales viene incluido un adhesivo de laminación FR (dentro de la familia NEOTHERM). Este adhesivo es Neotherm PU-2622FR, destinado a fabricación de elementos sándwich y pegados por laminación.

	<b><u>NEOTHERM PU-2622 F R</u></b>
	Fecha de edición: MAYO 2011 Fecha de revisión: 11/05/11
<b><u>-Descripción:</u></b> Adhesivo termofusible basado en un prepolímero de poliuretano que cura con la humedad de la atmósfera o de los materiales soportes. Retardante de llama. -----	<b><u>-Propiedades especiales:</u></b> <b>Neotherm PU-2622 F R</b> tiene un tiempo abierto largo, rápido fraguado y una buena cohesión inicial. Después de curar tiene una gran resistencia tanto al frío como al calor. Los pegados son resistentes a la humedad y además resisten bastante bien a los disolventes. Debido a su baja temperatura de aplicación los materiales sensibles a la temperatura sufren poco. El tiempo de fraguado y el tiempo abierto pueden regularse por la temperatura de aplicación. La humedad ambiental es suficiente para el curado en la mayoría de los casos. Materiales como madera, piel, etc., que contienen humedad aceleran el curado. Plásticos y metales necesitan mas tiempo para el curado. Se recomienda que al menos un sustrato sea permeable. Los metales se deben calentar para conseguir una mejor adhesión. Los pegados una vez curados tienen muy buenas propiedades mecánicas. -----
<b><u>-Aplicación:</u></b> <b>Neotherm PU-2622 F R</b> se utiliza para la fabricación de elementos sándwich y pegados por laminación. Se deben realizar test específicos para cada material a pegar con este adhesivo. -----	<b><u>-Observaciones:</u></b> La aplicación de estos adhesivos se realiza en equipos especiales de aplicación de rodillo. La limpieza se realiza de forma particular, según se especifica en la hoja técnica de LIMPIADOR 2579 Y 2600 -----
<b><u>-Características técnicas:</u></b> <b>-Base:</b> Prepolímero de poliuretano. <b>-Aspecto:</b> Amarillento. Puede decolorarse bajo la luz ultravioleta. <b>-Densidad:</b> Aprox. 1,05 g/ml <b>-Softening point (kofler):</b> aprox. 56 °C <b>-Viscosidad a 120°C:</b> aprox 5.000 - 10.000 mPas* <b>-Método de aplicación:</b> Equipo aplicador especial. <b>-Temperatura de aplicación:</b> 120-130°C <b>-Tiempo abierto:</b> Aprox. 15 min. Dependiendo de la temperatura, la cantidad y del sustrato. <b>-Tiempo de curado:</b> 4-5 días dependiendo de la temperatura y la humedad. <b>-Fuerza de pegado:</b> 5-11 N/mm <sup>2</sup> , dependiendo del sustrato. <b>-Condiciones de almacenaje:</b> Frío y seco. <b>-Sensible al frío:</b> No. <b>-Sensible a la humedad:</b> Si. <b>-Inflamable:</b> No.  *Los valores de viscosidad se controlan en el momento de la producción, pequeñas variaciones son posibles.	<b><u>-Medidas de seguridad:</u></b> Antes de comenzar a usar el producto, hacer llegar a todas las personas que lo manipulen nuestra <b>ficha de datos de seguridad</b> . -----

**HB Fuller.** Esta es una multinacional de los adhesivos industriales para diferentes aplicaciones (<http://www.hbfuller.com/>). Como se comentó anteriormente, la gama de HB Fuller ha sufrido una importante reestructuración de sus grados para laminación, habiéndose eliminado/renombrado muchos de los que contaba (al absorber al productor Forbo Adhesives hará unos 5 años), por ejemplo las gamas Eztex y Vertex.

Justamente dentro de estas gamas, existían (o existen aunque AITEX no tiene constancia definitiva de ello), algún grado HMPUR FR para laminación textil (el Vertex TL5502FR específicamente destinado para automoción).

## Product Selection Guide

Brand	Market	Product	Features*	DWR	Wash	Dry Clean	MVTR	Initial Tack	Soft Hand	Brand	Steam Sterilize	Flame Retardant	Patent**
Eztex™	LEISURE or FASHION	TL5201	high initial tack, high durability	★★	★★	★★★	★★★	★★	★★★★	★★★			
		TL5202	good initial tack, excellent washability	★★	★★★	★★★	★★	★★	★★	★★★			
		TL5206	high initial tack, high durability	★	★★	★★★	★★	★★★★	★★★★	★★★			
	HOME	TL5301	excellent durability, high initial tack	★★	★★	NA	NA	★★★★	★★★★	★★★			
Vertex™	SPORT	TL5402	excellent washability, robust adhesion	★	★★★	★★★★	★★	★★★	★★	★★★★			
		TL5403B TL5403B(LV)	highest breathability, good washability	★★	★★★	★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★★			●
		TL5404D	excellent DWR adhesion	★★★★	★★★	★★★★	★★	★	★★★★	★★★★			●
		TL5405DB	excellent DWR adhesion, highest breathability	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★	★★★★	★★★★			●
	AUTO	TL5502FR	excellent initial tack, excellent durability	★★	NA	NA	★★★	★★	★★★★	★★★★		●	
CONTRACT WORKER WEAR	TL5601	hot washing capability, some steam sterilization	★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★	★★★★	●			
	TL5602	medical grade product	★	★★★	★★★★	★	★	★	★★★★	●			
	TL5605D	patented DWR adhesion	★★★★	★★★	★★★★	★★	★	★★★	★★★★			●	
	TL5606DB	very high breathability, patented DWR adhesion	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★	★★★	★★★★			●	

**Product Number Suffix**  
**B** - Patented Breathability technology  
**D** - Patented DWR technology  
**DB** - Patented Breathability & DWR technology  
**FR** - Flame Retardant

**Product Ratings**  
★ - Standard  
★★ - High  
★★★ - Very High  
★★★★ - Excellent

NOTES - \* Feature ratings shown are relative and substrate dependant. Experienced H.B. Fuller Textile Program personnel should be consulted for appropriate market and application specific product recommendations. \*\* Utilizes patented technology.

### Aspectos que tiene en cuenta la caracterización

Este apartado muestra las características de los adhesivos hot melt comerciales seleccionados, al respecto de sus valores principales de los parámetros de referencia de calidad, tras su caracterización en cuanto a propiedades estructurales, térmicas, mecánicas, etc.

- **TEMPERATURAS DE FUSIÓN/APLICACIÓN:** 80 - 130°C (siendo preferible cuanto más baja, mejor, por el menor consumo energético y el menor estrés térmico que sufren los materiales sobre los cuales se aplican, sobre todo en técnicas como slot-die o cilindro grabado/gravure roller).



- VISCOSIDAD EN FUNDIDO A 80°C: entre 10.000 - 20.000 mPa·s.
- VISCOSIDAD EN FUNDIDO A 100°C: entre 3.000 - 10.000 mPa·s.
- VISCOSIDAD EN FUNDIDO A 120°C: entre 2.000 - 7.000 mPa·s.
- VISCOSIDAD EN FUNDIDO A 130°C: entre 1.500 - 3.000 mPa·s.
- ALTO TACK INICIAL.

La utilización de adhesivos hot melt reactivos de poliuretano representa una alternativa viable para su aplicación también en el sector del calzado, dados los resultados adecuados obtenidos por INESCOP en su línea de trabajo y por las ventajas que implica su utilización, desde el punto de vista medioambiental así como de proceso.

Respecto de los adhesivos hot melt de uso textil estudiados, se han identificado diferentes grados de HMPUR comerciales, los cuales comparten características similares y ciertas limitaciones tecnológicas, que pueden ser mejoradas en vistas a optimizar este tipo de materias primas y tecnología considerada ya madura dentro del sector textil.

- Temperaturas de fusión/aplicación lo más bajas posible (100°C o inferiores).
- Alto tack inicial.
- Tiempos de curado inferiores a las 48-72 h independientemente del grado de humedad ambiental.
- Cierta componente "bio" en las materias primas empleadas para su síntesis, para dotarlos de valor añadido y más componente sostenible y ecológico.
- Incluir grados de producto con funcionalidad específica (carácter FR, acción antimicrobiana, capacidad antiestática/conductora...).

### **3.3. Selección de componentes del nuevo adhesivo y del método de síntesis (T2.2)**

Hasta el momento, AITEX no ha tenido un peso significativo dentro de esta tarea, puesto que la mayor carga de trabajo la ha desarrollado INESCOP con la realización de diversas pruebas de síntesis de nuevos adhesivos HMPUR para calzado y con potencial uso en textil tras las modificaciones del proceso de síntesis correspondiente.

Aun así, se ha contribuido al proyecto con un estudio e investigación de los componentes principales que entran a formar parte en los adhesivos (hotmelt principalmente), así como de los grupos químicos más estratégicos para modificar parámetros de calidad en los hotmelts o incluso los que aportarían posibilidades de funcionalización no por aditivo, sino por funcionalidad del propio monómero o cadena química al polimerizar.



























Este estudio de componentes y grupos químicos se ha realizado, por parte de AITEX, a partir de la revisión de patentes que tratan precisamente de procesos de síntesis y



desarrollo de formulaciones hotmelt para usos diversos; de esta manera se pueden establecer por parte del equipo investigador cuales son las mejores técnicas analíticas para caracterización, y por otra, cuáles son los valores en que deben moverse las principales propiedades que definen la calidad/procesabilidad de un hotmelt.

El listado de patentes investigadas ha sido el siguiente:

Nombre

-  adhesive composition for self-adhesive label\_US20110162782A1
-  adhesive hotmelt formulation and articles constructed therefrom\_1998\_EP0885942A1
-  adhesive layers for assembly-3layers acrylate HM adhesive\_US20110165402A1
-  HM adhesive composition\_1994\_EP0428017B1
-  HM adhesive with good adhesion to POs\_2011\_US8084527B2
-  HM adhesive with improved adhesion\_2012\_US8222336B2
-  HM adhesives having an extended open time\_US20110020634A1
-  hotmelt adhesives based on PAs\_2000\_EP1013694A1
-  humidity-reactive HM adhesive with increased open time\_US20090110937A1
-  long open time HMs based on PAs\_1999\_EP0965627A1
-  modified PU hotmelt adhesive\_US6465104B1
-  moisture curing PU hotmelt adhesive\_2002\_US5965662
-  moisture-curable PU hotmelt adhesives with high strenght\_2000\_US6136136
-  moisture-curing HM adhesive comprising si-PU prepolymer\_2012\_US8263226B2
-  moisture-curing PAs\_1996\_US5519109
-  new dispersion adhesives\_US20120123052A1
-  novel adhesive composition\_US20110277915A1
-  photoinitiators and UV-crosslinkable acrylic polymers for PSAs\_2010\_US7745505B2
-  preparation of UV-crosslinkable acrylic pressure sensitive adhesives\_US20030088031A1
-  process for preparing high-performance HPSA compositions\_2000\_US6150017
-  process for production of hotmelt adhesives\_2000\_US6138441
-  PSA including ingredients for healing\_Patent US20090274747
-  PSAs and process for preparing them\_US20100010112A1
-  quick-setting PU hotmelt adhesive\_1999\_US5994493
-  reactive hotmelt adhesive composition\_1994\_US5332786
-  use of ester groups containing polyisocyanates as hotmelt adhesive\_1995\_EP0471251B1

### 3.4. Conclusiones parciales de PT2

Las conclusiones parciales de este Paquete de Trabajo PT2, centrado en la investigación y desarrollo de adhesivos funcionales para textil/calzado, son las siguientes:

- Sobre los adhesivos hot melt comerciales se debe analizar la viabilidad técnica de este tipo de adhesivos para su implantación en la industria del calzado. La utilización de adhesivos hot melt reactivos de poliuretano representa una alternativa viable para su aplicación en el sector del calzado, dados los resultados adecuados obtenidos y por las ventajas que implica su utilización, desde el punto de vista medioambiental así como de proceso.
- Respecto de los adhesivos hot melt de uso textil estudiados, se han identificado diferentes grados de HMPUR comerciales, los cuales comparten características similares y ciertas limitaciones tecnológicas, que pueden ser mejoradas en vistas a optimizar este tipo de materias primas y tecnología considerada ya madura dentro del sector textil.
- La estructura química de los HMPUR sintetizados se puede establecer y analizar mediante espectroscopía infrarroja, poniendo de manifiesto que la humedad cataliza la reacción de curado de estos adhesivos. Asimismo, se pueden caracterizar las propiedades térmicas mediante análisis termogravimétrico y calorimetría diferencial de barrido, comprobando que los poliuretanos sintetizados son estables y adecuados para su aplicación. La viscosidad en fundido y temperatura de reblandecimiento de los HMPUR deben estar dentro de unos rangos que hagan sean considerados adecuados para su aplicación, no solamente en el sector calzado sino también textil.
- Los usos de hotmelts HMPUR para calzado tendrán requerimientos diferenciados de los utilizables en textil. La aditivación/funcionalización es más factible mediante uso de aditivos, y debe dejarse el proceso de síntesis para ajustar aspectos tales como temperaturas de fundido/aplicación, control del tack inicial, open-time o viscosidades, por ejemplo.
- Respecto de los requerimientos técnicos principales que deben tener nuevos adhesivos hot melt para uso textil, que puedan mejorar las prestaciones de los actuales, a continuación se indican los rangos de valores de propiedades técnicas que deberían tenerse en cuenta en la modificación de adhesivos durante 2016 (a tenor de los resultados obtenidos hasta ahora): Temperaturas de fusión/aplicación lo más bajas posible (100°C o inferiores); Alto tack inicial; Tiempos de curado inferiores a las 48-72 h independientemente del grado de humedad ambiental; Cierta componente "bio" en las materias primas empleadas para su síntesis, para dotarlos de valor añadido y más componente sostenible y ecológico; Incluir grados de producto con funcionalidad específica (carácter FR, acción antimicrobiana, capacidad antiestática/conductora...).

## 4. DESARROLLO DE ESTRUCTURAS ADHESIVADAS FUNCIONALIZADAS (PT3)

### 4.1. Objetivo de PT3

En este paquete de trabajo se pretende desarrollar diversas estructuras adhesivadas y funcionalizadas -tejido/tejido, tejido/nonwoven, tejido/membrana, piel vacuna, suelas goma, etc.- a partir de los resultados obtenidos en el PT2, es decir, la aplicación de los nuevos adhesivos experimentales tipo HMPUR funcionales (retardantes de llama, antiestáticos/conductores o antimicrobianos) sobre diversos materiales representativos de la industria del calzado y textil que pueden encontrarse en diferentes componentes del calzado.

### 4.2. Estudio de materiales y métodos de unión (T3.1)

#### 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.

#### 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).

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.

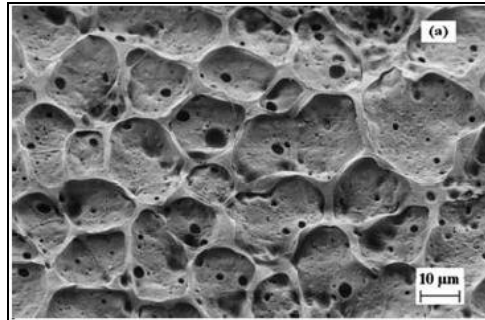
Si bien estas espumas pueden adherirse a otros materiales mediante adhesivos hotmelt -y de otra naturaleza- se sigue manteniendo el proceso tradicional de unión de espumas mediante foamizado a la llama (sin adhesivos) aunque cada vez menos por su carácter contaminante y poco ecológico.

