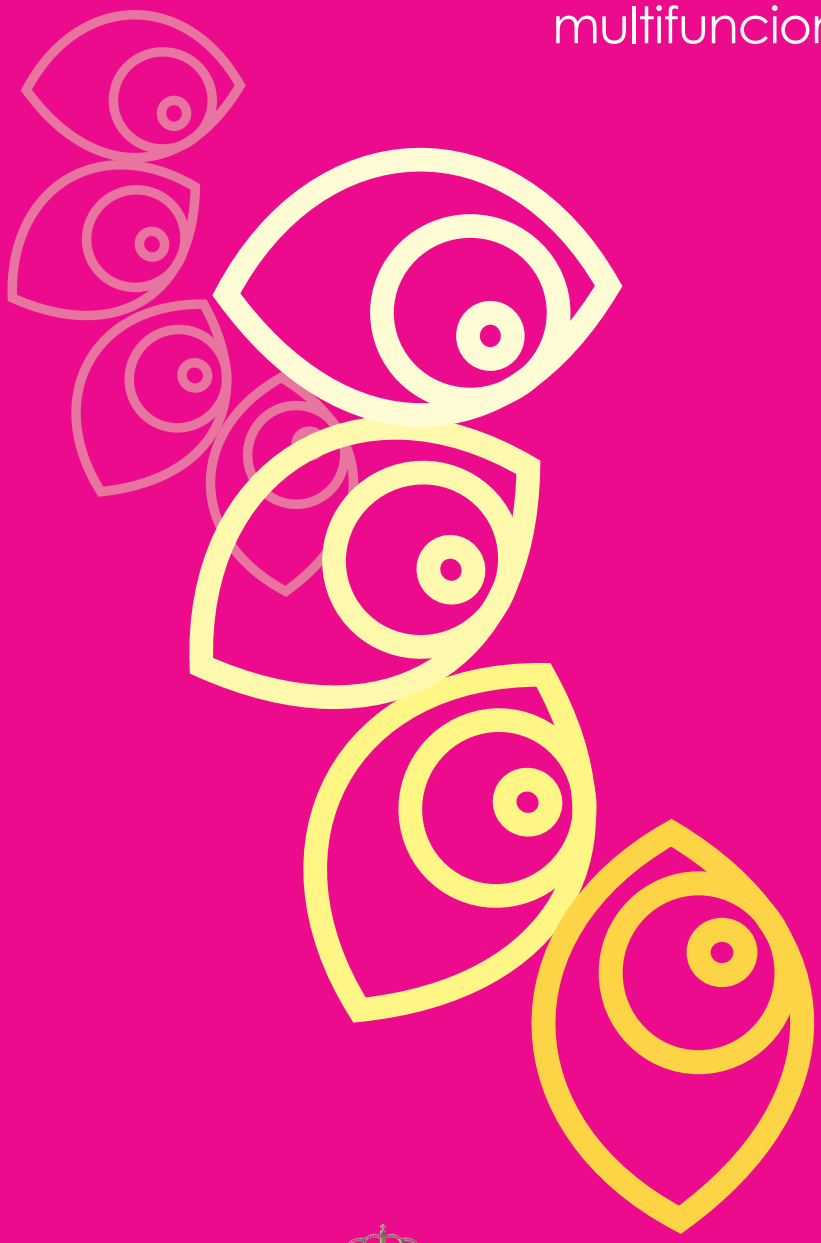
07 Monografías del SOPT

Jornada monográfica: Materiales textiles y tejidos multifuncionales



MINISTERIO DE DEFENSA

07 Monografías del SOPT

Jornada monográfica: Materiales textiles y tejidos multifuncionales

SOPT
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

http://www.mde.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas/

MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
http://www.publicacionesoficiales.boe.es

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
DIRECCIÓN GENERAL DE RELACIONES INSTITUCIONALES

NIPO: 076-10-260-8 (edición en papel)
Depósito Legal: M-49326-2010
Imprime: Imprenta del Ministerio de Defensa
Tirada: 300 ejemplares
Fecha de edición: diciembre 2010

NIPO: 076-10-261-3 (edición en línea)

administración electrónica

En esta edición se ha utilizado papel libre de cloro obtenido a partir de bosques gestionados de forma sostenible certificada.

JORNADA MONOGRÁFICA:
MATERIALES TEXTILES Y TEJIDOS MULTIFUNCIONALES

SUMARIO

PRÓLOGO 7

MOTIVACIÓN 9

1. INTRODUCCIÓN 15

2. ASPECTOS GENERALES DE LA JORNADA 23

3. PRESENTACIONES 31

- **3.1. Modelo de la interacción hombre-textil-entorno** 35
- **3.2. Necesidades de la Armada en el área de los textiles** ... 39
- **3.3. Programa Combatiente Futuro (COMFUT)** 43
- **3.4. La I+D en los textiles multifuncionales para aplicaciones de protección personal** 49
- **3.5. Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa** 52
- **3.6. Caracterización e innovación en confort textil** 57
- **3.7. I+D+i en el área de los textiles inteligentes** 63
- **3.8. Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria** 66

ANEXO 73

1. **INSTITUTO TECNOLÓGICO «LA MARAÑOSA» (ITM)** 75
2. **SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA (SOPT)** 81
3. **JEFATURA DE APOYO LOGÍSTICO DE LA ARMADA** 97
4. **OFICINA DEL PROGRAMA COMBATIENTE DEL FUTURO (COMFUT)** 109
5. **GRUPO ITURRI** 125
6. **GRUPO ANTOLÍN** 133
7. **AITEX** 153
8. **CETEMMSA** 179
9. **INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (IBV)** 195

PRÓLOGO

La presente monografía ha sido realizada por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) de la Subdirección de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM).

Quiero felicitar a todos los que han hecho posible esta monografía, y en concreto al técnico del Observatorio Tecnológico de Materiales, Luis Miguel Requejo Morcillo, de la Gerencia de Planeamiento y Tecnología de ISDEFE, por su dedicación y esfuerzo. También, extender este agradecimiento al resto de colaboradores del Observatorio Tecnológico de Materiales, además de al resto de miembros del SOPT, que han contribuido a que podamos tener hoy este trabajo en nuestras manos.

Además, desde aquí quiero dar las gracias a la Escuela Politécnica Superior del Ejército y a todos los ponentes participantes en la Jornada Monográfica «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales», procedentes del Ministerio de Defensa (ITM, LCDAT-JAL, COMFUT)[1], al Grupo ITURRI, Grupo ANTOLIN, AITEX, CETEMMSA y al Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) por la información aportada a esta Monografía.

C.F Ing. José María Riola Rodríguez
Jefe del SOPT
Subdirección General de Tecnología e Innovación
Dirección General de Armamento y Material

[1] ITM: Instituto Tecnológico «La Marañosa», LCDAT-JAL: Laboratorio Central de la Dirección de Abastecimiento y Transportes de la Jefatura de Apoyo Logístico de la Armada, COMFUT: Oficina del Programa Combatiente del Futuro.

MOTIVACIÓN

El objeto de esta monografía es analizar el conjunto de necesidades que existen en Defensa en relación al área de los textiles multifuncionales y las tecnologías que o bien se encuentran disponibles en el mercado o se encuentran actualmente en fase de desarrollo por la base tecnológica e industrial nacional (empresas, centros de investigación, universidades, etc.).

En esta monografía, se ha empleado la información recogida en la jornada tecnológica «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales», organizada por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y celebrada en octubre de 2009. En concreto, el documento incluye las presentaciones aportadas por las distintas entidades que participaron en la jornada, así como un resumen de cada una de ellas.

La monografía se estructura en los siguientes apartados:

1. Introducción técnica a los textiles multifuncionales.
2. Aspectos generales sobre la jornada «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales».
3. Resumen de las presentaciones llevadas a cabo.

Dado el carácter divulgativo de esta monografía, no se ha profundizado en la descripción de las distintas tecnologías a las que se hace mención, por lo que para obtener una información más completa pueden contactar con los organizadores de la jornada.

El SOPT

El objetivo principal del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), de la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN), es concentrar y difundir el conocimiento tecnológico y de investigación disperso en el Ministerio de Defensa. Así, actúa como

un cuerpo de conocimiento integrado que aporta criterio técnico al Ministerio de Defensa. Por tanto, el SOPT se establece como un órgano cuyas tareas se centran fundamentalmente en el asesoramiento técnico para la obtención de sistemas con alto contenido tecnológico, en la planificación estratégica de la I+D y en la gestión y difusión de conocimiento tecnológico, siendo depositario del conocimiento tecnológico del Ministerio.