#### 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.

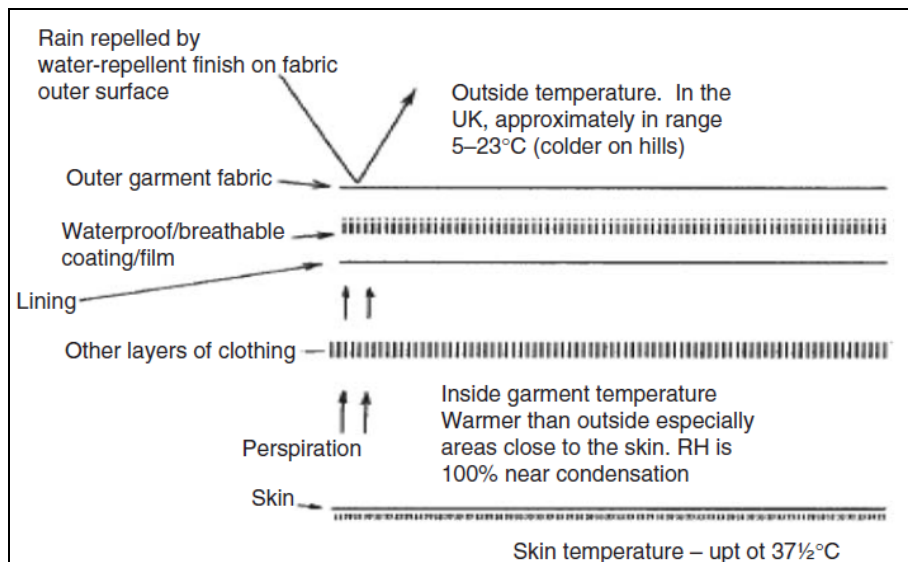
- Láminas y membranas microporosas. En ellas la impermeabilidad/transpirabilidad al agua/vapor de agua es debida a la baja tensión superficial de la lámina y al pequeño tamaño de los poros de la misma (inferior al tamaño de las gotas de agua pero superior al de las moléculas de vapor). Gore-Tex™ fue 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 cm<sup>2</sup>. 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).



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

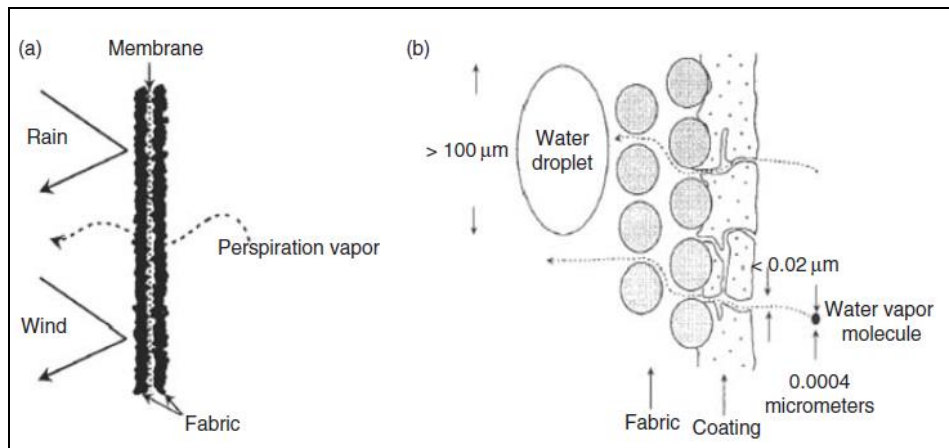
En el caso de las membranas microporosas, los agujeros son de tamaño muy inferior ( $2-3 \mu\text{m}$ ) a las gotas de lluvia ( $100 \mu\text{m}$ ) pero mucho más grandes que las moléculas de vapor ( $40 \times 10^{-6} \mu\text{m}$ ). En la figura se observa el funcionamiento de un tejido transpirable.



**Gestión de la humedad en un tejido transpirable.**

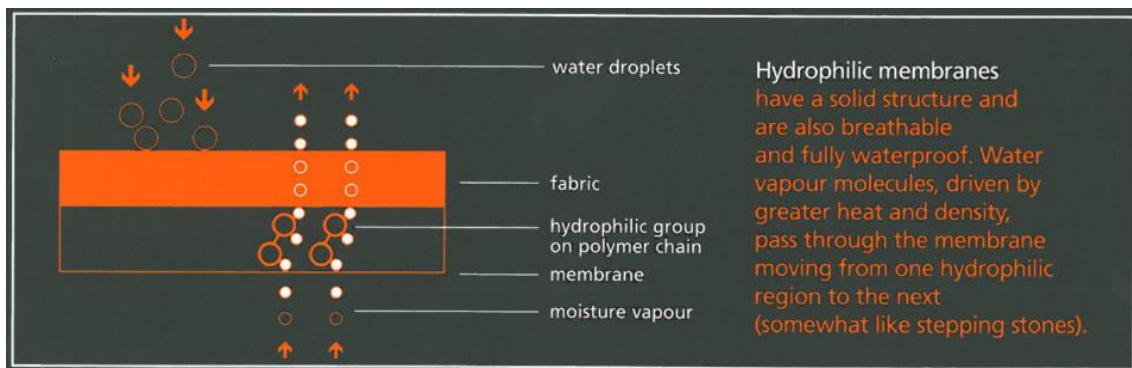
Los recubrimientos microporosos tienen una estructura similar a las membranas microporosas: contienen unos canales interconectados de tamaño muy reducido, inferior al tamaño de las gotas de lluvia pero superior al de las moléculas de vapor. En la siguiente figura se muestra la regulación del vapor a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





**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 (-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-) que constituye la zona amorfa e hidrófila del polímero. Una de las primeras membranas hidrófilas fue el Sympatex™ de Azko, un poliéster modificado.



**Gestión de la humedad y del vapor de agua a través de una membrana hidrófila.**

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





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

### Los adhesivos en la industria textil

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/m <sup>2</sup>	Mid	Mid	Mid	Mid	Mid	High	Mid
Substrates	Most	Most	PU foam	Most	Most	Most	Most

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

**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 substrato que requiera propiedades autoadhesivas.
- Precio: 3 – 6 €/kg.

**Packaging/Converting**

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

*Advanced Technologies From A Leading Adhesives Supplier*



**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.

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.

*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*





<b>SikaMelt-9280</b>	
<b>Adhesivo hotmelt PSA de gran desarrollo</b>	
<b>Datos Técnicos:</b>	
Base química	Termoplástico a base de caucho sintético
Color	Miel claro translucido, opaco <sup>1)</sup>
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) <sup>2)</sup>	94°C aprox
Resistencia estática a cortadura (DIN EN 1943/CQP 566-1) <sup>2)</sup> A temperatura ambiente.	12 Kg aprox.
Resistencia a pelado (CQP 564-1) <sup>2)</sup>	30 N/25mm aprox.
Conservación (en lugar cerrado con una temperatura máx. 25°C en sus envases originales y cerrados)	12 meses

<sup>1)</sup> Pequeñas variaciones en el color no influyen en las propiedades de adhesión.

<sup>2)</sup> A 40 g/m<sup>2</sup>

<p><b>Descripción:</b> 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.</p> <p><b>Ventajas del producto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto tack</li> <li>- Libre de disolventes</li> <li>- Alta cohesión</li> <li>- Excelente resistencia al calor</li> </ul>	<p><b>Áreas de aplicación:</b> 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.</p> <p><b>Mecanismo de curado:</b> SikaMelt®-9230 es un adhesivo de endurecimiento físico.</p>	<p><b>Resistencia química</b> SikaMelt®-9280 es <u>resistente</u> 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.</p>
---	---	---

## 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.

### **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



Plasma por descarga corona

Para mejora de la humectabilidad/adhesión:  
gases inorgánicos (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>)

Para obtener repelencia:  
Monómeros orgánicos que puedan polimerizar

8 textile research institute

XVI Congreso de Adhesión y Adhesivos

Desarrollos y aplicaciones técnicas textiles con hotmelts

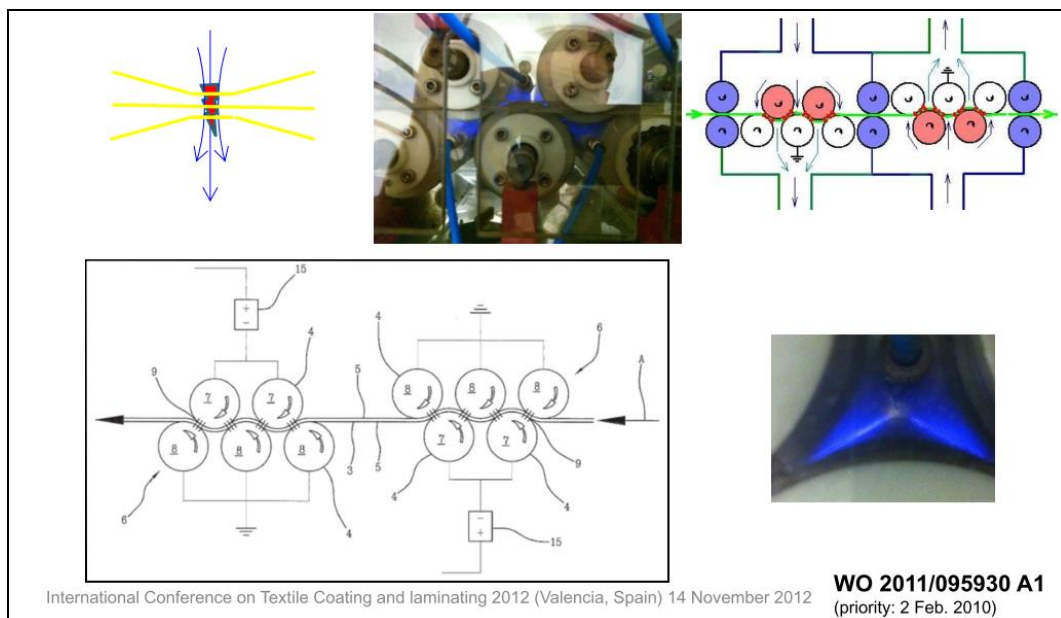
**Como interactúa la tecnología de plasma y qué efectos puede conseguir al tratar materiales textiles.**

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.



**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 O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>); 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 O<sub>2</sub>).
- 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.

### **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

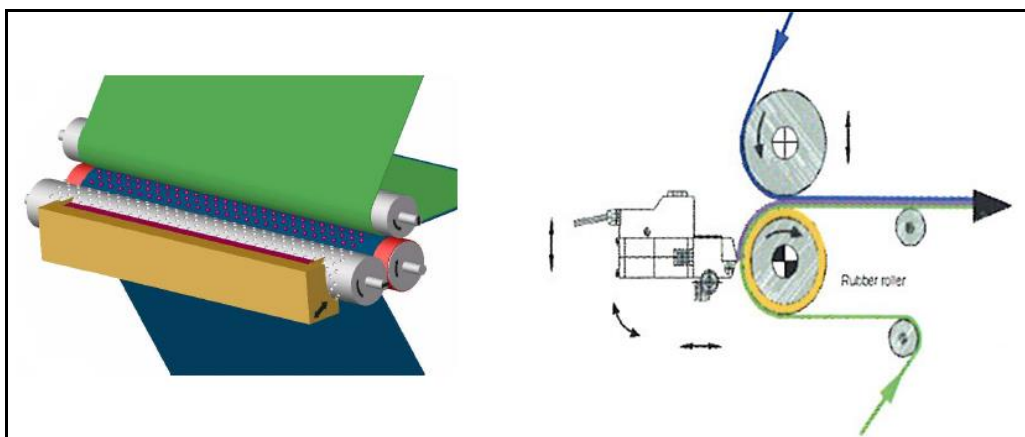
aplicado al sustrato textil utilizando el rodillo grabado de puntos. Se puede únicamente recubrir o también laminar.



**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.



**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.



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

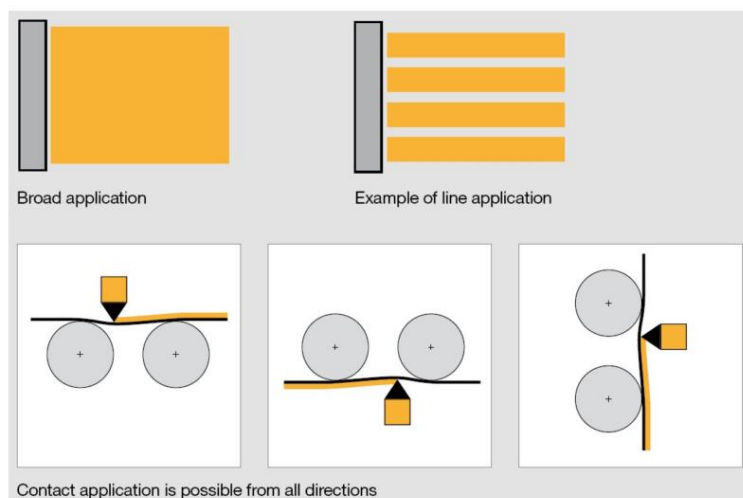
Con este sistema pueden aplicarse hotmelts en un rango de hasta 200°C de temperatura de trabajo. Puede trabajar a velocidades de 1-30 m/min, con anchos de trabajo variables, que van desde los anchos de trabajo a nivel laboratorio (de 30-45 cm) a anchos industriales variables (desde pocos cm a 2-3 m).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



**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.



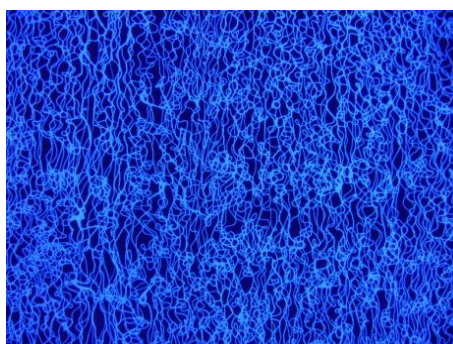


**Representación esquemática de la versatilidad de aplicación y configuración de la tecnología 'slot die' de deposición de hotmelts. Extraído de "Adhesive Application Methods in the Technical Textile Industry". S. Schultheis. TCL2012, Valencia (España).**

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.

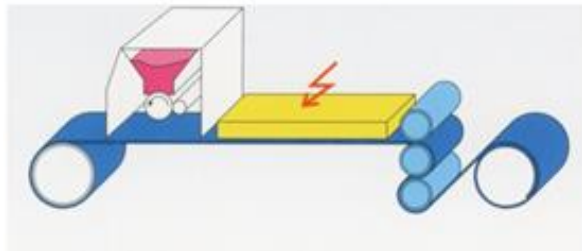


**Dispositivo de sprayado de hotmelts y deposición sobre textil.**



**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 sustrato 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 un aspecto superficial uniforme. Especialmente apto para tejidos pesados (automoción, calzado, confección y tapicería).