El SOPT está formado por un Nodo Gestor, que coordina, gestiona y apoya el funcionamiento de la red de Observatorios Tecnológicos (OT). Actualmente, la red está formada por 10 Observatorios, cada uno de ellos especializado en un área tecnológica determinada: Armas, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP), Electrónica (OT ELEC), Energía y Propulsión (OT ENEP), Defensa Nuclear, Biológica y Química (OT NBQ), Materiales (OT MAT), Óptica, Optrónica y Nanotecnología (OT OPTR), Sistemas Terrestres (OT STER), Sistemas Navales (OT SNAV); Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS), UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos (OT UAVs).

Figura 1-1. Estructura del SOPT (Fuente: Presentación «Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica»).

El SOPT se encuentra ubicado en la Subdirección General de Tecnología e Innovación, SDG TECIN (C/ Arturo Soria, 289). Dentro del organigrama, la Unidad de Observatorios forma parte del Área de Planeamiento de la SDG TECIN, de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM). Además, colabora con otros organismos de I+D de Defensa, como el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial «Esteban Terradas» (INTA),

el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de «El Pardo» (CEHIPAR) y el Instituto Tecnológico «La Marañosa» (ITM).

El SOPT no trabaja de manera aislada, sino que se mantiene una red de colaboradores, formada por representantes tanto del Ministerio de Defensa como de otros Ministerios, asociaciones y, en general, miembros de la base tecnológica, científica e industrial nacional. Además, a nivel internacional, el SOPT participa en los grupos de trabajo de la Dirección de I+T de la Agencia Europea de Defensa (EDA – European Defence Agency), los llamados CapTechs, paneles de la Organización de Investigación y Tecnología de la OTAN (*RTO – Research and Technology Organization*) y otras organizaciones internacionales, como la LOI EDIR (*Letter of Intention for the European Defence Industry Restructuration*).

Fundamentalmente, el SOPT lleva a cabo tres funciones:

- **Vigilancia y prospectiva tecnológica.** La vigilancia tecnológica es una labor fundamental para no perderse ante la rapidez del avance tecnológico. La vigilancia, junto con la prospectiva tecnológica, es especialmente relevante por constituir la base sobre la que se asientan todas las actividades de apoyo a la decisión. La vigilancia tecnológica que se realiza en el SOPT tiene el objetivo de identificar tecnologías e iniciativas de interés para su posible apoyo a programas de I+D del Ministerio de Defensa. Para determinar el estado del arte tecnológico actual, el SOPT realiza un análisis sistemático de fuentes de información y para tener una visión lo más amplia posible trata de colaborar con organizaciones similares, tanto en el ámbito nacional como internacional.
  Además, también se mira al futuro, estimando los avances tecnológicos a medio y largo plazo, a través del desarrollo de ejercicios de prospectiva. En estos ejercicios se trata de recopilar suficiente información sobre tendencias, avances y retos tecnológicos futuros para ayudar a orientar los esfuerzos futuros de I+D.
  Esta función se completa con la difusión de conocimiento, ya sea a través de la organización de jornadas temáticas y tecnológicas o a través de la publicación de nuevos números de la Colección de Monografías del SOPT y del Boletín de Observación Tecnológica en Defensa. Esta última publicación tiene una periodicidad trimestral y se puede descargar electrónicamente vía web.

- **Priorización y apoyo al planeamiento.** Las tecnologías de interés para defensa, se obtienen tras realizar una priorización de todas las tecnologías identificadas mediante la vigilancia tecnológica. El obje-

tivo del SOPT es focalizar las actividades de I+T llevando a cabo una priorización tecnológica que permita la adecuada gestión y definición estratégica. Además, se trata de optimizar el empleo de los limitados recursos mediante el análisis de los avances tecnológicos, identificando las oportunidades tecnológicas y las potenciales amenazas, y promoviendo la incorporación y aplicación de tecnologías de interés resultado de investigaciones y desarrollos civiles, en especial en las áreas con base tecnológica común con defensa (seguridad, TICS, transporte aéreo, espacio, etc.).

Además, el SOPT ha participado activamente en el planeamiento y planificación de las actividades de I+D. Muestra de ello es su intervención en la elaboración del Plan Director de Armamento y Material (PDAM) con una visión de futuro a medio plazo (6 años), del Plan a Largo Plazo de Armamento y Material (PLP-AM) con una visión de futuro a largo plazo (20 años) y en la Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa (ETID).

La ETID es un plan para el desarrollo de aquellas tecnologías consideradas como prioritarias en el PDAM y PLP-AM. Pretende unir a través de una serie de metas las capacidades militares de los operativos con los programas actuales de I+D de Defensa. Se ha puesto a disposición de la base tecnológica e industrial nacional para que dé sus ideas a través de su difusión en los foros de discusión y cuestionarios.

- **Evaluación tecnológica.** A través de la vigilancia tecnológica el Ministerio puede tener un conocimiento exhaustivo del estado del arte de las tecnologías y esto le permite evaluar las propuestas que recibe con el objetivo de realizar mejores inversiones. Y, en concreto, este conocimiento capacita al SOPT para evaluar tecnológicamente las propuestas de I+D que se reciben en la SDG TECIN. Estas propuestas de I+D están asociadas al proceso general de obtención de armamento y al fomento del I+D proveniente de foros internacionales (propuestas de cooperación en el marco de la LoI, de la Agencia Europea de Defensa y multilaterales) y de iniciativas nacionales (Programa COINCIDENTE), obteniendo al final del año la evaluación de más de 100 propuestas. La evaluación, además de contar con criterios puramente tecnológicos, se realiza en base a las necesidades o requisitos planteados por los usuarios de los futuros sistemas e intentando encontrar la posible aplicación dual de las tecnologías seleccionadas. Esta función permite la toma de decisiones de alto contenido tecnológico.

El Observatorio Tecnológico de Materiales es uno de los 10 Observatorios que forma parte del SOPT y su núcleo está compuesto por un coordinador y por un técnico. Los ámbitos tecnológicos de interés para este Observatorio son los siguientes:

- Materiales estructurales.
- Materiales relacionados con la reducción de firma (radar, IR, sónica, etc.).
- Medidas de protección de plataformas.
- Protección física del combatiente.
- Técnicas y herramientas de diseño y procesos de fabricación.
- Ensayos y experimentación.

El Observatorio Tecnológico de Materiales participa en la EDA a través del grupo CapTech GEM01 (Materials and Structures) y en la RTO a través del panel AVT (Applied Vehicle Technology).

Una de las áreas de mayor interés de este Observatorio es la búsqueda de nuevas soluciones para resolver las necesidades tecnológicas del combatiente. Algunas de estas necesidades son la mejora de la protección balística y protección NBQ, la disminución del peso, el suministro de energía fiable e ininterrumpido durante las misiones, la regulación térmica (mejora del confort y eficacia del combatiente), etc.

La adaptación de la microelectrónica y la integración de microsistemas (keypads, displays, antenas, paneles solares, conectores, circuitos integrados,…) en los textiles, la integración de sensores (ópticos, térmicos, fisiológicos,…) y el desarrollo de nuevos materiales son algunas de las soluciones para las necesidades anteriormente mencionadas.

El desarrollo de textiles multifuncionales se encuentra muy presente en los planes estratégicos del Ministerio de Defensa, como una línea prioritaria. Muestra de ello es el hecho de que este tipo de tecnologías se encuentren incluidas en varias metas tecnológicas establecidas dentro de la ETID:

Dentro del Área de PROTECCIÓN NBQ:

- MT4.2.3: Obtener capacidad nacional en protección individual a través de equipos de protección ligeros, confortables y de elevado grado de protección, que no supongan la reducción de la operatividad del combatiente.

Dentro del Área de TECNOLOGÍAS DEL COMBATIENTE

- MT4.3.1: Aumentar la efectividad del personal desplegado en operaciones en entornos asimétricos a través de la consideración de aspectos relacionados con la ergonomía y los factores humanos;
- MT4.3.2: Mejorar la protección balística mediante la investigación en nuevos materiales (nanoestructurados, autorreparables, biomiméticos, exoesqueletos, tejidos multifunción, etc.);
- MT4.3.4: Reducir la carga física actualmente transportada por el combatiente reduciendo la dependencia de baterías y aumentando la eficiencia energética de los sistemas.

En resumen, el SOPT se presenta es un órgano asesor de la DGAM y como un punto de referencia a tener en cuenta por el tejido industrial y de I+D para el desarrollo de actividades de I+D vinculadas al sector de defensa.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los textiles multifuncionales

Los textiles multifuncionales o «inteligentes» son textiles que pueden detectar y reaccionar a condiciones medioambientales o a estímulos mecánicos, térmicos, químicos, fuentes eléctricas o magnéticas, a través de la incorporación de dispositivos electrónicos en los tejidos o de nuevos materiales integrados en las fibras, como materiales con memoria de forma, polímeros conductores, nanomateriales, etc. En la actualidad, la producción de textiles inteligentes es una realidad debido a una unión acertada tanto de textiles tradicionales como de nuevos tejidos a otras ramas de la ciencia. La ciencia de los materiales, mecánica estructural, tecnología de sensores y detectores, tecnología de procesos, electrónica, comunicación, inteligencia artificial o la biología son algunas de las tecnologías que intervienen en el desarrollo de los textiles multifuncionales.

Este tipo de textiles se pueden obtener mediante diversos métodos. Uno de ellos es fabricar tejidos directamente utilizando las llamadas fibras inteligentes. Estas fibras son similares a las fibras comunes en cuanto a su aspecto, pero se diferencian en que pueden reaccionar ante la variación de estímulos tales como la luz, el calor, el sudor, etc. Este tipo de textiles también se puede obtener mediante la aplicación de determinados acabados a un tejido, que produzcan reacciones idénticas a las mencionadas anteriormente con las fibras inteligentes. Además, para la fabricación de estos textiles, fibras inteligentes y acabados se pueden solapar con otras tecnologías como la microelectrónica o la nanotecnología.

Aunque la confección de una prenda «inteligente» puede ser muy parecida a la de los textiles convencionales, existen una serie de técnicas que son las que aportan la multifuncionalidad a estos materiales. Una de las más importantes es el microencapsulado. Consiste en la incorporación de pequeñas cápsulas (su tamaño puede variar entre unas

pocas micras y 150 micrómetros) en los tejidos. Estas cápsulas están formadas por un principio activo recubierto por una membrana. Así, por ejemplo, las prendas empleadas para regular las condiciones de temperatura corporal incorporan microcápsulas PMC (Phase Change Material), que pueden absorber, almacenar y liberar calor corporal en función de las condiciones ambientales. Otro ejemplo son los cosmetotextiles, en los que los productos encapsulados se liberan progresivamente y se emplean para mejorar la sensación de bienestar de los usuarios de estos textiles.

Los materiales textiles que incorporan dispositivos microelectrónicos son ya una realidad. Esto es debido en gran medida al avance en la miniaturización de los dispositivos electrónicos y a la elaboración de estructuras flexibles capaces de integrarse con los tejidos. La industria de los materiales semiconductores ha conseguido a lo largo de los años minimizar el tamaño de los circuitos hasta el punto de poder integrar éstos directamente en una capa de tejido. Además, se ha logrado fabricar láminas, cintas y cables tan delgados que pueden ser doblados e incluso estirados o comprimidos como si se tratase de un acordeón, sin que pierdan su capacidad de funcionamiento.

Por otro lado, un punto importante en la obtención de textiles electrónicos también ha caído en los denominados polímeros conductores y en el desarrollo y mejora de sus propiedades en cuanto a su conductividad eléctrica. Los polímeros, por su composición y estructura, generalmente no son conductores de electricidad (no hay libre circulación de electrones por toda su estructura). Pero estas estructuras aislantes pueden sufrir en su distribución electrónica alteraciones provocadas por moléculas dopantes (aditivos), haciendo posible el paso de corriente eléctrica. Aunque no son tan buenos conductores eléctricos como los metales, se está consiguiendo llegar a valores de esta propiedad física muy próximos al de los metales en algunos casos y en la mayoría, valores comparables a los semiconductores metálicos, con la ventaja de ser mucho más ligeros y flexibles.

Estos avances han permitido que las prendas de vestir puedan incorporar sensores, fibras conductoras y en general, sistemas electrónicos que permitan realizar funciones como monitorizar las constantes vitales del usuario, su posición, controlar la luz, mostrar elementos animados, etc.

La aplicación de nanomateriales en los tejidos es el área que mayor interés ha suscitado a nivel global. Se ha llegado a decir en numerosos fo-

ros que «muchos progresos de la nanociencia estarán entre los grandes avances tecnológicos que cambiarán el mundo» o que «nos llevará a una segunda revolución industrial en el siglo XXI».

Hablar de nanomateriales o de nanotecnología en general, implica situarse a un nivel de nanoescala (1nm=10^{-9}m), es decir, a unas medidas tan extremadamente pequeñas que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos y crear y usar estructuras, dispositivos y sistemas que tienen nuevas propiedades funcionales debido a su tamaño.

Los nanomateriales a menudo muestran un comportamiento físico y químico diferente, aun cuando la composición elemental o molecular es la misma. Algunas de sus propiedades se pueden extrapolar en la macroescala, así como un mismo cable resiste un mayor peso más grueso es, pero otras cambian drásticamente cuando su estructura se sitúa por debajo de un cierto tamaño.

Los nanomateriales tienen una relación superficie-masa mucho más elevada que los materiales con estructuras elementales por encima de la nanoescala. Las reacciones biológicas y químicas tienen lugar con frecuencia en la superficie de los materiales, por lo que es lógico esperar que, a igual masa, los nanomateriales sean mucho más reactivos que los demás. Además, como consecuencia de su pequeño tamaño, las nanopartículas pueden moverse y adaptarse a lo largo de la estructura con mayor facilidad. Hay otras propiedades intrínsecas a nanoescala que se derivan del confinamiento de los átomos y los electrones dentro de los límites de unos pocos nanómetros. Todas estas particularidades son las causantes de que puedan cambiar tan considerablemente las características fundamentales de la materia, como las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas de los nanomateriales.

En lo que se refiere a la introducción de la nanotecnología en el sector textil, el uso de materiales nanocompuestos, la modificación superficial a escala nanométrica para los procesos de acabado y las nanofibras, son las tecnologías más influyentes en el desarrollo de los textiles inteligentes. Los nanocompuestos podrían ser capaces de mejorar las propiedades mecánicas de los materiales hasta en 10 veces, dando lugar a una generación de materiales «superresistentes» aplicables en los sistemas de protección del soldado. La preparación superficial a escala «nano» podría dar lugar a la fabricación de tejidos con propiedades antibacterianas, antivirus, retardantes de llama, absorbentes de rayos UV, etc.

La manipulación y fabricación de fibras o partículas a escala nanométrica es aún muy compleja debido precisamente a su tamaño. Requiere del empleo de microscopios de fuerza atómica y de efecto túnel, que son los que permiten la caracterización y visualización de muestras a dimensiones nanométricas. También la Microscopía Electrónica de Barrido de Alta Resolución (o Microscopía Electrónica de Emisión de Campo) permite observar la topografía y morfología de las superficies con una resolución atómica.

Los textiles inteligentes pueden ser clasificados en tres categorías, según la actividad que desarrollan:

– Textiles inteligentes pasivos: solamente pueden detectar las condiciones medioambientales o estímulos.
– Textiles inteligentes activos: tienen la capacidad de detectar y de actuar en frente a una determinada situación. Los textiles inteligentes activos tienen memoria de forma, son camaleónicos, hidrófugos y permeables al vapor (hidrofílico / no poroso), pueden almacenar calor, son termorreguladores, absorben el vapor, etc.
– Textiles ultra inteligentes: detectan, reaccionan y se adaptan a las condiciones y estímulos del medio.

Muchos tejidos inteligentes ya se utilizan en ropa avanzada, principalmente para prendas de protección y seguridad, aunque se están abarcando con éxito conceptos de moda, comodidad e innovación. El sector de defensa ha sido uno de los que más ha ayudado a potenciar ese tipo de tecnologías. Actualmente, se están realizando estudios que permitan desarrollar aplicaciones relacionadas con defensa, como son:

– el mantenimiento del equilibrio térmico corporal (termorregulación) en condiciones climáticas extremas (desde zonas desérticas a polares), en las que se desarrollan distintos tipos de operaciones militares;
– la monitorización del ritmo cardíaco, respiración, temperatura, y un amplio abanico de funciones vitales del soldado, alertando al usuario o al médico si hay algún problema;
– la integración de dispositivos electrónicos portátiles en textiles como herramientas de comunicación;
– nuevos textiles ultraligeros de alta resistencia mecánica para el desarrollo de blindajes;
– prendas que cambian su color de forma reversible según las condiciones de estímulos externos, con textiles llamados fotocrómicos si el estímulo externo es la luz, termocrómico si es el calor, electrocrómico

si es la electricidad, piezocrómico si es la presión y solvatecrómico si el estímulo externo es un líquido o un gas. Su principal campo de aplicación en Defensa es el desarrollo de tejidos de camuflaje;
– prevención frente a distinto tipo de infecciones, picaduras, etc.

El interés para Defensa

Mediante el desarrollo de tecnologías como las mencionadas en el apartado anterior, se podrá disponer de textiles capaces de llevar a cabo varias funcionalidades al mismo tiempo. Así, por ejemplo, se podrá disponer de prendas capaces de medir las constantes vitales de un combatiente al mismo tiempo que absorben energía para su empleo en el funcionamiento de otros sistemas empleados por el soldado.