**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 añade.

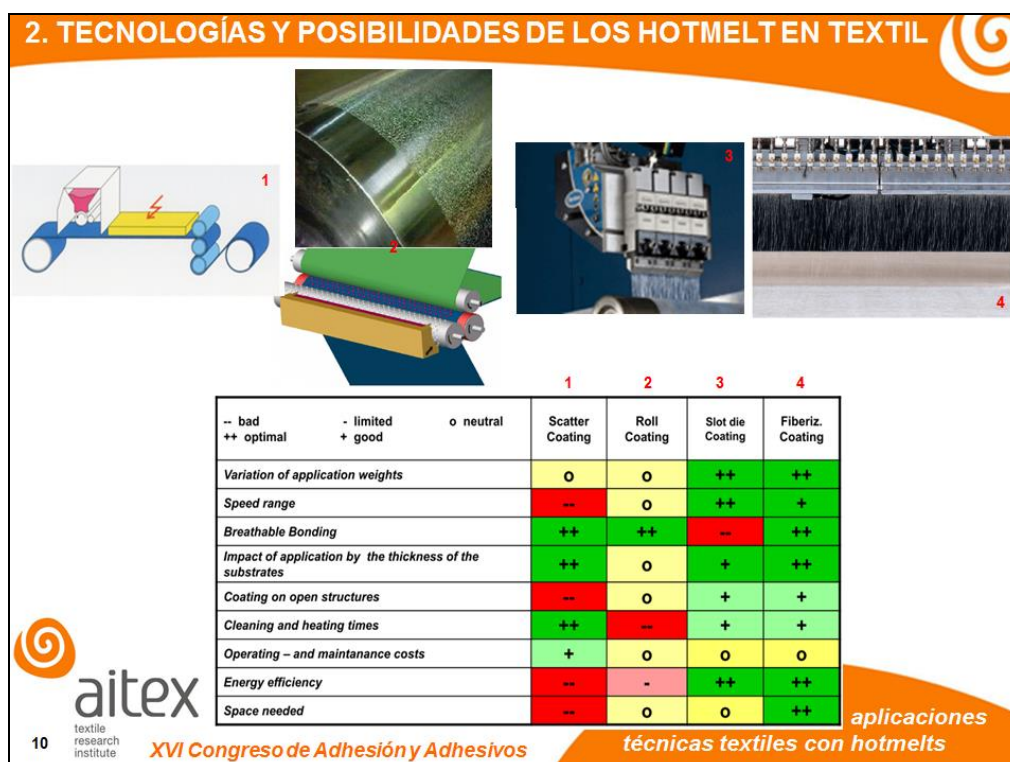


Otro parámetro que puede variar según las unidades de aplicación es si el recubrimiento que se aplica al sustrato está en mayor o menor contacto. Si aplicamos un hotmelt con espray, por ejemplo, el recubrimiento se rocía sobre el sustrato lo que significa que el recubrimiento se aplica sin contacto con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



**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).**

### **4.3. Aplicación de adhesivos convencionales para obtener valores de referencia. Caracterización (T3.2)**

Respecto a la aplicación de adhesivos hotmelt en textil, cabe indicar que esta tecnología está mucho más implantada para el desarrollo de artículos finales y/o técnicos que en el sector calzado.

En este bloque descriptivo, donde se recogen los trabajos de la tarea T3.2 en FUNTEXCAL (en su anualidad I), se desarrollaron diferentes pruebas de aplicación de adhesivos convencionales tipo hotmelt, junto la correspondiente caracterización de propiedades generales/técnicas de las mismas.

#### **Tipos de adhesivos. Selección para pruebas**

Para el desarrollo de las pruebas de aplicación de adhesivos convencionales tipo hotmelt HMPUR, varios grados de adhesivos y composiciones fueron estudiadas. Se listan a continuación y se acompañan de su información técnica correspondiente:

- NEOFLEX 2780.
- JOWAT 637.00
- HB FULLER 5602.

Las características técnicas de los mismos son las siguientes.



## INFORMACIÓN TÉCNICA

### NEOTHERM PU-2780

Fecha de edición: NOVIEMBRE 2008  
Fecha de revisión: 03/12/12

#### -Descripción:

Adhesivo termofusible basado en un prepolímero de poliuretano que cura con la humedad de la atmósfera o de los materiales soportes.

#### -Aplicación:

Neotherm PU-2780 se utiliza para la fabricación de elementos sándwich y pegados por laminación.

Se deben realizar test específicos para cada material a pegar con este adhesivo.

#### -Características técnicas:

- Base: Prepolímero de poliuretano.
- Aspecto: Amarillento. Puede decolorarse bajo la luz ultravioleta.
- Densidad: Aprox. 1,05 g/ml
- Softening point (kofler): aprox. 52 °C
- Viscosidad a 100°C: aprox 8.000 - 12.000 mPas\*
- Método de aplicación: Equipo aplicador especial.
- Temperatura de aplicación: 90-110°C
- Tiempo abierto: Aprox. 5-7 horas. Dependiendo de la temperatura, la cantidad y del sustrato.
- Tiempo de curado: 24 horas dependiendo de la temperatura y la humedad.
- Fuerza de pegado: 5-11 N/mm.<sup>2</sup>, dependiendo del sustrato.
- Condiciones de almacenaje: Frío y seco.
- Sensible al frío: No.
- Sensible a la humedad: Si.
- Inflamable: No.

\*Los valores de viscosidad se controlan en el momento de la producción, pequeñas variaciones son posibles.

#### -Propiedades especiales:

Neotherm PU-2780 tiene un tiempo abierto largo, rápido fraguado y una buena cohesión inicial.

Después de curar tiene una gran resistencia tanto al frío como al calor. Los pegados son resistentes a la humedad y además resisten bastante bien a los disolventes.

Debido a su baja temperatura de aplicación los materiales sensibles a la temperatura sufren poco.

El tiempo de fraguado y el tiempo abierto pueden regularse por la temperatura de aplicación.

La humedad ambiental es suficiente para el curado en la mayoría de los casos. Materiales como madera, piel, etc., que contienen humedad aceleran el curado.

Plásticos y metales necesitan mas tiempo para el curado.

Se recomienda que al menos un sustrato se a permeable.

Los metales se deben calentar para conseguir una mejor adhesión.

Los pegados una vez curados tienen muy buenas propiedades mecánicas.

#### -Observaciones:

La aplicación de estos adhesivos se realiza en equipos especiales de aplicación de rodillo. La limpieza se realiza de forma particular, según se especifica en la hoja técnica de LIMPIADOR 2579 Y 2600

#### -Medidas de seguridad:

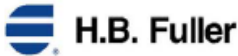

Antes de comenzar a usar el producto, hacer llegar a todas las personas que lo manipulen nuestra **ficha de datos de seguridad**.

Estos datos corresponden a nuestro nivel actual de conocimiento y tienen como fin informar sobre nuestros productos y sus posibilidades de aplicación, de climando toda responsabilidad por consecuencia de una aplicación inadecuada. La calidad de nuestros productos, esta garantizada dentro del marco legal de nuestras condiciones de venta.



Camino de Castilla, km. 5 - Phone: (00-34) 96 661 11 01 Fax: (00-34) 96 542 56 04  
www.neoflex.es - neoflex@neoflex.es - P.O.Box 3004 - 03207 Elche (Alicante) Spain

INFO Jowatherm-Reaktant® PUP hot melts for textile lamination							
Jowatherm-Reaktant®	630.00	637.00	637.10	639.00	634.17	613.30	613.40
Main area of application / Characteristics	For the manufacture of textile compounds in the automotive sector and the textile processing industry					Lamination in car interior	
	For bonding of special textiles, for general use, high initial strength, suitable for melting	For bonding textiles in the medical area, boil resistance, steam sterilisation, good hydrolysis resistance.	For bonding of textiles with a pleasant, textile feel, suitable for application with gravure rollers and screen plants	For bonding of textiles and general use with low application temperature	For bonding of velours to reverse of sanding paper	Universal adhesive mit very high green strength, very well suited for fold bonding	Automatic laminating machines, extreme high green strength, very short open time, high reactivation temperature
Processing temperature in °C	approx. 140	approx. 100	approx. 100	approx. 100	approx. 140	approx. 140	approx. 140
Viscosity in mPas (at 100°C)	approx. 9,000 at 140 °C	approx. 8,000	approx. 15,000	approx. 10,000	ca. 20,000 at 140 °C	approx. 45,000	approx. 20,000
Open time in seconds	approx. 20 - 30	>60	>60	≤60	approx. 6	approx. 15	≤1
Reactivation temperature in °C	approx. 40 - 50	approx. 30 - 40	approx. 30 - 40	approx. 30 - 40	approx. 40 - 50	approx. 70 - 80	approx. 80 - 90

Worldwide manufacturer of adhesives, sealants, coatings, paints, and other specialty chemicals

---

## VERTEX™ High Performance Textile Lamination Reactive Hot Melts

### TL5602

**Manufacturer**

H.B. Fuller Company  
1200 Willow Lake Boulevard  
Vadnais Heights, MN 55110  
888-HBFULLER  
<http://www.hbfuller.com/textile>

**Product Description**

TL5602 is a 100% solids, single-component polyurethane, reactive hot melt adhesive. This specialty adhesive has superior sterilization resistance and excellent washability. It is specially designed for medical and other applications that will be exposed to extreme conditions. Once cured, the adhesive has the following properties:

- Highest Sterilization resistance
- Superior wash resistance, warm and hot
- Excellent dry cleaning resistance
- Thermal and chemical resistance

**Application Features**

- Low application temperature
- Excellent viscosity stability at application temp
- Equipment friendly

**Application Methods**

- Gravure
- Spray
- Screen print
- Roll coating
- Extrusion

This adhesive is designed to be dispensed with platen or reservoir type melters that will dispense adhesive from 5-gallon (40lb/19kg) pails or 55-gallon (400lb/190kg) drums. Contact your H.B. Fuller representative to help you select the right system for your operation. H.B. Fuller has trained technicians who can help set up and train personnel in the operation of most application equipment.

**Typical Application Properties**

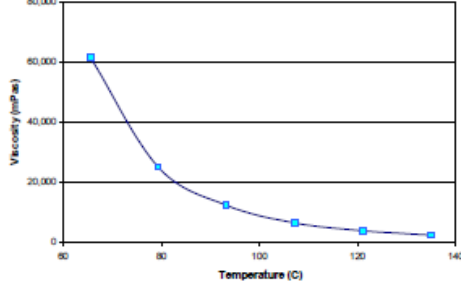
Dispensing/Unloading Temperature	100 – 110 °C
Gravure Application Temperature	100 – 110 °C
Film Open Time *	> 30 minutes
Shelf Life (see Packaging section)	9 months

\* temperature/substrate dependent

**Typical Physical Properties**

Solid Content	100%
Specific Gravity	1.18
Viscosity at 107 °C	6,600 mPa·s
Tensile Strength @ 25 °C (cured)	18,620 kPa
Elongation @ 25 °C (cured)	460%
Young's modulus	239,250 kPa
Color	White

**Viscosity Profile**



Temperature (C)	Viscosity (mPa·s)
80	60,000
90	25,000
100	15,000
110	10,000
120	8,000
130	6,000
140	5,000

**ADEQUATE TESTS:** The information contained in this bulletin we believe is correct to the best of our knowledge and tests. The recommendations and suggestions herein are made without guarantee or representation as to results. We recommend that adequate tests be made in your laboratory or plant to determine if this product meets all of your requirements.

**H.B. FULLER'S ACCEPTANCE OF ANY ORDERS FOR THIS PRODUCT IS EXPRESSLY CONDITIONAL UPON PURCHASER'S ASSENT TO THE TERMS SHOWN ON THE REVERSE SIDE.**

Además, se utilizaron diversas muestras de adhesivos termoplásticos convencionales, para aplicarlos como recubrimiento.

### Procesos de aplicación. Pruebas.

En primer lugar, cabe indicar los tipos de materiales implicados en las pruebas de aplicación de adhesivos. Fueron:

- Tejido CO punto.

- Tejido PES Celliant.
- Tejido PES.
- Tejido PA.
- Membrana PES.
- Membrana PU.
- Membrana PTFE.
- Film PVC.
- Espuma.

Para las pruebas de aplicación y adhesión se utilizó el equipo de laminación con hotmelts por cilindro grabado de que dispone AITEX. Su descripción técnica se muestra a continuación:

Se dispone de una máquina Schaetti de recubrimiento y laminación de tejidos, mediante uso de resinas y adhesivos Hot-melt, que trabaja en continuo, a escala de laboratorio. Es un equipo que permite tanto laminar como recubrir mediante adhesivos termofusibles (termoplásticos) o termoestables (reactivos) que son aplicados siempre en estado fundido por el equipo.

El equipo emplea resinas/adhesivos termoplásticos o reactivos en forma de granza/pastillas o bloques, que son colocadas en el depósito y calentadas hasta la temperatura de proceso, a la cual funden. Un cilindro grabado en contacto con este depósito va “recogiendo” cierta cantidad de resina/adhesivo fundido y lo va depositando en el sustrato textil. La cantidad depositada (en g/m<sup>2</sup>) depende del dibujo grabado de cada cilindro. La anchura de trabajo puede ajustarse desde 5 mm hasta 300 mm y las temperaturas de trabajo, hasta 190°C.

El sistema de trabajo es por contacto entre el cilindro aplicador y el cilindro motor. Así, para el laminado se deben tener velocidades sincronizadas entre uno y otro. De esta manera sobre el sustrato se dejan “puntos” de adhesivo (dot coating) que sirven de unión entre este sustrato y el otro material a laminar. Es un sistema ideal para unir tejidos y membranas, y asegurar la transpirabilidad del conjunto.

Para el recubrimiento se deben tener velocidades diferentes entre un cilindro y otro. De esta manera, el cilindro aplicador girará mucho más rápido que el motor, dejando una capa lisa y continua de resina sólida sobre el sustrato textil. Es un sistema de recubrimiento alternativo a los recubrimientos en húmedo.





**Equipo de laboratorio disponible en AITEX para la aplicación de recubrimientos y laminados con resinas/adhesivos hot-melt.**

Aunque normalmente se trabaja con resinas termoplásticas, también pueden emplearse adhesivos termoestables de PUR, que se añaden ya fundidos al depósito, puesto que vienen en tubos que son precalentados previamente. En su defecto, también se puede trabajar con bloques de PUR de hasta 2 kg.

Mediante este equipo se pueden realizar uniones adhesivas en las que se combinen múltiples materiales. Por ejemplo:

- Tejido de calada (adhesivo sobre él) + membrana transpirable.
- Tejido de rizo/de punto + membrana transpirable (adhesivo sobre ella).
- Espuma + membrana.
- Tejido de calada + espuma.
- Tejido de punto + espuma.
- Tejido de calada + nonwoven.
- Nonwoven + espuma.
- Nonwoven + membrana.
- Etc...

Con este equipo, por tanto, se realizaron las aplicaciones de adhesivos hotmelt convencionales, combinando los diferentes materiales antes indicados.

La matriz siguiente muestra las combinaciones estudiadas y los problemas ocurridos en las diferentes pruebas realizadas (teniendo en cuenta que cada prueba/combinación incluyó necesariamente limpieza de equipo en cada cambio de adhesivo o de material):

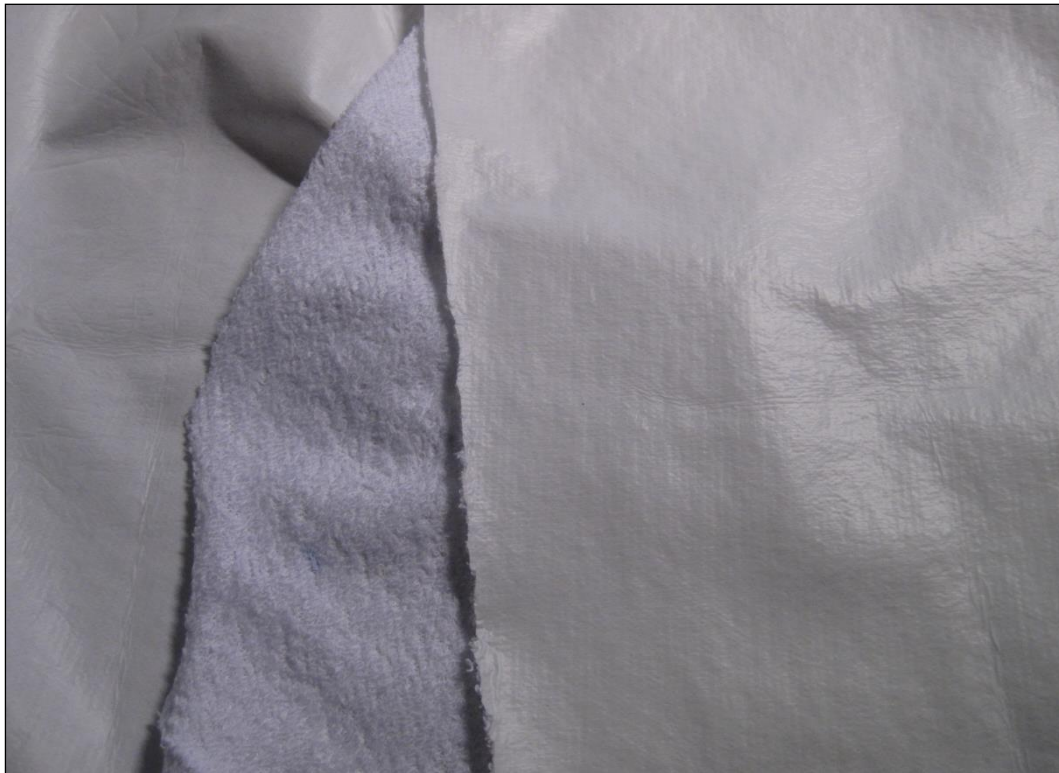
COMBINACIONES ADHESIVO/MATERIAL	Resultado [OK/NO OK], SI NO OK (NO1-arrugas; NO2-no adhesión; NO3-rotura de material; NO4-tensión membrana)							T
	1	2	3	4	5	6	7	
NEOFLEX - CO+PES	NO1	NO1	OK					1
NEOFLEX - CO+PU	NO4	NO1	OK					2
NEOFLEX - CO+PVC	NO1	OK						3
NEOFLEX - PES CELLIANT+ESPUMA	NO3	NO3	OK					4
HBFULLER - PES CELLIANT+ESPUMA	NO3	NO2	NO2	NO2				5
JOWAT - PES CELLIANT+ESPUMA	NO3	NO2	NO2	NO2				6
HBFULLER - CO+PES	NO1	OK						7
HBFULLER - CO+PU	NO4	OK						8
JOWAT - CO+PES	NO1	NO1	OK					9
JOWAT - CO+PU	NO4	NO3	OK					10
NEOFLEX - PES+PES	OK							11
JOWAT - PA+PES	OK							12
JOWAT - PA+PTE	OK							13
TERMOPLÁSTICO - PA	OK							14
TERMOPLÁSTICO - PES	OK							15

La mejor adhesión encontrada fue con el adhesivo NEOFLEX 2780, incluso para el pegado de espuma; por el contrario, los otros adhesivos testados daban problemas de pegado ya que el adhesivo no se transfería correctamente entre las dos superficies.

El trabajo con membranas dio los habituales problemas de formación arrugas y tensión en la membrana, con lo cual los parámetros principales de laminación (velocidad, P de calandrado...) tuvieron que ser ajustados.

Las temperaturas de fusión/aplicación de todos los adhesivos HMPUR testados estuvo en el rango de los 110 - 120°C para no dañar los materiales más sensibles (membranas y espuma).

Imágenes de algunos laminados y estructuras multicapa desarrolladas con adhesivos convencionales se muestran a continuación:



***Tejido CO (rizo) + membrana TPU adhesivado con NEOFLEX 2780. Muestra T2.***



***Tejido PES + membrana PES adhesivado con NEOFLEX 2780: arriba vista general; abajo detalle de la superficie laminada con los puntos característicos de la tecnología de unión por cilindro grabado.***

Por su parte, la aplicación de adhesivos termoplásticos se hizo empleando la técnica de recubrimiento por contacto, desincronizando las velocidades de los cilindros aplicadores y de paso.



### **Resultados de ensayos de caracterización**

Las muestras que se desarrollaron para obtener valores referencia, se caracterizaron en este punto al respecto de diferentes propiedades generales/técnicas. Además, se aplicaron ciclos de lavado como método de envejecimiento para estudiar el efecto del uso respecto de los valores de propiedades técnicas en original.

Incluso también se caracterizaron muestras laminadas comerciales para aumentar la base de datos de laminados/propiedades disponibles. Las referencias de las muestras testadas (siguiendo la nomenclatura de la matriz de vista anteriormente -excepto para las comerciales- fueron):

- COM1 (laminado PES - Goretex/forro interior).
- COM2 (laminado PES - TPU/forro interior).
- COM3 (laminado CO rizo - TPU).
- T1.
- T2.
- T3
- T4.
- T7.
- T8.
- T9.
- T10.
- T11.
- T12.
- T13.
- T14.
- T15.

Los ensayos aplicados para caracterización fueron:

- R tracción / alargamiento a rotura.
- Columna de agua.
- Ret y Rct.
- Actividad antibacteriana.
- Actividad antifúngica.

Para cada tipología de ensayo, las muestras ensayadas y sus resultados fueron los siguientes.

### **RESISTENCIA A TRACCIÓN Y ALARGAMIENTO A ROTURA**

Diferentes muestras textiles desarrolladas a lo largo de PT3 en FUNTEXCAL por AITEX se evaluaron al respecto de su resistencia mecánica (R tracción / alargamiento) mediante el ensayo descrito en UNE-EN ISO 13934-1:1999, mediante dinamómetro INSTRON.

Es un método habitual para la evaluación mecánica de muestras textiles, aunque debe considerarse en este punto la estructura elástica y generada por la tejeduría de punto de algunas de las muestras involucradas, en los resultados que se obtienen y exponen

a continuación. Para la realización de este ensayo, se requirió preparación de muestras, acondicionamiento, calibración del equipo y realización del ensayo tomando anotación de los resultados.

Los valores obtenidos, entre 600 - 1200 N aproximadamente en trama/urdimbre, así como los valores de alargamiento entre 8 - 16% son los habituales para tejidos multicapa laminados como los que se desarrollaron.

Para los laminados que se desarrollen en la anualidad II de FUNTEXCAL mediante adhesivos hotmelt experimentales obtenidos por INESCOP y aplicados por cilindro grabado en AITEX, estos valores deberán servir como guía de calidad de los prototipos a desarrollar.

### RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA. COLUMNA DE AGUA

Esta propiedad, crítica en los tejidos laminados con adhesivos o en cualquiera que lleve una membrana protectora, se evalúa mediante el estándar EN 20811, que da valores de columna de agua soportada (en cm), al respecto de un flujo de líquido que es empujado perpendicularmente a la superficie a testar, a presión determinada (generalmente 10 cm H<sub>2</sub>O/min).

De esa manera se indica el grado de permeabilidad al agua y de resistencia a la presión hidrostática que tiene un tejido recubierto/laminado.

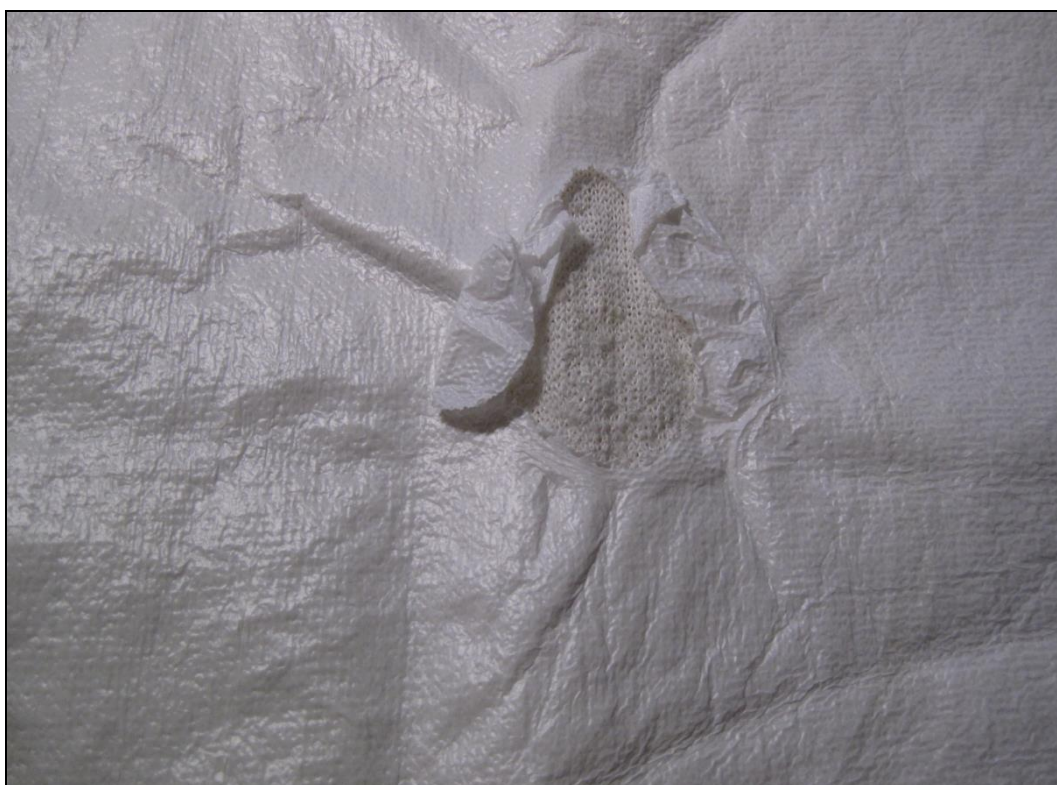
En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos, para todas aquellas muestras desarrolladas con proceso de laminado con adhesivos HMPUR y que incorporaban una membrana polimérica.

MUESTRA REFERENCIA	cm H <sub>2</sub> O
COM1	>1.000
COM2	>1.000
COM3	660
T1	450
T2	470
T3	510
T7	170
T8	190
T9	400
T10	560
T11	530
T12	510
T13	490



Como se observa, las muestras comerciales testadas para tener valores referencia de artículos textiles ya en el mercado son las que ofrecen una mayor resistencia a la penetración de agua, siendo las muestras tipo indumentaria -que incorporan además forro-, aquellas que incluso llegan al límite establecido en el ensayo (1.000 cm, 10 m). Igualmente, la muestra comercial de tejido de rizo + membrana PU ofrece una más que notable resistencia con más de 6 m de columna de agua.

Por su parte, las muestras desarrolladas en FUNTEXCAL para tener valores de referencia de laminados con adhesivos comerciales (en vistas al futuro desarrollo de nuevos hotmelts y sus correspondientes laminados), muestra valores de resistencia al paso de agua en torno a los 4-5 m (adecuados, según determinados usos finales).



**Tejido CO (rizo) + membrana TPU adhesivado con NEOFLEX 2780. Muestra T2 tras fallo por rebentamiento -soportando 4,7m-.**

Con los lavados aplicados (hasta acumular 25), se envejecieron las 10 muestras que mejor resultados daban (incluyendo las 3 comerciales) y se volvió a testar la columna de agua tras envejecimiento. Los resultados obtenidos entonces fueron:

<b>MUESTRA REFERENCIA (tras 25 lavados)</b>	<b>cm H2O</b>
COM1	>1.000
COM2	>1.000
COM3	570

T1	320
T2	despegada
T3	460
T10	430
T11	560
T12	500
T13	despegada

Tras el envejecimiento aplicado, las muestras comerciales siguieron manteniendo las prestaciones de impermeabilidad intactas, y solamente se observó un pequeño descenso en la muestra comercial COM3 (tejido rizo CO + membrana PU).

Respecto de muestras FUNTEXCAL, se observa por regla general ligeros descensos que, no obstante, mantienen los valores de resistencia al paso del agua en torno a los 3 - 4,5 m. Hay 2 muestras que no han soportado los 25 ciclos de lavado y se han despegado, sin poderse ensayar, posiblemente a causa de defectos en el laminado que se han tornado críticos conforme se han ido aplicando los ciclos de lavado.

#### EVALUACIÓN DE CONFORT TÉRMICO. RET Y RCT

Uno de los factores que más influye en la sensación de confort es el calor o frío que “sentimos” y que en muchas ocasiones no se corresponde con la temperatura que marcan los termómetros, por lo que es conveniente examinar los mecanismos por los cuales los tejidos ayudan a (o impiden) mantener uniforme la temperatura del cuerpo que protegen.

La sensación térmica representa la temperatura que “siente” nuestro cuerpo ante un determinado ambiente, caracterizado principalmente por la temperatura del aire, la humedad relativa y, en su caso, la velocidad del viento.

Desde el punto de vista de caracterización de propiedades térmicas en los textiles, existen dos variables muy importantes que permiten reflejar la confortabilidad térmica de éstos, estas variables son:

- transpirabilidad al vapor de agua.
- aislamiento térmico.

Estas variables se pueden cuantificar mediante un equipo denominado Skin Model. El fundamento teórico del Skin Model no es otro que simular las condiciones de temperatura del cuerpo humano cuando se ve expuesto a un clima desfavorable en cuanto a bajas temperaturas. El método empleado en el Skin Model conocido como el de la placa caliente protegida de la transpiración o a menudo denominado como “modelo piel” está proyectado para simular los procesos de transferencia de masa y calor que tiene lugar cerca de la piel humana. Cuanto más se aumenta el grosor de un tejido más aislamiento térmico presentará, pero también mayor resistencia al vapor de agua (menor transpirabilidad). El caso ideal para condiciones de frío es aquel que presentando el mayor aislamiento posible, presentase también la resistencia al vapor de agua más baja posible, es decir, fuese lo más transpirable posible.



**Vista general del equipo Skin Model**

Mediante la evaluación de estas variables se puede evaluar cómo mejora el confort de los textiles con la utilización de diferentes tipos de fibras, distintos tipos de tratamientos, etc. lo cual puede resultar muy interesante para el caso de tejidos laminados, tejido multimaterial/multicapa y estructuras adhesivadas en general.

Se muestran a continuación, en formato tabulado, los resultados obtenidos de medir parámetros tales como el Ret (transpirabilidad) y el Rct (aislamiento térmico) mediante Skin Model por UNE-EN 31092:1996, sobre muestras tanto generadas en AITEX como comerciales recopiladas, a lo largo de esta anualidad I de FUNTEXCAL. Se han caracterizado aquellas que también se testaron frente a columna de agua, por incorporar membrana impermeable/transpirable.