El desarrollo de este tipo de textiles es una de las áreas tecnológicas prioritarias para Defensa, principalmente por su capacidad para mejorar la operatividad del combatiente. Se trata además de una de las líneas prioritarias [LT6-03] recogidas en el Plan a Largo Plazo de Armamento y Material (PLP-AM) dentro del área «tecnologías del combatiente». Según el PLP-AM, estarían contenidos los «materiales textiles que integran dispositivos microelectrónicos en los tejidos, o que presentan funcionalidades añadidas de protección balística, electromagnética, NBQ (Nuclear, Biológica y Química), acústica, térmica, frente a radiación Infrarroja y Ultravioleta (IR/UV) y camuflaje adaptativo».

Los textiles multifuncionales tienen un mercado potencial muy importante[1] y para la industria textil nacional su desarrollo es la mejor vía para mantener un nivel competitivo adecuado dentro del sector textil a nivel mundial. El incipiente mercado procedente de Asia ha provocado un gran aumento de la competitividad en el desarrollo y fabricación de textiles convencionales. El desarrollo de textiles con un valor añadido como son los multifuncionales, es la mejor vía para mantener un nivel competitivo adecuado dentro del sector a nivel mundial y España, por capacidad, por madurez y por tradición es un país en el que existe un importante mercado.

[1] De los 6 mercados líderes identificados por la Unión Europea (Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions «A lead market initiative for Europe»), uno de ellos está basado en su totalidad en el desarrollo de tejidos multifuncionales.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

2. ASPECTOS GENERALES DE LA JORNADA

2. ASPECTOS GENERALES DE LA JORNADA

La jornada monográfica «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales» se celebró el 27 de octubre de 2009, en la Escuela Politécnica Superior del Ejército.

La jornada es el producto de las actividades de difusión del SOPT, enmarcadas en el trabajo habitual de sus Observatorios Tecnológicos. Esta difusión tiene como objetivo principal mejorar la interacción entre los centros vinculados al Ministerio de Defensa con la industria, centros tecnológicos y la universidad. En concreto, el Observatorio Tecnológico de Materiales, perteneciente al SOPT, ha elaborado este estudio monográfico sobre los resultados de esta jornada.

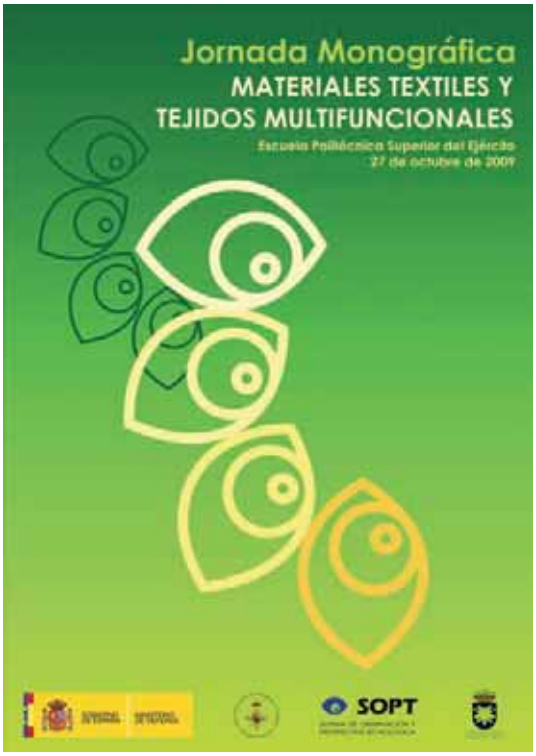


Figura 2-1. Poster informativa de la Jornada Monográfica «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales» (Fuente: Ministerio de Defensa).

La iniciativa de organizar esta jornada surgió al observar que, aunque en el ámbito civil existen empresas, centros de investigación y departamentos en las universidades que trabajan en área tecnológica del desarrollo de textiles técnicos, la mayoría de ellas desconocen[1] el alto interés que tienen estos materiales para Defensa. A través de la celebración de esta jornada,

[1] Solamente una tercera parte de las más de 30 entidades identificadas había mantenido algún tipo de contacto o relación con organismos del MINISDEF.

se han pretendido identificar las necesidades existentes para Defensa relacionadas con el desarrollo de los textiles multifuncionales, y conocer las nuevas soluciones y tendencias futuras existentes en esta área de desarrollo tecnológico. De esta manera es posible obtener una perspectiva real de la situación actual en Defensa y de las capacidades nacionales, para facilitar el contacto entre los centros y organismos del MINISDEF y las entidades nacionales de I+D en el sector textil.

Por ejemplo, a nivel mundial, los textiles multifuncionales tienen una gran demanda para su empleo en equipos de protección individual (EPIs), motivada por la necesidad constante de fortalecer los sistemas de protección y seguridad de personal no sólo en el campo militar, sino también en el civil. Se ha estimado que sólo el consumo de EPIs en la Unión Europea superará los 10.000 millones de euros en el año 2010, lo cual convierte al desarrollo de los textiles multifuncionales en uno de los puntos fuertes para la industria en Europa.

A la jornada asistieron un total de 60 personas vinculadas al área textil, ya sea como usuarios finales o como desarrolladores de tecnologías. Aproximadamente la mitad correspondían a representantes de los tres Ejércitos, de la Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN), del Instituto Tecnológico «La Marañosa» (ITM) y del Cuerpo Nacional de Policía.

La otra mitad de la asistencia la conformaban representantes de un total de 9 centros de investigación, departamentos universitarios y asociaciones y de 13 empresas del sector. Tanto los centros de I+D, departamentos universitarios, asociaciones y empresas fueron invitados por encontrarse entre las figuras nacionales más representativas dentro del tejido que conforman la base tecnológica nacional en el área textil.

Durante la jornada se presentaron de un modo general las necesidades que existen en Defensa, que se pueden cubrir con el desarrollo de textiles multifuncionales, y los avances y líneas de trabajo que algunas de las entidades más representativas del sector textil nacional están desarrollando, de aplicación en Defensa.

Una de las mayores deficiencias que existen son los medios para lograr el confort térmico y combatir las condiciones climáticas extremas, principalmente aquellas relacionadas con las condiciones que producen una sobrecarga de calor. Del mismo modo, tiene especial relevancia la necesidad de mejora de los sistemas de protección y de eficiencia energética,

Figura 2-2. Asistentes a la Jornada Monográfica «Materiales Textiles y Tejidos Multifuncionales» (Fuente: Ministerio de Defensa).

sin que esto implique un aumento del peso del equipo que el combatiente tiene que soportar.

Desde el punto de vista de tejido industrial y de la I+D nacional, el conocimiento de los requisitos de Defensa es fundamental para el desarrollo de una nueva generación de textiles y equipamiento militar. La evolución de este tipo de textiles supone el estudio de propiedades como la antropometría (adaptación de la indumentaria al usuario), los procesos de termorregulación para obtener un adecuado confort térmico, la distribución de cargas y presiones sobre el cuerpo para el confort mecánico y en definitiva, el rendimiento y funcionalidad del sistema en su conjunto.

Algunas de las tecnologías que más interés despiertan son, entre otras, el desarrollo de nuevas fibras, membranas y recubrimientos, para la mejora del confort físico y fisiológico, la aplicabilidad de las nanofibras de carbono para la mejora de propiedades eléctricas, térmicas, mecánicas, etc. de los tejidos, o la integración de sistemas microelectrónicos en los textiles.

Para la SDG TECIN y para todos los centros tecnológicos de Defensa, la celebración de esta jornada resultó de gran utilidad, ya que dio lugar a un cruce de ideas, tendencias y puntos de vista enriquecedores, así como para la creación de nuevos vínculos y relaciones de colaboración (ampliación de la red de colaboradores del SOPT). Para las empresas, además de una buena oportunidad para conocer el mercado de defensa y las diferentes actividades en las que pueden participar (Programa

COINCIDENTE, Agencia Europea de Defensa (EDA), Organización de Investigación y Tecnología de la OTAN (RTO)), también ha sido una oportunidad para darse a conocer y poner un punto de partida a posibles colaboraciones entre ellas.

Uno de los mayores logros de la jornada fue unir a la cadena de valor textil al completo, desde la I+D básica, con el desarrollo de nuevos materiales, hasta los encargados de llevar a cabo la confección final del textil, pasando por hiladores, tejedores y realizadores de acabados, para llegar a los usuarios finales, en este caso, operativos de los tres Ejércitos. Todos ellos coincidieron en señalar al Ministerio de Defensa como uno de los principales motores en el campo de la innovación textil.