MUESTRA REFERENCIA	Ret (m <sup>2</sup> Pa/W)	Rct (m <sup>2</sup> K/W)
COM1	4,2	0,032
COM2	5,8	0,033
COM3	4,9	0,026
T1	6,2	0,028
T2	8,1	0,024
T3	259	0,027
T7	6,3	0,024
T8	6,3	0,026
T9	6,9	0,023
T10	7,0	0,027
T11	8,1	0,025
T12	4,9	0,025
T13	5,5	0,027

El bajo valor de Ret obtenido está totalmente dentro del rango de los que son habituales en tejidos laminados, y es aportado en conjunto por la membrana transpirable y el tejido. Se observa solamente el efecto de haber trabajado con un film de PVC impermeable y no transpirable, que obtiene un valor de Ret muy discomfortable para usos laminados. Los films de PVC por regla general no transpiran.

Los valores de aislamiento térmico Rct están también dentro del rango, siendo bajos en prácticamente todos los casos (ninguna de las combinaciones investigadas está diseñada para uso en temperaturas extremas o como material textil aislante).

### ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

A lo largo de todo el proyecto FUNTEXCAL se hace (y hará) hincapié en los análisis microbiológicos de actividad antibacteriana y antifúngica de muchas de las muestras textiles desarrolladas.

Así, se analizaron muestras de AITEX para observar el comportamiento de microorganismos cuando atacan polímeros sintéticos como los que se encuentran en los adhesivos o las membranas -y combinados con tejidos naturales como el algodón-.

Estas caracterizaciones requirieron de preparación de muestras, calibración de equipos, verificación de protocolos de trabajo y de seguridad en el laboratorio microbiológico y realización de siembras con cada uno de los microorganismos seleccionados. Además, debe tenerse en cuenta el tiempo destinado al conteo de UFCs (unidades formadoras de colonias) en cada muestra analizada, tanto a tiempo 0 como al cabo del tiempo establecido como final del ensayo (por lo general 24 h).

Existen diferentes métodos para evaluar la resistencia/protección frente a microorganismos de materiales textiles. En primer lugar, debe distinguirse entre actividad antibacteriana (resistencia/protección frente a bacterias) y actividad antifúngica (resistencia/protección frente a hongos). Las normas y protocolos a seguir en cada caso son diferentes. Para ello se hizo uso de análisis estandarizados a nivel internacional, bajo estándares AATCC. AATCC100 para la actividad antibacteriana (considerando *S. aureus* como bacteria más representativa) y AATCC30 para la actividad antifúngica (considerando mayoritariamente el hongo *A.niger* como el más representativo).

- **ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA (FRENTE S.AUREUS)**

Así, se creyó conveniente ensayar la capacidad de actividad antibacteriana (mediante el estándar y método de ensayo descrito en AATCC-100) frente a *S.aureus*, bacteria común y que sirve bastante bien de referencia como microorganismo indicativo.

En este método, se realizan siembras de un microorganismo determinado (que se cuentan en Unidades Formadoras de Colonias, ufc) y se realiza un conteo a tiempo 0 y transcurridas 24h.

De esta manera puede cuantificarse, expresando los resultados en % la tasa de reducción de microorganismos que sufre la muestra, por acción antimicrobiana de alguno de sus componentes (bien sean las propias fibras/hilos, el proceso de acabado químico o algún proceso de higienización/esterilización posterior). Para las muestras

desarrolladas, los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente, donde vienen resumidos los valores obtenidos para las muestras de tejidos analizadas en cuanto a actividad antibacteriana frente a S.aureus:

<b>MUESTRA REFERENCIA</b>	<b>% reducción crecimiento</b>
COM1	<b>97</b>
COM2	<b>99</b>
COM3	<b>0</b>
T1	<b>5</b>
T2	<b>0</b>
T3	<b>0</b>
T4	<b>0</b>
T7	<b>33</b>
T8	<b>36</b>
T9	<b>0</b>
T10	<b>0</b>
T11	<b>0</b>
T12	<b>0</b>
T13	<b>0</b>
T14	<b>0</b>
T15	<b>0</b>

A efectos prácticos, solamente se observa actividad antibacteriana en las muestras comerciales COM1 y COM2, que están destinadas a indumentaria técnica y que posiblemente o lleven un acabado antibacteriano, o bien estén fabricadas con PES aditivado con antibacteriano (ejemplo, PES Trevira Bioactive, identificado en el estudio de PT1 de materiales textiles con beneficios para la salud).

Por lo visto, resultaría de interés de disponer de hotmelts antibacterianos para desarrollar artículos multicapa laminados con esa propiedad, o bien recubiertos con resinas hotmelt antibacterianas.

Al respecto de la actividad antifúngica, los resultados obtenidos se muestran en el bloque siguiente.

- **ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA (FRENTE A.NIGER)**

La norma de ensayo AATCC Test Method 30-2004 “Antifungal Activity, Assessment on Textile Materials: Mildew and Rot Resistance of Textile Materials” (Método III) permite un procedimiento cualitativo para la evaluación del grado de resistencia a mohos y la eficacia de fungicidas en materiales textiles. Consiste en la inoculación del agar y del



material textil con los hongos seleccionados para el estudio, de forma que, transcurridos entre 7-14 días de contacto entre el microorganismo y el tejido, se determina el porcentaje del área de la superficie del tejido cubierta con el crecimiento del hongo. Durante el periodo de incubación, las muestras se someten a una temperatura ambiente de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Para los fines perseguidos en esta investigación, el tiempo de incubación considerado ha sido de 7 días. Preferentemente, la muestra a analizar (así como la muestra control) será un disco circular de radio  $3,8 \pm 0,5$  cm del tejido objeto de estudio.

Los microorganismos más comúnmente utilizados en este ensayo son los hongos:

- Aspergillus Niger.
- Candida Albicans.
- Trichophyton Rubrum.

Para la valoración de la actividad antifúngica, las muestras son observadas de forma visual y al microscopio (mínimo grado de magnificación: 50 aumentos). La cualificación de la actividad antifúngica se basa en los criterios presentados, a continuación, en la tabla siguiente:

Valoración / Assesment	Rango de crecimiento / Growth ratio	
No hay crecimiento / <i>No growth</i>	0	
Hay crecimiento, pero solo visible al microscopio (crecimiento microscópico) / <i>There is growth, but only visible to the microscope (microscopic growth)</i>	1	
Hay crecimiento y es visible para el ojo humano (crecimiento macroscópico) / <i>There is growth and visible to the human eye (macroscopic growth)</i>	Trazas (menos del 10%) / <i>Traces (less than 10%)</i>	2
	Crecimiento bajo (10-30%) / <i>Light growth (10 to 30%)</i>	3
	Crecimiento medio (36-60%) / <i>Medium growth (30 to 60%)</i>	4
	Crecimiento alto (> 60%) / <i>Heavy growth (&gt; 60%)</i>	5

Por tanto, también se creyó conveniente ensayar la capacidad de actividad antifúngica de las muestras desarrolladas en la anualidad I de FUNTEXCAL.

AITEX analizó la actividad frente a *A.niger*, hongo común, que además es uno de los más habituales en la flora dérmica del pie y que sirve bastante bien de referencia como microorganismo indicativo para evaluar la protección que prendas de diferente naturaleza pueden aportar frente al crecimiento de microorganismos.

Así pues (según lo mostrado en la tabla anterior), cuanto menor es el rango de crecimiento estimado, mejor es la actividad antifúngica de la muestra en cuestión.

En la tabla siguiente vienen resumidos los valores obtenidos para las muestras de tejidos FUNTEXCAL analizadas en cuanto a actividad antifúngica frente a *A.niger*:



MUESTRA REFERENCIA	Valoración	Rango de crecimiento
COM1	Crecimiento macroscópico	5
COM2	Crecimiento bajo	3
COM3	Crecimiento macroscópico	5
T1	Crecimiento macroscópico	5
T2	Crecimiento macroscópico	5
T3	Crecimiento macroscópico	5
T4	Crecimiento macroscópico	5
T7	Crecimiento macroscópico	5
T8	Crecimiento macroscópico	5
T9	Crecimiento macroscópico	5
T10	Crecimiento macroscópico	5
T11	Crecimiento macroscópico	5
T12	Crecimiento macroscópico	5
T13	Crecimiento macroscópico	5
T14	Crecimiento macroscópico	5
T15	Crecimiento macroscópico	5

Se observa que solamente una muestra, la COM2, presenta actividad antifúngica, lo cual indica que el antimicrobiano empleado en la fabricación de la muestra tiene amplio espectro de acción frente a microorganismos. Por el contrario, COM1 que era antibacteriana no muestra ninguna actividad antifúngica.

El resto de muestras laminadas/recubiertas, no mostrando actividad antibacteriana previa tampoco presentan actividad antifúngica alguna. No hay actividad frente a *A.niger* en ninguna de esas muestras analizadas.

#### 4.4. Aplicación de nuevos adhesivos funcionalizados. Caracterización y comparación de propiedades (T3.3)

En este bloque de FUNTEXCAL, donde se recogen los trabajos de la tarea T3.3, se desarrollaron diferentes pruebas de aplicación de adhesivos funcionales -bien comerciales o bien experimentales/preparados en AITEX-, junto la correspondiente caracterización de las mismas. Hay que tener en cuenta que, durante los meses desarrollados de PT3, en INESCOP se requirió gran dedicación para poner a punto el método de síntesis y modificación de rutas de síntesis y obtención de adhesivos hotmelt formulados para calzado, siendo este paso previo necesario e imprescindible,

con lo que la funcionalización experimental de los mismos se realizará ya dentro de la anualidad II (2016). Todo el trabajo experimental de AITEX se describe a continuación.

### **Tipos de adhesivo testados/aplicados**

Para el desarrollo de las pruebas de aplicación de adhesivos funcionales (comerciales/experimentales) tipo hotmelt, varios polímeros y composiciones fueron estudiadas. Se listan a continuación y se acompañan de su información técnica correspondiente cuando se dispuso de ella:

- Termoplástico caucho FR.
- HMPUR NFR1.
- HMPUR NFR2.
- HMPUR JFR1.
- Termoplástico FR polvo.
- Termoplástico FR granza.

### **Procesos de aplicación. Pruebas.**

En este caso, los tipos de materiales implicados en las pruebas de aplicación de adhesivos fueron:

- Tejido CO.
- Tejido PES.
- Membrana PES.
- Membrana TPU1.
- Membrana TPU2.
- Film PVC.
- Tejido antipunzón.
- Film TPU1 (alta prestación mecánica).
- Film TPU2 (alta prestación mecánica).

Para las pruebas de aplicación y adhesión, la matriz siguiente recoge las combinaciones de materiales e incidencias ocurridas en cada prueba realizada.

T	Resultado (OK/NO OK) - si NO OK (NO1-arrugas; NO2-no adhesión; NO3-rotura de material; NO4-tensión membrana)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	NO2	NO2					
2	NO2	NO2					
3	OK						
4	OK						
5	NO2	NO2					
6	NO2	NO2					
7	OK						
8	OK						
9	OK						
10	OK						
11	NO2	NO2					
12	NO1	NO2	NO2				
13	NO1	OK					
14	OK						
15	NO2	NO2	NO2				
16	NO2	NO2	NO2				
17	NO1	NO4	OK				
18	OK						
19	OK						

Como puede apreciarse por los resultados obtenidos en las pruebas de aplicación de adhesivos FR (funcionales) sobre diferentes combinaciones de materiales, las pruebas que no resultaron satisfactorias lo fueron por problemas de adhesión entre materiales. En este caso, el tack y fuerza de agarre del adhesivo empleado no fue suficiente para contrarrestar la baja mojabilidad y capacidad adhesiva de alguna de las superficies implicadas. Sobre todo en el caso del caucho FR utilizado, no se consiguió adhesión en ningún caso.

En cambio, los adhesivos experimentales HMPUR grados NFR sí respondieron aceptablemente a los procesos de adhesión empleados y a las diferentes

combinaciones de materiales desarrolladas. Las temperaturas de fusión/aplicación de todos los adhesivos HMPUR testados estuvo en el rango de los 110 - 120°C, mientras que el caucho FR y los dos termoplásticos FR se aplicaron a 180°C.

La aplicación de adhesivos termoplásticos granza/polvo FR se hizo además empleando la técnica de recubrimiento por contacto, desincronizando las velocidades de los cilindros aplicadores y de paso.

### **Caracterización de muestras**

Las muestras que se desarrollaron en T3.3 como muestras para obtener los primeros valores guía de prestaciones alcanzadas en laminados o recubrimientos funcionales desarrollados a partir de hotmelts, se caracterizaron en este punto al respecto de diferentes propiedades generales/técnicas. Además, se aplicaron ciclos de lavado como método de envejecimiento para estudiar el efecto del uso respecto de los valores de propiedades técnicas.

Además, se caracterizaron dos muestras comerciales de algodón y poliéster recubiertas con EVA antimicrobiano para aumentar la base de datos experimentales disponibles. Las referencias de las muestras testadas fueron:

- COM1 (CO recubierto con EVA antimicrobiano).
- COM2 (PES recubierto con EVA antimicrobiano).
- T3.
- T4.
- T7.
- T8.
- T9 (recubierta).
- T10 (recubierta).
- T14.
- T17.
- T18.
- T19.

Los ensayos aplicados para caracterización fueron:

- Ret y Rct.
- Actividad antibacteriana.
- Actividad antifúngica.
- De momento, no se considera la caracterización de retardancia de llama

Para cada tipología de ensayo, las muestras ensayadas y sus resultados fueron los siguientes:

### **EVALUACIÓN CONFORT TÉRMICO. Ret y Rct.**

Se muestran a continuación, en formato tabulado, los resultados obtenidos de medir parámetros tales como el Ret (transpirabilidad) y el Rct (aislamiento térmico) mediante Skin Model por UNE-EN 31092:1996, sobre muestras tanto generadas en AITEX como comerciales recopiladas, a lo largo de esta anualidad I de FUNTEXCAL. Se ofrecen directamente los valores medios del test.

MUESTRA REFERENCIA	Ret (m <sup>2</sup> Pa/W)	Rct (m <sup>2</sup> K/W)
COM1	28,6	0,029
COM2	33,5	0,028
T7	6,9	0,026
T9	24,4	0,031
T10	28,0	0,031

El valor de Ret obtenido en las muestras que van recubiertas (tanto las 2 comerciales COM1-COM2 como las desarrolladas en AITEX con termoplástico FR) con hotmelts funcionales ofrecen una transpirabilidad pobre, debido a que el recubrimiento aplicado con el cilindro deja una capa de aspecto plástico y continua que impide el correcto paso de vapor de agua a través de él. Este tipo de recubrimiento puede ser de interés para usos diferentes a los de indumentaria, y podría ser conseguido con un dispositivo slot-die.

El valor de Ret de la muestra laminada con adhesivo FR HMPUR presenta buenas cotas de transpirabilidad. Los valores de Rct son los habituales en materiales textiles que no están destinados a protección térmica/aislamiento térmico, siendo bajos en todos los casos.

#### CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS. ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

A lo largo de todo el proyecto FUNTEXCAL se hace (y hará) hincapié en los análisis microbiológicos de actividad antibacteriana y antifúngica de muchas de las muestras textiles desarrolladas.

Así, se analizaron muestras diversas obtenidas en esta T3.3 para observar el comportamiento de microorganismos cuando atacan polímeros sintéticos como los que se encuentran en los adhesivos o las membranas -y combinados con tejidos naturales como el algodón-, además de observar el comportamiento de muestras textiles que incorporaban EVA antimicrobiano como recubrimiento (en original y tras varios ciclos de lavado, hasta 10).

- **ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA (FRETE S.AUREUS)**

Para las muestras disponibles, los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente, donde vienen resumidos los valores obtenidos para las muestras de tejidos analizadas en cuanto a actividad antibacteriana frente a S.aureus:

MUESTRA REFERENCIA	% reducción crecimiento
COM1	<b>99,9</b>
COM1+5LAVADOS	<b>98</b>
COM1+10LAVADOS	<b>98</b>
COM2	<b>99</b>

COM2+5LAVADOS	<b>95</b>
COM2+10LAVADOS	<b>95</b>
T17	<b>0</b>
T18	<b>0</b>
T19	<b>0</b>
T17+5LAVADOS	<b>0</b>
T18+5LAVADOS	<b>0</b>
T19+5LAVADOS	<b>0</b>

Solamente se observa actividad antibacteriana en las muestras comerciales COM1 y COM2, que incorporan recubrimiento EVA funcional antimicrobiano, incluso tras 10 lavados aplicadas a la muestra original.

Con ello se valida incluso la durabilidad de este tipo de resinas hotmelt funcionales frente al envejecimiento por lavados. Las muestras con hotmelts FR no muestran funcionalidad antibacteriana alguna.

- **ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA (FRENTE A.NIGER)**

En la tabla siguiente vienen resumidos los valores obtenidos para las muestras de tejidos FUNTEXCAL analizadas en cuanto a actividad antifúngica frente a A.niger:

<b>MUESTRA REFERENCIA</b>	<b>Valoración</b>	<b>Rango de crecimiento</b>
T17	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
T18	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
T19	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
T17+5LAVADOS	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
T18+5LAVADOS	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
T19+5LAVADOS	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>

No hay actividad frente a A.niger en ninguna de esas muestras analizadas.

## **4.5. Conclusiones parciales de PT3**

Las conclusiones parciales de este Paquete de Trabajo PT3, centrado en el desarrollo de estructuras adhesivadas funcionalizadas, son las siguientes:

- Respecto a las tecnologías de unión en textil/calzado, se ha identificado una cada vez mayor y creciente versatilidad de sistemas adhesivos, que definen



claramente “qué se puede hacer y qué no”, independientemente del adhesivo a procesar y de los materiales a unir. 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 (cilindro grabado) es difícil aplicar un recubrimiento continuo, aunque con las modificaciones técnicas adecuadas se podrían llegar a incluir módulos slot-die en un sistema de laminación por cilindros para intercambiar el sistema aplicador en función del adhesivo/producto final a obtener. 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.
- 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).

- Al respecto de tecnologías de tratamiento superficial y de mejora de la capacidad adhesiva en materiales, 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.
- Creciente importancia que los sistemas aplicadores y tecnologías adhesivas tienen dentro del sector textil/calzado repercutiría también en industrias afines (como la del plástico, los productos químicos o la fabricación de maquinaria). Por ello es importante desarrollar el PT5 de FUNTEXCAL en la anualidad II donde se elaborará el pre-estudio de mercado y la valoración de impactos por sectores industriales.
- Los problemas de arrugas en adhesión de materiales 2D (tejidos, no tejidos, membranas, etc.) pueden solventarse sin graves problemas; la adhesión de espumas y materiales complejos puede requerir bien de modificaciones del adhesivo, o bien de modificaciones/asesoramiento técnico sobre el proceso de laminación o sobre las partes más críticas del sistema de laminación.
- La aplicación/caracterización general de adhesivos hotmelt convencionales y funcionales ha permitido disponer de valores referencia en prestaciones tales como R tracción / alargamiento a rotura, columna de agua, Ret y Rct, actividad antibacteriana, actividad antifúngica, de utilidad para conocer cuáles son los niveles que ofrecen los HMs ahora disponibles y cuáles pueden ser las mejores vías de actuación en la anualidad II de FUNTEXCAL.

## 5. VALIDACIÓN DE PROPIEDADES DE CONFORT (PT4)

### 5.1. Objetivo de PT4

Validación de las funcionalidades relacionadas con el confort aportado por los prototipos desarrollados, mediante medición de presión plantar (confort de pisada) así como con ensayos diversos relacionados con el confort táctil y sobre todo térmico (transpirabilidad / aislamiento térmico). Complementar la validación de las propiedades técnicas funcionales realizadas en PT1 y PT3.

### 5.2. Confort térmico (T4.1)

En este bloque descriptivo, donde se detallan los trabajos realizados en la caracterización de propiedades relacionadas con confort térmico, se mostrarán los resultados obtenidos en la Tarea T4.1. al respecto de los valores Ret y Rct que tienen diferentes muestras textiles desarrolladas/obtenidas en pruebas de PT3.

Si bien en PT3 ya se había analizado sobre algunas de las muestras prototipo esta propiedad, los ensayos aquí realizados hacen referencia a las muestras consideradas como INDUSTRIALIZABLES por AITEX (y las archivadas como demostrador prototipo del proyecto FUNTEXCAL).

#### Transpirabilidad y aislamiento térmico. Ret y Rct

Se muestran a continuación, en formato tabulado, los resultados obtenidos de medir parámetros tales como el Ret (transpirabilidad) y el Rct (aislamiento térmico) mediante Skin Model por UNE-EN 31092:1996, sobre muestras generadas en AITEX. Directamente se indica el valor medio de ambos parámetros. Aquellas con subíndice "c" son muestras con adhesivo convencional.

MUESTRA REFERENCIA	Ret (m2Pa/W)	Rct (m2K/W)
COM1	29,2	-
T3	7,4	0,029
T4	6,5	0,028
T4+5LAVADOS	6,6	-
T4+10LAVADOS	6,8	-
T4+25LAVADOS	6,6	-
T7	7,9	-
T8	5,9	0,031
T12c	5,9	0,028

T13c	<b>6,3</b>	<b>0,025</b>
T18	<b>7,7</b>	<b>0,027</b>

Las principales conclusiones que pueden obtenerse de estos valores son:

- Los valores obtenidos en la caracterización final de muestras tipo prototipo industrializable no varían apenas respecto los conseguidos a nivel laboratorio en las primeras pruebas -caracterizadas dentro de T3.3-.
- Con algunos de los nuevos adhesivos y resinas funcionales hotmelt se alcanzan prestaciones de transpirabilidad adecuadas, cuando se combinan con membranas impermeables. Cuando se aplica como recubrimiento, la transpirabilidad lógicamente disminuye.
- Por tanto, con un adhesivo funcional adecuado en términos de viscosidad, temperatura de fusión/aplicación, etc... es posible desarrollar estructuras multicapa adhesivadas con potenciales usos finales.

### 5.3. Confort táctil (T4.2)

En este bloque descriptivo se detallan los trabajos realizados al respecto de la evaluación de un parámetro tan subjetivo como es el tacto (percepción del confort táctil) que aportan tejidos acabados y muestras laminadas desarrolladas/obtenidas en pruebas de PT1/PT3.

Para ello se ha empleado el equipo Kawabata Evaluation System de que dispone AITEX.

#### **Kawabata. Tacto del tejido.**

El confort físico surge como consecuencia de las propiedades físicas de los tejidos. En concreto una de las propiedades físicas más importantes a considerar en los textiles y que refleja con mayor claridad la confortabilidad de éstos es la propiedad del tacto. El sentido del tacto, es un proceso fisiológico de recepción y reconocimiento de sensaciones y estímulos que se producen a través del contacto, y expresa, por definición la subjetividad de quien recibe estos estímulos.

La medida objetiva del tacto o la mano del tejido fue desarrollada por S. Kawabata y M. Niwa durante las últimas décadas, en cooperación con el Comité de Evaluación de la Mano y Estandarización (Hand Evaluation and Standardization Comitee, HESC) de la Sociedad de Maquinaria Textil de Japón (TMSJ). En 1968, el profesor Kawabata (Universidad de Kyoto), propuso una concepción del tacto de los tejidos según las hipótesis siguientes:

- Una persona juzga principalmente el tacto de los tejidos por sus sensaciones las cuales vienen de las propiedades mecánicas de los tejidos.
- El criterio del juicio de la mano se basa en si el tejido posee o no las propiedades adecuadas para su uso como material de ropa.

Se propuso modelizar estas sensaciones creando un sistema cuantitativo a partir de la medida física de las propiedades mecánicas de un tejido. Para la segunda hipótesis, el problema es quién puede juzgar si el tejido es adecuado o no para su uso. La idea del autor al respecto fue la siguiente: el juicio de los consumidores y la fuente de este criterio de juicio son realmente importantes, sin embargo, los consumidores no tienen suficiente experiencia en los textiles en general. Las opiniones de los consumidores fueron redirigidas hacia los productores de tejidos, especialmente a los ingenieros de los procesos de acabado ya que ellos tenían que saber si sus productos eran o no de buena calidad.

De este modo, el profesor Kawabata junto con su colaborador Niwa consideraron que estos expertos en los procesos de acabado debían ser los más apropiados para juzgar la mano de los tejidos basándose en las hipótesis mostradas con anterioridad. Así surge, basándose en estas investigaciones, el diseño de un sistema de instrumentación para medir las propiedades mecánicas fundamentales y de confortabilidad de los tejidos, denominado Kawabata Evaluation System (KES).

El Kawabata Evaluation System (KES) es un sistema de medida que permite detectar cuantitativamente y de modo objetivo el tacto de un tejido a partir del análisis de un conjunto de variables físicas, variables medidas a través de una serie de módulos que componen el sistema de experimentación.

Sin embargo, las condiciones de medida dependen de una serie de modelos o categorías previamente establecidas las cuales están basadas y fundamentadas en la aplicación de cada tejido. El KES es un sistema de experimentación formado por una serie de módulos mediante los cuales se pueden medir las siguientes propiedades mecánicas:

Machine block	KES-FB1	KES-FB2	KES-FB3	KES-FB4
Mechanical properties	Tensile and shear	Bending	Compression	Surface

Mediante las medidas de las propiedades mecánicas realizadas por los distintos módulos se pueden obtener una serie de variables físicas cuantitativas que, posteriormente, se utilizan para determinar las variables cualitativas que van a caracterizar la mano de los tejidos. Las variables físicas obtenidas mediante el sistema de medida se muestran en la siguiente Tabla:

Mechanical properties	Variable	Description	Unit
Tensile	LT	Linearity of load-extension curve	none
	WT	Tensile energy	$\text{g}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$
	RT	Tensile resilience	%
	EMT**	Extension	%
Bending	B	Bending rigidity	$\text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{cm}$

	2HB	Hysteresis of bending moment	g·cm/cm
<b>Shear</b>	G	Shear rigidity	g/cm·degree
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5° of shear angle	g/cm
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5° of shear angle	g/cm
<b>Compression</b>	LC	Linearity of compression	none
	WC	Compressional energy	g·cm/cm <sup>2</sup>
	RC	Compressional resilience	%
	T	Fabric thickness	mm
<b>Surface</b>	MIU	Coefficient of friction	none
	MMD	Mean deviation of MIU	none
	SMD	Geometrical roughness	µm
<b>Weight</b>	W*	Fabric weight	mg/cm <sup>2</sup>

A partir de estas variables físicas y junto con la valoración de expertos realizada por el equipo del profesor Kawabata se determinan los PRIMARY HAND, que son expresiones japonesas que describen distintas sensaciones relacionadas con el tacto de los tejidos.

PRIMARY HAND	Significado
<b>KOSHI</b>	Stiffness. A feeling related with bending stiffness. Springy property promotes this feeling. The fabric having compact weaving density and woven by springy and elastic yarn makes this feeling strong.
<b>NUMERI</b>	Smoothness. A mixed feeling come from smooth, limber and soft feeling. The fabric woven from cashimere fibers gives this feeling strongly.
<b>FUKURAMI</b>	Fullness and softness. A feeling come from bulky, rich and web formed feeling. Springy property in compression and thickness accompanied with warm feeling are closely related with this feeling. Fukurami means "swelling".
<b>SHARI</b>	Crispness. A feeling come from crisp and rough surface of fabric. This feeling is brought by hard and strongly twisted yarn. This feeling brings us a cool feeling.
<b>HARI</b>	Anti-drape stiffness. Anti-drape stiffness, no matter whether the fabric is springy or not. This word means "spreading".
<b>SOFUTOSA</b>	Soft feeling. A mixed feeling of bulky, flexible and smooth feelings.
<b>KISHIMI</b>	Scrooping feeling. A kind of silk fabric possesses this feeling strongly.
<b>SHINAYAKASA</b>	Flexibility with soft feeling. Soft, flexible and smooth feeling.

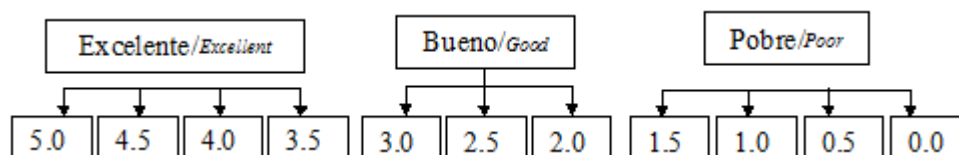


En función de los valores obtenidos el grado de importancia que presenta cada variable cualitativa puede ser mayor o menor, es decir, los distintos PRIMARY HAND tendrán mayor o menor importancia en función de la valoración obtenida tal y como se puede observar en la siguiente tabla:

$\geq 10$	VERY STRONG
9 8 7	STRONG
6 5 4	MEDIUM
3 2 1	WEAK
$\leq 0$	VERY WEAK

Por combinación de los PRIMARY HAND se puede obtener un parámetro que, mediante un único valor numérico, represente la mano o tacto del tejido. Este parámetro es conocido como TOTAL HAND VALUE (THV), o lo que es lo mismo, el valor total de la mano. Este valor de THV se obtiene por combinación de los cinco primeros PRIMARY HAND. Estas combinaciones se realizan en función del modelo o categoría de medida utilizada, es decir, en función de la aplicación final del tejido.

El valor de la mano o THV comprende valores desde 0 a 5 y se cataloga del siguiente modo:



De esta manera, puede expresarse en formato resumido el valor de THV que genera el equipo KES al evaluar muestras textiles como las generadas durante FUNTEXCAL año I (sobre tejidos de diferente naturaleza y acabados mediante diferentes materiales/procesos: con aditivos funcionales o bien laminados con adhesivos).

Aquí cabe decir que se ensayaron también algunas muestras consideradas como NO OK por AITEX en lo que respecta a aplicación de acabados hidratantes/efecto frío (principalmente porque manchaban el tejido y su aspecto estético no era potencialmente adecuado en caso de una futura industrialización), para observar el nivel de tacto y determinar si en la anualidad II de FUNTEXCAL valía la pena optimizar dichas formulaciones u optar por otros tipos de aditivos/funcionalidades.