Las entidades que participaron en la jornada fueron las siguientes:

– Entidades de Defensa

  - SDGTECIN – SOPT (Subdirección General de Tecnología e Innovación – Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica)
  - ITM (Instituto Tecnológico «La Marañosa»)
  - LABORATORIO CENTRAL DE LA DAT (Dirección de Abastecimiento y Transportes de la Jefatura de Apoyo Logístico)
  - EJ. AIRE – CLOIN (Centro Logístico de Intendencia)
  - PROGRAMA COMFUT (Combatiente del Futuro)
  - ET- DIVLOG DEL EME (División Logística del Estado Mayor del Ejército)
  - JEFATURA DE INGENIERÍA DEL MALE (Mando Apoyo Logístico del Ejército)
  - DISAR (Dirección de Sistemas de Armas)
  - CIFAS (Centro de Inteligencia de la Fuerzas Armadas)

– Entidades de Seguridad

  - DGP (Dirección General de la Policía)
  - CNP (Cuerpo Nacional de Policía)

– Centros Tecnológicos y Universidades

  - IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia)
  - Dpto. de Ingeniería Textil y Papelera (Universidad Politécnica de Valencia)
  - CETEMMSA
  - AITEX
  - GAIKER

- CITTA
- ASINTEC
- SELVAFIL

– Empresas

- GRUPO ITURRI
- ADVANSA
- GRUPO ANTOLIN
- ESTAMBRIL
- FECSA
- Marina Textil S.L.
- Dräger Safety Hispania S.A.
- ANTEX
- TEXTIL SANTANDERINA, S.A
- GORETEX
- INDUYCO
- EXPLOCONTROL

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

3. PRESENTACIONES

3. PRESENTACIONES

Durante la jornada se impartieron 9[1] ponencias, 4 por parte de representantes de Defensa y las 5 restantes de representantes de distintos actores dentro del I+D nacional en el área textil.

La jornada se dividió en 2 grandes bloques. En el primero se llevaron a cabo las ponencias por parte de los representantes de Defensa, en las que mostraron las necesidades existentes y que precisan ser cubiertas en un futuro próximo.

En el segundo bloque, tuvieron lugar las presentaciones por parte de los representantes de la base industrial y tecnológica nacional, en las que se dieron a conocer nuevas soluciones, metodologías de ensayo y tendencias futuras en relación a los textiles multifuncionales.

Las ponencias que se llevaron a cabo a lo largo de la jornada fueron las siguientes:

– «Modelo de la interacción hombre-textil-entorno», Gral. D. José Luis Orts Pales, Director del Instituto Tecnológico «La Marañosa» (ITM);

– «Necesidades de la Armada en el área de los textiles», María Mercedes Castells Nat, del Laboratorio Central de la Dirección de Abastecimiento y Transportes de la JAL;

– «Programa Combatiente Futuro (COMFUT)», Col. D. José Ramos Barrera y Cap. D. José Daniel Muñiz, Oficina de Programa COMFUT;

– «La I+D en los textiles multifuncionales para aplicaciones de protección personal», D. Carlos Martín Gutiérrez, Responsable de Innovación del Grupo Iturri;

– «Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa», D. César Merino, Jefe Área de Investigación Nanofibras de Carbono Grupo Antolín;

[1] El contenido de la ponencia realizada por el SOPT ha sido integrado en el apartado «motivación».

– «Caracterización e innovación en confort textil», Dña. Raquel Muñoz González, Jefa de Área de Laboratorios de AITEX;
– «I+D+i en el área de los textiles inteligentes», D. Jaume Josa, Director del Área Científica de CETEMMSA;
– «Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria», D. Juan Carlos González, Director de Ámbito Indumentaria del Instituto de Biomecánica de Valencia – IBV.

Las diapositivas empleadas en las presentaciones se pueden encontrar en el anexo.

3.1. Modelo de la interacción hombre-textil-entorno

La ponencia fue impartida por el Gral. D. José Luis Orts Palés, Director del Instituto Tecnológico «La Marañosa» (ITM).

En esta presentación se mostraron las necesidades de los ejércitos en relación a la mejora del confort, haciendo referencia a conceptos que tratan sobre el comportamiento fisiológico del cuerpo humano en distintas condiciones climatológicas (de frío y de calor). Estos conceptos ayudan a parametrizar de alguna manera los requisitos que se han de fijar a la hora de desarrollar nuevos textiles dirigidos a la mejora del confort.

Uno de los objetivos prioritarios para los ejércitos es asegurar la protección de las tropas. Para ello, es necesario que los diseñadores de sistemas para el combatiente sean capaces de proporcionar los medios necesarios para que se pueda crear un ambiente confortable en el puesto de trabajo, que le permitirá una mayor eficacia operativa.

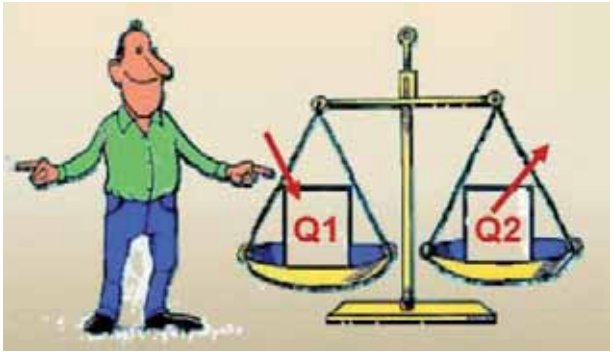


Figura 3-1. Para lograr un equilibrio en el balance energético del cuerpo, el calor producido por el metabolismo del cuerpo debería ser igual a la cantidad de calor disipada por el mismo. (Fuente: Presentación «Modelo de la interacción hombre-textil-entorno»).

Se entiende por confort a aquella condición que expresa satisfacción con el ambiente, es decir, en la que existe neutralidad térmica (ni demasiado frío ni demasiado calor).

Cualquier circunstancia que altere el confort, inducirá una reacción del cuerpo humano para mantener la temperatura del cuerpo constante (entre los 36,3 y los 36,9 ºC), independientemente de la temperatura ambiental. Para reestablecer esta condición de confort hay que tener en cuenta el concepto de equilibrio en el balance energético del cuerpo, que

supone que el calor ganado por el cuerpo debería ser igual a la cantidad de calor disipada por el mismo.

El cuerpo humano gana calor en las siguientes condiciones:

- Por el Metabolismo (M) según la actividad que realiza.
- Por Radiación de calor (R) que recibe de los cuerpos que le rodea.
- Por Convección (C) al recibir calor del aire que está alrededor de él.
- Por la Respiración (Res) al inspirar aire caliente cuya temperatura está por encima de la de su cuerpo.
- Por Conducción (K), al recibir calor de los sólidos que están en contacto con él.

El cuerpo humano pierde calor en las siguientes condiciones:

- Por el Trabajo externo (W) al realizar una actividad.
- Por Radiación (R) que emite hacia los cuerpos de su entorno.
- Por Convección (C) al entregar calor al aire en contacto con él.
- Por la Respiración (Res) al espirar el aire durante la respiración y jadeo.
- Por Conducción (K), al entregar calor a los sólidos que están en contacto con él.
- Por Evaporación (E) al entregar calor al sudor para que este pueda evaporarse.

Algunos índices indicativos del confort térmico son el PMV (Previsión Media de Voto), que predice el valor medio de la sensación subjetiva de un grupo de personas en un ambiente determinado, y el PPD (Porcentaje estimado de insatisfechos, del inglés *Predicted Percentage of Dissatisfied*), que correlaciona los datos obtenidos mediante el PMV con el porcentaje de personas que para cada valor del índice expresan su conformidad o disconformidad con el ambiente en cuestión. El PMV presenta una escala numérica de sensaciones (desde el +3, muy caluroso al -3, muy frío, siendo el 0 el estado neutro).

Para modificar el nivel de confort térmico se puede actuar sobre una serie de variables que dependen del entorno, del propio combatiente y de la ropa que en ese momento se lleve puesta.

Dentro de las variables dependientes del entorno se encuentran las siguientes:

- Temperatura del aire (Taire).
- Humedad relativa del aire (HR).
- Temperatura radiante media (Trad).

– Velocidad del aire (Vaire).

Las variables dependientes del combatiente son las siguientes:

– Calor metabólico, que es la energía liberada por la actividad muscular. La pérdida del calor metabólico se mide en Met (1 Met=58.15 Wh/m^2 de superficie corporal).
– La superficie del cuerpo humano, que de media en un adulto es 1.7 m^2.

Cuando se evalúa el nivel metabólico de una persona hay que tener en cuenta que se calcula el valor medio durante la última hora como mínimo, y que existe una correspondencia entre frecuencia cardíaca y metabolismo para cada persona, según edad, peso, etc.

Por poner unos ejemplos, una persona realizando actividades que no requieren esfuerzo (estar sentado, conduciendo o dando un paseo) pierde menos de 100 Wh/m^2 (aproximadamente 1,5 Met), mientras que actividades que requieren cierto esfuerzo como un paseo a paso ligero o actividades en la construcción) dan lugar a pérdidas que superan los 200 Wh/m^2 (más de 3,5 Met).