Las referencias son las indicadas en las tablas de PT1/PT3 que recogen pruebas de acabado o de aplicación de adhesivos.

Se muestran compilados los resultados de confort táctil en la tabla siguiente (si la muestra era de tejido de punto, se evaluó con su modelo correspondiente; caso de calada, se evaluó con modelo “sábana” según modelización hecha por AITEX recogida en la patente propia ES2370030), para dichas muestras desarrolladas por AITEX:

MUESTRA REFERENCIA	VALOR THV*
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	3,64
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre CO	3,59
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	3,16
PU 5% + ALOE VERA 10% sobre PES	3,23
PU 5% + ROSA M. 5% sobre CO	2,16
PU 5% + ROSA M. 5% sobre PES	2,29
PU 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	2,18
PU 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES	2,67
PU 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	2,40
AC 5% + ALOE VERA 5% sobre CO	3,08
AC 5% + ALOE VERA 10% sobre CO	3,26
AC 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	3,17
AC 5% + ALOE VERA 10% sobre PES	2,99
AC 5% + ROSA M. 5% sobre CO	2,22
AC 5% + ROSA M. 5% sobre PES	2,12
AC 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	1,89
AC 5% + EUCALIPTOL 1% sobre PES	2,35
AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	2,50
NEOFLEX - CO+PES	2,22
NEOFLEX - CO+PU	2,46
NEOFLEX - CO+PVC	1,77
NEOFLEX - PES CELLIANT+ESPUMA	2,58
JOWAT - CO+PES	2,29
JOWAT - CO+PU	2,43
NEOFLEX FR1 - CO+TPU1	2,67
NEOFLEX FR1 - PES+PES	2,11
NEOFLEX FR1 - PES+TPU1	2,18
<b>*Para punto: modelo Knitted fabrics for underwear – Winter</b>	
<b>*Para calada: modelo propio según ES2370030</b>	

Las combinaciones de diferentes materiales textiles de base y diferentes compuestos químicos para el acabado funcional o para la laminación (con hotmelts convencionales/funcionales) permiten extraer ciertas conclusiones en cuanto a la caracterización del confort táctil:

- Respecto de los tejidos acabados con productos funcionales hidratantes, se observa que la aplicación de aloe vera en concentraciones del 5-10% aporta un alto nivel de tacto -incluso algunos con tacto calificado como MUY BUENO- y suavidad al tejido (efecto demás complementado con la hidratación observada en los ensayos de hidratación dérmica). Por el contrario, otro tipo de hidratante como como la rosa mosqueta no aporta un nivel tan elevado de confort táctil, seguramente por el tacto algo aceitoso que tienen las muestras finales.
- Respecto de los tejidos acabados con eucaliptol/mentol (efecto frio), los valores generales de los tejidos así acabados se encuentran en el rango de BUENO. Ello hace anticipar posibles incrementos en las concentraciones empleadas para funcionalizar tejidos con este efecto a lo largo de FUNTEXCAL anualidad II. Con la ayuda recibida desde colaboradores externos, los problemas de formulación que presentaba el mentol se pueden minimizar la próxima anualidad.
- La laminación con adhesivos (ya sean convencionales o funcionales) no aporta tactos malos a los conjuntos tejido/membrana obtenidos, ni tampoco rigideces excesivas a la junta adhesiva que pueda reducir el confort táctil percibido. Con ello, los avances que se produzcan en la anualidad II de FUNTEXCAL al respecto deberán ir focalizados a mantener la elasticidad de la junta adhesiva conjugándose con un alto poder de adhesión; así se combinará tanto confort de uso, funcionalidad (si dispone de ella) como prestación mecánica en el laminado final.

## 5.4. Confort de uso y de pisada (T4.3)

Para finalizar con la descripción de trabajos realizados en PT4 al respecto de validación de propiedades de confort, en este bloque se describen las actividades realizadas dentro de la tarea T4.3, de investigación sobre el confort de uso y de pisada de los materiales involucrados y desarrollados en los PT anteriores.

Puesto que AITEX no disponía de algunos de los equipos o metodologías de testado/validación de propiedades de confort al uso directamente relacionadas con las funcionalidades investigadas o propiedades obtenidas, parte del trabajo fue realizado gracias a la colaboración técnica de diferentes entidades.




























Además, para paliar en parte esta falta de conocimiento técnico de AITEX respecto a técnicas analíticas especiales, se realizó una pequeña búsqueda y análisis de información técnica respecto de metodologías de validación de calidad del sueño, del descanso, de confort en ropa deportiva y su relación con el confort de uso y cómo repercute todo ello en el usuario final.

Otra tarea realizada fue la propia caracterización de muestras diversas, al respecto del confort de uso relacionado con el crecimiento/aparición de microorganismos sobre muestras. Para ello en AITEX se realizaron los correspondientes análisis de actividad antibacteriana/antifúngica sobre determinadas muestras.

Todo ello se describe a continuación.

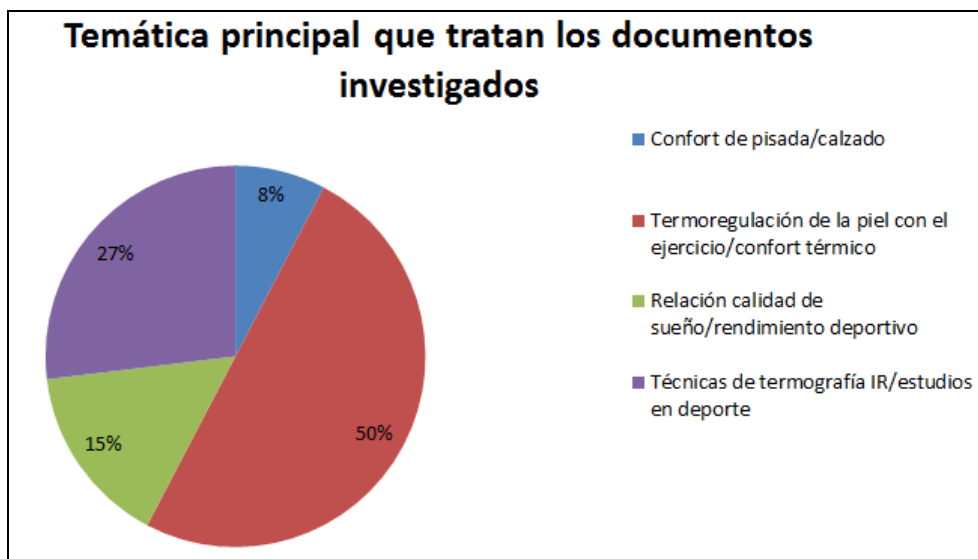
### **Estudio documental de metodologías de validación de aspectos relacionados con el confort de uso, y cómo afectan éstos al usuario**

El hecho que AITEX no disponga todavía del conocimiento necesario al respecto de nuevas técnicas analíticas de evaluación de confort al uso, o de medición de aspectos técnicos especiales relacionados con las líneas de productos antes indicadas, motivó que en esta T4.3. se realizase una pequeña búsqueda de información técnica respecto de metodologías de validación de calidad del sueño, del descanso, de confort en ropa deportiva/productos deportivos y su relación con el confort de uso y cómo repercute todo ello en el usuario final. Los documentos investigados, estudiados y analizados se muestran listados a continuación:

Nombre
 body mapping of thermoregulatory+perceptual responses_2013
 changes in skin temp during muscular work_2014
 comfort evaluation+bed adjustment according to sleep position_2009
 comparison of analysis methods in skin temp during exercise_2014
 comparison of the efficacy of clinical mattresses on temp_2014
 conductive heat exchange with a gel-coated water mattress_2004
 development and evaluation of a tool for footwear assessment_2009
 effect evaluation of a heated mattress on body temp_2014
 effect of bedding system on sleep-cardiovascular functions_2013
 effect of exercise on skin temp_2007
 effects of pressure distribution on sleep quality_2014
 evaluation of compatibility Human-Mattress using EMG_2014
 field study of a radiant heating system for sleep_2011
 human thermoregulation and the cardiovascular system_2012
 IR camera assessment of skin surface temp_2013
 IR-transparent fabrics for wearable thermal management_2014
 normalized methodology for medical IR imaging_2009
 overview of recent application of IR thermography in sport_2010
 relacion calidad sueño-actividad fisica en jovenes_2014
 sensor textil piezoresistivo+stma ritmo cardiaco_ES2485617 2014
 Thermal body patterns for healthy Brazilian adults_2014
 thermal environmental conditions for human occupancy_2008
 thermal imaging of skin temp changes in trained female_2012
 thermal imaging of skin temp modification in runners_2009
 thermoregulation during incremental exercise in cycling_2014
 time required to stabilize thermografic images at rest_2014
 use of thermal imaging in the evaluation of body surface temp_2013

El análisis de estos documentos nos permite extraer unas conclusiones de interés para FUNTEXCAL:

La temática principal sobre la que tratan los documentos investigados es termorregulación de la piel y confort térmico. El 50% de los artículos científico-técnicos estudiados abarca este concepto, clave para entender el confort de uso de diferentes artículos textiles y/o para calzado, así como para entender el confort que pueden aportar estructuras multicapa adhesivadas al usuario final.



Le siguen los documentos que tratan sobre termografía IR (27%) y aplicaciones de esta técnica a usos deportivos, de competición o incluso de caracterización de productos finales relacionados con la actividad física o la práctica deportiva. Que AITEX no disponga de la capacidad de análisis de esta técnica, interpretación correcta de resultados que pueden obtenerse y de realización de dinámicas de grupo/estudios con voluntarios, motivó en parte el planteamiento de una colaboración externa para caracterizar termográficamente -entre otros aspectos- prototipos de estructuras multicapa tipo colchón con voluntarios, y también el desarrollar una metodología de evaluación del confort de uso que proporcionen plantillas técnicas para grupos de riesgo, evaluadas entre otras técnicas con IR.

En este sentido, los estudios sobre producto final o de caracterización de confort de pisada que ofrece el calzado ocupan un reseñable 8% de la información estudiada, lo cual está totalmente en línea con el planteamiento de FUNTEXCAL, el hecho de contar con INESCOP como socio ejecutor del proyecto y con las líneas de trabajo que se vienen desarrollando durante este anualidad I.

Respecto de las fechas de publicación de los artículos investigados, la inmensa mayoría de ellos (74%) tiene 5 años o menos. Puesto que 3 de cada 4 artículos técnicos estudiados son novedosos, ello es clara muestra de la cada vez más creciente preocupación por:

- Estudiar el confort al uso de diferentes productos destinados al consumo de masas.

- Identificar relaciones entre propiedades técnicas de materiales y que beneficios aportan al consumidor final.
- Dar información útil y entendible a diferentes actores de la cadena de valor, desde los proveedores de materias primas, fabricantes/suministradores, vendedores y usuarios finales.



La cada vez más creciente preocupación por la salud, la práctica deportiva generalizada y también nuevas necesidades creadas tanto por usuarios como por fabricantes motiva el hecho que casi el 60% de los estudios y publicaciones investigadas en FUNTEXCAL al respecto de metodologías de validación de aspectos relacionados con el confort de uso, y cómo afectan éstos al usuario, se hayan desarrollado en los 2 últimos años. Es otra motivación más para continuar los trabajos y líneas de investigación del proyecto FUNTEXCAL durante la anualidad II.

### **Resultados obtenidos en la caracterización de diferentes aspectos relacionados con el confort de uso y de pisada, mediante técnicas/metodologías avanzadas no disponibles en AITEX**

A fin de dejar constancia en este Estudio de la anualidad I de FUNTEXCAL de los resultados principales obtenidos por los diferentes colaboradores externos que se encargaron de caracterizar/analizar diferentes aspectos relacionados con el confort de uso y de pisada, a continuación se mostrarán los resultados más reseñables.

### **VALIDACIÓN DE MUESTRA MULTICAPA (TERMOREGULADORA Y CON CAPACIDAD DE REMISIÓN IR).**

Para dicho cometido se planteó la realización de un estudio mediante voluntarios, para analizar una muestra multicapa PES remisión IR+espuma obtenida en FUNTEXCAL mediante laminación con hotmelts (de potencial uso como tejido topper de colchón) que también contenía PCMs. Dicho estudio se realizó siguiendo un protocolo de actividad y descanso de la muestra implicada en el mismo. Además, se llevó a cabo



una comparativa entre la muestra FUNTEXCAL y muestras comerciales que no incluían las características funcionales del mismo. Se llevaron a cabo los siguientes trabajos:

- Estudio de la calidad del sueño.
- Estudio termográfico.
- Estudio de la percepción subjetiva del confort.

Con ello se validaron los efectos beneficiosos que diversos materiales funcionales especiales de carácter textil, combinados con procesos de laminación con adhesivos y acabado en húmedo, aportan a la salud y el descanso del usuario, ya que se observó que los tejidos con estructura multicapa que incorporan biocerámicas (efecto de remisión IR) y materiales termoreguladores, reducen cerca de 1°C la temperatura de la piel en el punto de contacto y favorecen el bienestar y el descanso del usuario.

#### DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DE PLANTILLAS (PARA USUARIOS ESPECIALES).

Según materiales investigados y muestras previamente desarrolladas por AITEX, al haberse trabajado con tejidos para suelas/plantillas (y estar previsto seguir con ello en la anualidad II), se consideró de interés establecer y desarrollar una metodología adecuada para la validación de prototipos de materiales/plantillas para calzado especial.

Se observó que no existe una metodología de ensayos, ni equipamiento específico para valorar el confort al uso que aportan estos productos, especialmente cuando las plantillas o materiales técnicos a analizar están destinados a grupos de usuarios con requerimientos especiales. Por ello, se han establecido diferentes métodos de testado, adecuados por grupo, llevando a cabo los siguientes trabajos:

- Estudio de requerimientos específicos para cada grupo.
- Pruebas de evaluación con todas las herramientas analíticas capaces de evaluar parámetros de confort en plantillas, para establecer cuáles son las más adecuadas en cada caso.
- Desarrollo de la metodología de validación para cada grupo.

A partir de la realización de este trabajo, por una parte AITEX ya conoce cuales son los requerimientos que deben cumplir los materiales que se investigan en FUNTEXCAL respecto de estructuras multicapa para calzado funcional -según grupos de usuarios específicos-; y por otra, AITEX ya dispone de un método de ensayo y de evaluación del confort que aportarían plantillas diseñadas con materiales especiales, para diversos grupos de riesgo.

#### CARACTERIZACIÓN DEL NIVEL CITOTÓXICO DE MUESTRAS OBTENIDAS.

Se ejecutaron diversos tests de citotoxicidad sobre varias muestras textiles (A, B, C, D) que contienen acabados funcionales de diversa naturaleza basados en principios activos.

- Las muestras A contienen principios activos de carácter hidratante (aloe vera y rosa mosqueta).
- Las muestras B contienen principios activos de carácter frío/calor (mentol, eucaliptol).

- Las muestras C contienen acabado antimicrobiano desarrollado a partir de micro/nanoaditivos de base plata dispersados en resinas tipo acrílicas o de PU.
- Las muestras D han sido desarrolladas a partir de la aplicación de técnicas de acabado funcional con propiedades higienizantes o que pueden aportar la funcionalidad de más resistencia antipunzante a tejidos para calzado técnico.