Vestuario	I_m	clo	I_m/clo
Equipamiento para tiempo frío y seco	0,43	4,3	0,1
Equipamiento para tiempo frío y húmedo	0,40	3,2	0,13
Uniforme de combate	0,41	1,34	0,31
EPI (sin máscara, botas y guantes)	0,34	1,97	0,17
EPI (son máscara, botas y guantes)	0,30	2,44	0,12
EPI (son máscara, botas y guantes + protección balística)	0,29	2,20	0,13

Figura 3-2. Valores orientativos del aislamiento térmico y de la permeabilidad al vapor en el equipamiento militar. (Fuente: Presentación «Modelo de la interacción hombre-textil-entorno»).

En cuanto a las magnitudes asociadas a la ropa, las más indicativas son el aislamiento térmico y la permeabilidad al vapor. Las unidades para medir el aislamiento térmico de la ropa son el clo (1 clo = 0,155 m^2 °C/W). Algunos de los valores más significativos de estas magnitudes en equipamiento militar aparecen reflejados en la figura 3-2.

Ya se ha visto anteriormente de una forma global los diferentes factores que intervienen en el balance térmico. Para realizar un estudio ergonómico del ambiente térmico, es imprescindible analizar el intercambio térmico que se efectúa entre la persona y el medio donde está realizando sus actividades. La ecuación general de balance térmico viene dada por la siguiente expresión:

$$M - W \pm R \pm C \pm Res \pm K - E = A$$

De la expresión anterior, se pueden dar tres situaciones que generan diferentes estados de A, que es un parámetro que define el equilibrio térmico:

1) cuando A = 0 hay equilibrio térmico,
2) en la que A > 0 hay desequilibrio por ganancia de calor,
3) en la que A < 0 hay desequilibrio por pérdida de calor.

Los efectos de las exposiciones a ambientes térmicos rigurosos son variados. En ambientes fríos, se pueden producir estados de hipotermia y congelación. En ambientes calurosos pueden producirse golpes de calor, deshidratación, desmayos, etc. En las operaciones militares, la sobrecarga de frío se combate mediante arropamiento y ejercicio (incremento de calor metabólico), pero en las situaciones donde se da una sobrecarga de calor, esta situación es más difícil de superar, debido principalmente a la dificultad de perder el calor a través de ropa protectora. Si esta pérdida no es eficaz, el sudor es el mecanismo natural de evacuar calor, incluso en los casos en que el gradiente de humedad entre la piel el entorno sea muy bajo. Esta respuesta espontánea debe acompañarse por una hidratación y reposición de los electrolitos perdidos.

Se estima que el consumo diario de agua para 5000 hombres es de aproximadamente 120 toneladas, lo que logísticamente implica una importante red de transporte de agua a las zonas donde se están llevando a cabo las misiones.

Se puede concluir que las condiciones climáticas de altas temperaturas y alta humedad son más severas que las bajas temperaturas y que el esfuerzo tecnológico debe dirigirse a paliar sus efectos.

3.2. Necesidades de la Armada en el área de los textiles

La ponencia fue impartida por Dña. María Mercedes Castells Nat, del Laboratorio Central de la Dirección de Abastecimiento y Transportes de la JAL.

En esta presentación se describen las necesidades comunes que principalmente presentan los ejércitos y que pueden ser cubiertas por el desarrollo de materiales textiles. Se hace referencia a una serie de necesidades que de algún modo son comunes para la Armada, al Ejército de Tierra y al del Aire y otros que son más específicos, según el entorno en el que los textiles puedan ser utilizados.

Los ejércitos, tanto la Armada, como el del Aire y el de Tierra llevan a cabo distinto tipo de misiones que por sus características, requieren una serie de condiciones específicas. Así, en la Armada, las misiones se realizan normalmente en el mar y en condiciones climatológicas de temperaturas extremas (altas y/o bajas), viento, lluvia, etc.

Figura 3-3. La Armada, el Ejército del Aire y el Ejército de Tierra y las necesidades derivadas de las condiciones en las que llevan a cabo las misiones, requieren del uso de textiles multifuncionales. (Fuente: Presentación «Necesidades de la Armada en el área de los textiles»).

En general, para todos los ejércitos, el equipamiento a utilizar debe tener unas prestaciones determinadas con unos requisitos básicos, que son comunes:

- propiedades físico / mecánicas (resistencia al desgarro, pilling, etc.);
- propiedades químicas (Composición para ser resistente a procesos de degradación en distintos tipos de condicionantes atmosféricos, solidez de los tintes, etc.);
- confort (peso de las prendas, aislamiento térmico, transpiración, etc.)
- ergonomía / diseño (la maniobrabilidad del soldado durante las misiones es vital para desarrollarlas correctamente);
- efectividad (coste / efecto). Se busca como tónica general que los nuevos desarrollos tecnológicos en los textiles cubran los requisitos funcionales correctamente, manteniendo una vida útil lo más larga posible.

Hay otros requisitos que son más específicos, atendiendo al lugar y a la misión que se vaya a llevar a cabo. Algunos de ellos son:

- La resistencia al fuego y a altas temperaturas. Son muchas las situaciones en las que el soldado tiene que hacer frente a condiciones de muy alta temperatura (operaciones de salvamento en accidentes con explosión, atentados, conflictos armados, etc.).
- Confortabilidad en situaciones de exigencia climática extrema. Tanto el frío como el calor extremo son situaciones que pueden provocar en el soldado daños físicos (hipotermia, congelación, deshidratación, desmayos, etc.)
- Camuflaje. Que un soldado pueda pasar desapercibido de la mirada de otro o de un vehículo enemigo, confundiéndose con el entorno que le rodea, es uno de los métodos de protección más empleados y eficaces que existen.
- Resistencia a ataques de la fauna y flora autóctona de los entornos donde tienen lugar las misiones (mordeduras, picaduras, etc.) En determinados escenarios, las enfermedades propagadas por la fauna y flora autóctona de la zona puede ser motivo de bajas en los ejércitos.
- Mejora de la habitabilidad. Es necesario mantener unas condiciones de higiene adecuada en todo momento, lo cual es más difícil cuanto mayor sea el número de contingentes destinados para la realización de una misión.

Figura 3-4. El tipo de acción militar a desarrollar y el lugar donde ésta tiene lugar determinan una serie de requisitos específicos. (Fuente: Presentación «Necesidades de la Armada en el área de los textiles»).

Todas las anteriores son las necesidades planteadas por los ejércitos en lo que concierne al sector textil. La capacidad de que estas necesidades puedan ser cubiertas es uno de los objetivos que deben mover e impulsar a las entidades del sector textil al lanzamiento de nuevos programas de I+D. Durante mucho tiempo, han sido numerosos los estudios y proyectos que se han llevado a cabo para el desarrollo de textiles multifuncionales, no sólo para el sector militar, sino para otros como el aeroespacial. Específicamente, en el militar son muchos los programas en vigor con el objetivo de mejorar el vestuario de las fuerzas armadas.

Distintas ramas de la ciencia interactúan en este sentido: la ciencia e ingeniería de materiales, la bioquímica, la biología, la electrónica y las comunicaciones, etc., son sólo un ejemplo de las áreas tecnológicas que intervienen en el desarrollo de nuevos textiles multifuncionales.

Los textiles multifuncionales son capaces de incorporar sensores que monitorizan las constantes vitales y que las transmiten a los hospitales de campaña, o medicamentos (desinfectantes, antibióticos, cor-

ticoides) de liberación localizada y progresiva y que son activados por sanitarios de los hospitales de campaña, según la información recibida del herido. También es posible la integración de sistemas de regulación térmica corporal o sistemas de localización rápida de vida ilimitada (lets). Otra posibilidad de interés en defensa sería la creación de un radar táctil o «piel extendida», que a través de unos sensores, permita detectar los objetos del entorno, que se transmita a la superficie del traje y que sea interpretado por el usuario que lo lleva.

En definitiva, el avance tecnológico que existe actualmente hace posible pensar en la obtención de aplicaciones que hace tan sólo unos años podrían parecer de ciencia ficción, pero hay que tener en cuenta que uno de los requisitos fundamentales en muchos campos, pero sobretodo en el textil dirigido a aplicaciones militares es que éstos sean primordialmente efectivos.

Figura 3-5. Muestra de algunos de los dispositivos que debe llevar el combatiente en las misiones. (Fuente: Presentación «Necesidades de la Armada en el área de los textiles»).

3.3. Programa combatiente futuro (COMFUT)

La ponencia fue impartida por el Col. D. José Ramos Barrera y el Cap. D. José Daniel Muñiz, de la Oficina de Programa COMFUT.

Esta presentación hace referencia al programa del Combatiente del Futuro (ComFut), a sus objetivos y necesidades derivadas de los nuevos escenarios donde están teniendo y tendrán lugar los conflictos armados. Se muestran los retos más importantes a los que se ha tenido que hacer frente el programa y algunos de los demostradores tecnológicos que se han desarrollado. A pesar de ello, existen retos por cubrir, muy relacionados con el desarrollo de nuevos textiles multifuncionales y que precisan del trabajo del tejido industrial nacional.

El Programa ComFut tiene como objetivo «conseguir un combatiente individual, integrado dentro de un equipo o pelotón, que sea capaz de combatir en el campo de batalla digitalizado en el que operará la Fuerza futura y que, además, lo haga sabiéndose no sólo plataforma de armas, sino también sensor de inteligencia y órgano de adquisición de objetivos. Además, el combatiente debe ser capaz de combatir y sobrevivir un entorno de guerra en red».

Para determinar las necesidades del ComFut se han tenido muy en cuenta las características de los conflictos actuales y las previsiones de cómo serán las futuras contiendas bélicas. Se supone que éstas trascurrirán en entornos urbanos, centros de concentración de población civil, y en cualquier tipo de escenario, terreno, condición climática y de visibilidad, donde los ejércitos tradicionales se enfrentarán a grupos guerrilleros y organizaciones terroristas, que pueden llegar a hacer empleo de armas de destrucción masiva, por lo que la amenaza nuclear, bacteriológica, química o radioactiva (NBQR) no desaparece. Este tipo de escenarios impone la necesidad de superar una serie de retos operativos, desde el punto de vista de la protección, las comunicaciones, armamento no letal, autonomía, etc.

Los retos más importantes planteados en el ComFut han sido:

- Miniaturización de los sistemas del combatiente.
- Reducir el peso hasta obtener un peso máximo de 25 Kg en configuración básica.
- Reducción del consumo energético para aumentar los tiempos de operación del soldado.

– Mejora de la ergonomía que facilite la movilidad y operatividad del combatiente.
– Electrónica embebida en tejidos, que evite la presencia de una mayor cantidad de sistemas electrónicos.
– Identificación en Combate (CID), para una mayor interacción entre los propios soldados y soldado – plataforma.
– Protección lasérica, contra minas e IEDs (*Improvised Explosive Devices*), acústica y balística.

Se han desarrollado una serie de demostradores tecnológicos que merece la pena destacar por su relación con el desarrollo tecnológico en el área textil, y que son los siguientes:

– Protección balística mejorada (chaleco y casco). El chaleco consiste en placas cerámicas de SiC con polietileno y forro de aramida y un peso de algo más de 2 Kg. En cuanto al casco, se ha fabricado en aramida y no llega a 1,5 Kg de peso. Además, lleva un sistema de sujeción adaptable que permite la fabricación de cascos de talla única.

Figura 3-6. La protección y el aligeramiento del equipo que soporta el combatiente han sido alguno de los retos más importantes del Programa COMFUT. (Fuente: Presentación «Programa Combatiente Futuro - COMFUT»).

– Se han desarrollado trajes que reducen significativamente la firma IR y nuevos patrones miméticos que mejoran el camuflaje.
– BIOSEN consiste en un conjunto de elementos interrelacionados que contribuyen a proporcionar el conocimiento de las capacidades físicas del soldado, permitiendo al jefe de su unidad determinar el estado físico de los miembros que la componen, y pudiendo en su caso solicitar asistencia o evacuación médica.

Sin embargo es necesario dotar al combatiente de las mejores soluciones, tecnológicamente viables, que integren los sensores fisiológicos necesarios, por lo que es imprescindible realizar un esfuerzo en lo que se refiere a la investigación, desarrollo e integración de sensores, en la elaboración de sondas de electrocardiograma ECG para la estimación del ritmo cardiaco, extensímetros para estimación del ritmo respiratorio,

Figura 3-7. Demostradores tecnológicos desarrollados. (Fuente: Presentación «Programa Combatiente Futuro - COMFUT»).

termistores para tomar medidas de la temperatura de la piel, acelerómetros para la estimación de la posición y el movimiento, etc. En definitiva, todo tipo de indicadores que permitan controlar el estado físico del combatiente.

Del mismo modo, también se pide el desarrollo de actividades de I+D en relación a la mejora de los tejidos miméticos que se adapten al entorno, como por ejemplo el empleo de textiles adaptativos o mediante la integración de polímeros y circuitos electrónicos que son capaces de proyectar sobre el propio textil la imagen del entorno que les rodea, para su aplicación como cobertura de camuflaje en equipamientos y las propias tropas militares.

Una de las mayores preocupaciones es el desarrollo de un sistema de microclimatización. Existe un demostrador tecnológico que consiste en un chaleco con tubos de agua, a través de los cuales circula agua, que absorbe el calor que se desprende del tórax del usuario y lo intercambia en una unidad externa de intercambio térmico con el aire del ambiente. Este demostrador presenta unos requisitos iniciales, entre los que se encuentran el consumo limitado de energía, una distribución ergonómica de los elementos que lo componen, que la disipación mínima de energía sea de 150 W en ambiente de 30ºC y 80% HR o 35ºC 50% HR, un bajo

Figura 3-8. Demostrador tecnológico de chaleco con tubos de agua y principales componentes del mismo. (Fuente: Presentación «Programa Combatiente Futuro - COMFUT»).

nivel de ruido, vibración y puntos calientes (firma sónica e IR reducidas), un peso máximo de 2kg y que funcione con una tensión de alimentación 12 V. Este sistema está basado en el empleo de células Peltier de pequeño tamaño (entre 100μm^2 y 1mm^2 para llevar a cabo el intercambio de calor y una serie de disipadores (termosifones) a través de los cuales los fluidos circulan dando lugar al ciclo de entrada y salida de calor. Otros demostradores tecnológicos se basan en nuevos textiles traspirables que ayudan a mantener un microclima adecuado entre la piel humana y el tejido que la cubre.

La microelectrónica integrada también requiere un impulso importante, aunque ya existen textiles con delgadas fibras ópticas y sensores que monitorizan los latidos cardíacos, la temperatura y otros signos vitales y que los transmiten a la unidad informática de un médico vía inalámbrica. En este sentido, también son interesantes las fibras conductoras que pueden emplearse en la confección de ropa gracias a características como su flexibilidad (tienen la misma flexibilidad, en toda su dimensión, que cualquier otro textil de fibra de vidrio), delgadez (entre 0,2 y 1,0 mm), ligereza (el peso puede variar entre 200 y 500 g/m^2), durabilidad (bajo uso normal el textil conductor funcionará por lo menos 20 años) y su eficacia, ya que los daños materiales como pueden ser un clavo conducido a través del material, no tiene ningún efecto.

Uno de los objetivos planteados es la obtención de energía eléctrica utilizando como fuente el propio movimiento del soldado. Existe un demostrador tecnológico basado en un sistema de calzado de combate, capaz de generar energía. Con éste, se pretende proporcionar al combatiente la capacidad de caminar confortablemente al mismo tiempo que le aporte la protección necesaria y la capacidad de producir energía eléctrica para alimentar la fuente de alimentación del ComFut (14,2 VCC).

En definitiva, el ComFut mejora considerablemente la operatividad del combatiente en los distintos escenarios en los que debe llevar a cabo sus misiones, pero aún quedan muchos y nuevos retos que cubrir, que se traducen en necesidades de los ejércitos y que el I+D en el sector textil puede llegar a solventar. Algunos de los retos que se plantean son los siguientes:

– Mejora de la protección balística.
– Protección acústica.
– Protección lasérica.
– Protección antiminas e IEDs.

Figura 3-9. Demostrador tecnológico para la obtención de energía eléctrica utilizando como fuente el movimiento del soldado. (Fuente: Presentación «Programa Combatiente Futuro - COMFUT»).

- Desarrollo de policromía e industrialización del tejido mimético.
- Miniaturización de microclimatización.
- Miniaturización e integración ergonómica de los sensores biométricos.
- Métrica de estrés.
- Desarrollo de nanotecnología.
- Identificación.
- Firma acústica.

3.4. La I+D en los textiles multifuncionales para aplicaciones de protección personal

La ponencia fue impartida por D. Carlos Martín Gutiérrez, Responsable de Innovación del Grupo Iturri.

En esta presentación, el Grupo Iturri hace referencia al contexto del sector textil desde un punto de vista estratégico y global, muy influenciado por la liberalización de los mercados y muestra el posicionamiento de Iturri y de sus red de colaboradores como empresas que apuestan por el I+D+i para la obtención de tecnología y producto diferenciador enfocado a realidades presentes y previsiblemente futuras de mercados como el de Defensa. Este posicionamiento empresarial se justifica en base a la aparición de nuevas tecnologías y del aumento de las prestaciones de seguridad y protección combinadas con otras funcionalidades que serán demandadas a los textiles en un futuro no lejano.