Se ha llevado a cabo la evaluación del carácter citotóxico de cada muestra, por ISO 10993, para validar las formulaciones de acabado especial funcional aplicado -el cual busca lograr beneficios sobre la piel y la salud del usuario-, a efectos de determinar que las formulaciones aplicadas y los principios activos formulados son inocuos dérmicamente y no provocan irritación de la piel.

Se ha comprobado que la aplicación de aloe vera en diferentes concentraciones y sobre diferentes tejidos tiene inocuidad para el crecimiento celular. En cambio, las aplicaciones con rosa mosqueta habrá que seguir trabajándolas ya que -si bien aportan un poder hidratante mucho mayor como se ha comprobado en el proyecto- sí presentan niveles considerados citotóxicos.

Respecto a los aditivos frío/calor, la concentración también resulta clave para que las muestras sean consideradas citotóxicas o no.

Respecto de las muestras tipo C, según tipo de formulación o de resina empleada para la dispersión de acabado antimicrobiano, algunas muestras indican citotoxicidad. 5 tienen viabilidad celular > 70%, y 6 no.

Respecto de las muestras acabadas por tratamiento con aditivo higienizante O3 no presenta problemas; en cambio hay que seguir trabajando la línea de aditivación con partículas inorgánicas que aporten R antipunzante ya que presentan citotoxicidad.

#### EVALUACIÓN DE EFECTO HIDRATANTE.

También se desarrollaron dentro de FUNTEXCAL diversos tests de valoración del efecto hidratante (y es también de interés el efecto regenerante; esta propiedad se considerará en la anualidad II) que varios tejidos impregnados con principios activos de carácter natural aportan al usuario.

Impregnaciones realizadas sobre tejido de PES género de punto, con aloe vera o rosa mosqueta, a concentraciones de 50 - 100 g/l de solución acuosa de dichos compuestos fueron analizadas al respecto. Se han llevado a cabo los siguientes ensayos:

- Evaluación del efecto hidratante inmediato (cinética de hidratación) de hasta 5 muestras después de su aplicación sobre la piel (en formato tejido impregnado).
- Evaluación del efecto hidratante acumulativo (28 días) de 1 muestra tipo, después de su aplicación sobre la piel (en formato tejido impregnado).

Con ello, se ha validado el carácter hidratante que los principios activos aloe vera y rosa mosqueta aplicados sobre textiles dan a la piel. El nivel de mejora de la hidratación dérmica es diferente según compuesto. En el caso del aloe vera está en torno al 8% independientemente de si se aplica a 50 g/l o 100 g/l. En el caso de la rosa

mosqueta, es mayor cuanto más concentración, llegando a más del 40% de mejora. También se observa cierta capacidad de hidratación a largo plazo, aunque se califica como “no significativa”.

A partir de estos resultados, hay que conjugar también el carácter no citotóxico para establecer formulaciones de acabado hidratante industrialmente viables (trabajo pendiente para 2016).

### **Actividad antibacteriana (frente S.aureus) y actividad antifúngica (frente A. niger) de muestras obtenidas**

Complementando las caracterizaciones y estudios de confort de uso realizados por los diferentes colaboradores externos implicados en T4.3, mediante técnicas y métodos avanzados de caracterización, AITEX ejecutó diversos tests de actividad antibacteriana sobre varias muestras desarrolladas en los PT anteriores.

Así, se analizaron muestras de AITEX (consideradas algunas como potencialmente INDUSTRIALIZABLES en un futuro, otras como mejorables en relación con su aspecto) correspondientes a tejidos con acabados hidratantes, tejidos con aditivos de efecto frío y tejidos laminados con propiedades de alta resistencia mecánica a penetración.

Para ello se hizo uso de análisis estandarizados a nivel internacional, bajo estándares AATCC. AATCC100 para la actividad antibacteriana (frente S.aureus) y AATCC30 para la actividad antifúngica (considerando el hongo A.niger como el más representativo).

El listado de muestras ensayadas aquí fue es el siguiente:

- PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES
- PU 5% + ROSA M. 5% sobre PES
- PU 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES
- PU 5% + MENTOL 0,2% sobre CO
- PU + 1% NanoAg sobre PES
- PU + 2% NanoAg sobre PES
- PU + 10% NanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sobre PES
- PU + 20% NanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sobre PES
- AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES
- AC 5% + MENTOL 0,2% sobre CO
- NFR1 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC
- NFR2 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC
- O3 1000 ppm sobre CO

### **ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA.**

Uno de las bacterias más representativas para evaluar el carácter de resistencia frente a microorganismos de materiales textiles es el S.aureus. Por ello, ha sido de los más seleccionados para realizar los ensayos de actividad antibacteriana en muestras generadas por AITEX durante la anualidad I de FUNTEXCAL. Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente, donde vienen resumidos los valores

obtenidos para las muestras de tejidos analizadas, en cuanto a actividad antibacteriana frente a S.aureus:

<b>MUESTRA REFERENCIA</b>	<b>% reducción crecimiento</b>
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	<b>0</b>
PU 5% + ROSA M. 5% sobre PES	<b>0</b>
PU 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	<b>75</b>
PU 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	<b>0</b>
PU + 1% NanoAg sobre PES	<b>96</b>
PU + 2% NanoAg sobre PES	<b>99,9</b>
PU + 10% NanoAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sobre PES	<b>0</b>
PU + 20% NanoAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sobre PES	<b>62</b>
AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	<b>82</b>
AC 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	<b>0</b>
NFR1 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC	<b>0</b>
NFR2 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC	<b>0</b>
O3 1000 ppm sobre CO	<b>0</b>

Los resultados obtenidos muestran diferencias de comportamiento antibacteriano, en función del tipo de aditivo funcional empleado. Así, para las muestras que contienen nanoAg se observan drásticas reducciones de la población bacteriana, que son hasta del 99,9% en el caso de emplear 2% de nanoAg para formular el acabado funcional.

Para el otro aditivo de carácter inorgánico empleado (nanoAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) se observa cierta actividad -no significativa- para la concentración máxima estudiada hasta el momento (20%), dando un 62% de reducción. Aun así, este aditivo se ha estudiado como elemento que favorezca la resistencia a la penetración y no como aditivo antimicrobiano.

Para los aditivos orgánicos de carácter natural considerados (dos hidratantes y dos de efecto frío), se observa cierta actividad antibacteriana para el caso del eucaliptol (efecto que está documentado también en bibliografía). No son actividades elevadas y que puedan considerarse para un acabado antibacteriano base eucaliptol, pero en la anualidad II sería de interés seguir trabajando las formulaciones de este aditivo para optimizarlas y estudiar si puede conseguirse la propiedad bactericida con este aditivo natural, en lugar de la tradicional plata. Las otras muestras acabados con aditivos funcionales naturales, o bien las laminadas con los films antipunzón no presentan actividad alguna frente S. aureus.

#### ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA.

La norma de ensayo AATCC Test Method 30-2004 "Antifungal Activity, Assessment on Textile Materials: Mildew and Rot Resistance of Textile Materials" (Método III) permite

un procedimiento cualitativo para la evaluación del grado de resistencia a mohos y la eficacia de fungicidas en materiales textiles.

Por todo ello, también se creyó conveniente ensayar la capacidad de actividad antifúngica de las muestras seleccionadas por AITEX en este punto (mediante el estándar y método de ensayo descrito en AATCC-30) frente a *A.niger*, hongo común, que además es uno de los más habituales en la flora dérmica del pie y que sirve bastante bien de referencia como microorganismo indicativo para evaluar la protección que prendas como calcetines/plantillas/forros para calzado pueden aportar frente al crecimiento de microorganismos.

Así pues (según lo mostrado en la tabla anterior), cuanto menor es el rango de crecimiento estimado, mejor es la actividad antifúngica de la muestra en cuestión. En la tabla siguiente vienen resumidos los valores obtenidos para las muestras de tejidos FUNTEXCAL analizadas, en cuanto a actividad antifúngica frente a *A.niger*:

<b>MUESTRA REFERENCIA</b>	<b>Valoración</b>	<b>Rango de crecimiento</b>
PU 5% + ALOE VERA 5% sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU 5% + ROSA M. 5% sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU + 1% NanoAg sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU + 2% NanoAg sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU + 10% NanoAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
PU + 20% NanoAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
AC 5% + EUCALIPTOL 2,5% sobre PES	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
AC 5% + MENTOL 0,2% sobre CO	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
NFR1 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
NFR2 - TEJIDO ANTIPUNZÓN+TPU1 MEC	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>
O3 1000 ppm sobre CO	Crecimiento macroscópico	<b>5</b>

Se observa que los tejidos desarrollados como muestras experimentales en este punto del proyecto FUNTEXCAL no presentan, en ningún caso actividad antifúngica frente al microorganismo ensayado (que suele ser el más habitual para testado en artículos textiles destinados a uso interior y a la zona del pie).

Debe, por tanto, seguir trabajándose en la optimización de materias textiles y sus correspondientes acabados funcionales especiales durante el resto de FUNTEXCAL y la anualidad II a desarrollar íntegramente durante 2016, para ampliar el rango de funcionalidades y propiedades de interés que aporten los tejidos funcionalizados para textil y calzado.

## 5.5. Conclusiones parciales de PT4

Las conclusiones parciales de este Paquete de Trabajo PT4, centrado en la validación de propiedades de confort, son las siguientes:

- Los valores obtenidos en la caracterización final de muestras tipo prototipo industrializable (que incluso poseen adhesivos funcionales o experimentales) no varían apenas respecto los que puedan aportar los convencionales; se alcanzan prestaciones de transpirabilidad adecuadas, cuando se combinan con membranas impermeables.
- Con un adhesivo funcional adecuado en términos de viscosidad, temperatura de fusión/aplicación, etc... es posible desarrollar estructuras multicapa adhesivadas con potenciales usos finales.
- Respecto de los tejidos acabados con productos funcionales hidratantes, se observa que la aplicación de aloe vera en concentraciones del 5-10% aporta un alto nivel de tacto -incluso algunos con tacto calificado como MUY BUENO- y suavidad al tejido (efecto demás complementado con la hidratación observada en los ensayos de hidratación dérmica). Por el contrario, otro tipo de hidratante como como la rosa mosqueta no aporta un nivel tan elevado de confort táctil, seguramente por el tacto algo aceitoso que tienen las muestras finales. Respecto de los tejidos acabados con eucaliptol/mentol (efecto frío), los valores generales de los tejidos así acabados se encuentran en el rango de BUENO.
- La laminación con adhesivos (ya sean convencionales o funcionales) no aporta tactos malos a los conjuntos tejido/membrana obtenidos, ni tampoco rigideces excesivas a la junta adhesiva que pueda reducir el confort táctil percibido. Con ello, los avances que se produzcan en la anualidad II de FUNTEXCAL al respecto deberán ir focalizados a mantener la elasticidad de la junta adhesiva conjugándose con un alto poder de adhesión; así se combinará tanto confort de uso, funcionalidad (si dispone de ella) como prestación mecánica en el laminado final.
- Los resultados obtenidos en AATCC100 muestran diferencias de comportamiento antibacteriano, en función del tipo de aditivo funcional empleado. Así, para las muestras que contienen nanoAg se observan drásticas reducciones de la población bacteriana, que son hasta del 99,9% en el caso de emplear 2% de nanoAg para formular el acabado funcional. Los otros aditivos o combinaciones de materiales no muestran actividades significativas (o directamente dan un 0%), aunque para el eucaliptol hay indicios de poder



desarrollar en la anualidad II de FUNTEXCAL formulaciones que además de efecto frío sean antibacterianas. No hay actividad antifúngica en ninguna de las muestras estudiadas.

- Otras propiedades relacionadas con el confort de uso (más específicas) requieren de técnicas complejas, como la termografía IR que encuentra aplicaciones de caracterización de productos finales relacionados con la actividad física o el bienestar del usuario.
- Incluso estudios sobre producto final o de caracterización de confort de pisada que ofrecen diversos materiales (textiles/poliméricos...) que intervienen en calzado son también de interés, ya que el calzado técnico (de protección, de competición deportiva, destinado a grupos especiales de usuarios...) necesita de nuevos materiales pero también de metodologías específicas de valoración de los beneficios que puede aportar.
- La cada vez más creciente preocupación por la salud, la práctica deportiva generalizada y -además- las nuevas necesidades creadas tanto por usuarios como por fabricantes, motiva el hecho de:
  - Estudiar el confort al uso de diferentes productos destinados al consumo de masas.
  - Identificar relaciones entre propiedades técnicas de materiales y que beneficios aportan al consumidor final.
  - Dar información útil y entendible a diferentes actores de la cadena de valor, desde los proveedores de materias primas, fabricantes/suministradores, vendedores y usuarios finales.

## 6. ACCIONES DE DIFUSIÓN (PT6)

Para cerrar este Estudio técnico de FUNTEXCAL en su anualidad I, se listan a continuación los soportes y acciones de difusión/información del proyecto, realizados tanto por AITEX como por INESCOP.

### 6.1. Acciones de difusión llevadas a cabo por AITEX

Las acciones de difusión preparadas expresamente por AITEX dentro de FUNTEXCAL en su anualidad I (2015) para dar visibilidad al proyecto comprenden más de 15 soportes diferentes:

- Abstract de inicio de proyecto
- Publicación de inicio de proyecto en [www.aitex.es](http://www.aitex.es)
- Publicación de inicio de proyecto en web Observatorio Textil
- Publicación del proyecto (Facebook y Twitter)
- Abstract de resultados del proyecto (final anualidad I)
- Publicación de finalización de la anualidad I en [www.aitex.es](http://www.aitex.es)
- Publicación de finalización de la anualidad I en web Observatorio Textil
- Tríptico del proyecto
- Publicación/reseña vía LinkedIn (Grupo Acabados Técnicos) del inicio de proyecto
- Publicación/reseña vía LinkedIn (Grupo Acabados Técnicos) de la finalización de anualidad I
- Artículo científico (borrador) generado en la colaboración con el GIBD
- Abstract resumen presentación “Desarrollos y aplicaciones técnicas textiles con hotmelts” en Congreso de Adhesión y Adhesivos ‘15
- Abstract presentación “Desarrollos y aplicaciones técnicas textiles con hotmelts” en Congreso de Adhesión y Adhesivos ‘15
- Presentación “Desarrollos y aplicaciones técnicas textiles con hotmelts” en Congreso de Adhesión y Adhesivos ‘15
- Difusión en instituciones, ferias, eventos. SUSTEXNET Final Event (Monastir, Túnez). Diciembre ‘15
- Difusión en instituciones, ferias, eventos. ISPO (Munich), TECHTEXTIL (Frankfurt), MEDICA (Dusseldorf). 2015
- Reseña en Memoria de Actividades (anual)
- Publicación en revista AITEX (reseña de proyectos en colaboración)
- Pósters

### 6.2. Acciones de difusión llevadas a cabo por INESCOP

- Logos, folletos y pósters
- Web de proyecto: [www.funtexcal.es](http://www.funtexcal.es)
- Web de INESCOP
- Publicaciones científicas

- Jornadas y Congresos. XVI Congreso de Adhesión y Adhesivos.
- Semana de la Ciencia en INESCOP. Nov'15.
- Publicaciones propias de INESCOP
- Entregables responsabilidad de INESCOP de carácter público (E3.1. Informe sobre materiales y métodos de unión)