En el largo recorrido, cuya primera etapa está protagonizada por la vigilancia tecnológica y el I+D+i, se identifican algunas barreras para la entrada en uso de todos los futuros desarrollos. Ejemplo de ellas es la alta dependencia de la Administración Pública, principal demandante de estas aplicaciones y de las Políticas Regulatorias y Presupuestarias en una situación de crisis económica. Es necesaria pues la proliferación de normativa, ensayos y certificaciones de calidad dentro del sector textil, para que los productos desarrollados tengan cabida en numerosos sectores, como es el de defensa. Además, la integración de tecnologías lejanas al *know-how* textil normalmente es complicada, como lo es la innovación en procesos y productos tan maduros.

La competitividad internacional se considera esencial y la innovación se identifica como la llave para obtener producto diferenciador capaz de abrir nuevos mercados. En un entorno tan global, la no competencia internacional otorga una posición de debilidad en el mercado local.

El desarrollo de estos nuevos productos conlleva un gran esfuerzo por la necesidad de implicar a empresas de toda la cadena de valor en una situación de crisis económica. Por ello se necesitan empresas de materiales, hiladoras, tejedoras, acabadoras y confeccionistas e integradoras con el compromiso y con la cultura de innovación que las haga conscientes de que su futuro pasa por el volcarse en estas actividades. Igualmente, los centros tecnológicos deben jugar un papel muy relevante, en el apoyo a las empresas, en la vigilancia tecnológica y en la

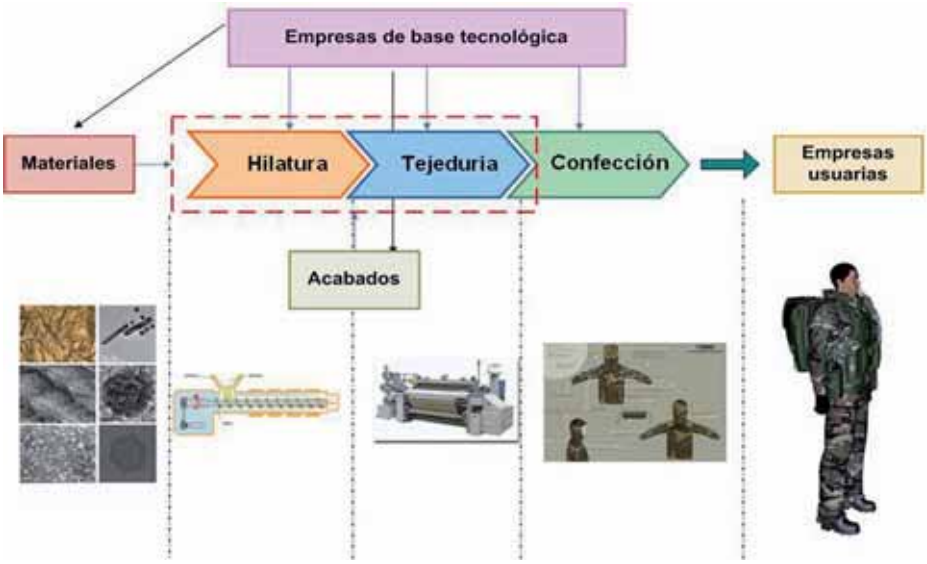


Figura 3-10. Esquema de la cadena de valor textil. (Fuente: Presentación «La I+D en los textiles multifuncionales para aplicaciones de protección personal»).

búsqueda de la excelencia pues difícilmente una industria que quiere caracterizarse por la innovación puede serlo sin el soporte científico-tecnológico adecuado.

Por último, se remarca el papel tan importante que desarrollan los usuarios finales, entre ellos el Ministerio de Defensa, no sólo como demandante de nueva tecnología y por su compromiso con los esfuerzos innovadores de las empresas nacionales que desarrollan soluciones para Defensa sino también por su capacidad de dirigir esos esfuerzos privados a la resolución de sus necesidades y como probadores y validadores de las nuevas tecnologías que entran en el mercado.

El Grupo Iturri enfoca sus iniciativas de I+D+i de acuerdo a estas líneas básicas e intenta atraer en la medida de lo posible a otras empresas con intereses similares. Iturri participa en distintas iniciativas, consciente de lo imprescindible de llevar a cabo una tarea de integración de tecnologías procedentes de distintos sectores y con el único objetivo de obtener y comercializar soluciones que resuelvan necesidades presentes y futuras de sus clientes. Entre ellas están:

- Proyecto ComFut (Combatiente del Futuro).
- Proyecto CENIT INFINITEX (Investigación de Nuevas Funcionalidades e Inteligencia Implementadas en Textiles).
- Proyecto TESS (*Textiles embedded Sensors for Soldier protection*).

Para la industria textil nacional, el sector de Defensa supone uno de los principales motores para la innovación textil. En numerosas ocasiones, tecnologías que en un primer momento iban dirigidas principalmente al sector civil, pueden ser el origen de nuevos proyectos que ayuden a la evolución de las mismas y generando aplicaciones de Defensa. Por su naturaleza, el sector Defensa está acostumbrado a definir requisitos, verificar desarrollos y a validar y caracterizar prototipos que están muy alineados con la realidad de los proyectos de I+D. Tiene medios propios de análisis y ensayos, de caracterización y recursos humanos para la realización de pruebas de campo.

El campo de los textiles multifuncionales es interesante, desde el punto de vista de potencial de avance tecnológico. También es complejo, desde el punto de vista de coordinación de empresas participantes y de la cultura de innovación y colaboración que es necesaria. Requiere de múltiples disciplinas, por la gran cantidad de tecnologías implicadas, lo que hace que la elaboración de proyectos puede llegar a ser muy difícil sin un marco financiero propicio.

Los textiles multifuncionales para protección y equipamiento es un mercado en crecimiento. Defensa no puede permanecer ajeno a él, por requisitos y necesidades, por su cultura, por sus funcionalidades, y por las políticas de todos los países de nuestro entorno. Iturri y sus colaboradores han apostado por trabajar en el I+D de estas nuevas soluciones para satisfacer las necesidades de clientes y sectores estratégicos, entre los que destaca Defensa.

3.5. Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa

La ponencia fue impartida por el Dr. César Merino, Jefe de Área de Investigación «Nanofibras de Carbono» de Grupo Antolín.

En esta ponencia, Grupo Antolín presentó una de las tecnologías con las que más éxito está teniendo y que es la fabricación de nanofibras de carbono a escala industrial y a coste competitivo. Esta capacidad facilita enormemente la posibilidad de llevar a cabo actividades relacionadas con la integración de nanomateriales en distintos tipos de sistemas y de materiales, para el estudio de sus propiedades y posibles aplicaciones. Además, se hace referencia a algunas de las aplicaciones que están más relacionadas con los sistemas que afectan al combatiente, y de un modo más general, con los sistemas de defensa.

Grupo Antolín es una empresa que ha conseguido desarrollar un método de fabricación de nanofibras de carbono de coste moderado, conservando una buena calidad y en grandes cantidades. Este proceso emplea unos precursores relativamente económicos frente a los precursores utilizados por su competencia. Las técnicas empleadas para la obtención de las nanofibras y nanotubos de carbono son dos y están basadas en el Depósito Químico Catalítico en fase Vapor (cCVD):

– Método de catalizador sobre sustrato: la síntesis de nanotubos de carbono mediante la aplicación de esta técnica es fundamentalmente un proceso de dos etapas. En la primera etapa se preparan los catalizadores y en la segunda etapa se crecen los nanotubos. Se trata de un método discontinuo, es decir, precisa la separación de las nanofibras de carbono del sustrato.
– Método de catalizador flotante: mediante este método, el catalizador se introduce de manera continua en la cámara de reacción. Los hidrocarburos se descomponen sobre su superficie dando lugar al crecimiento y engrosamiento de las nanofibras de carbono. En este caso, todas las etapas descritas en el método anterior tienen lugar en un único paso. Esta es la técnica empleada por Grupo Antolín.

Actualmente, Grupo Antolín tiene varias patentes relacionadas con los procesos de producción de las nanofibras y nanotubos de carbono:

– Patente Europea EP1598455A1: «*Furnace for the manufacture of carbon fibres, procedure for obtaining using said furnace and the fibre thus obtained*».

– Patente Europea EP1602754A1: «*Gas reusing system for carbon fibre manufacturing processes*».
– Patente Europea EP1990449A1: «*Carbon nanofibers and procedure for obtaining said nanofibers*».
– Patente Europea EP08381013: «*Procedure for the elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons and other volatile and semi-volatile compounds in carbon nanofibres*».

Los análisis realizados han mostrado que las nanofibras de carbono que se fabrican presentan una buena apariencia y una distribución homogénea de tamaños entre los 25 y los 60 nm de diámetro. Además, son estructuras grafíticas helicoidales altamente grafíticas, con escasos restos de carbón amorfo pirolítico (hollín), lo que demuestra la gran pureza y la calidad del material obtenido.

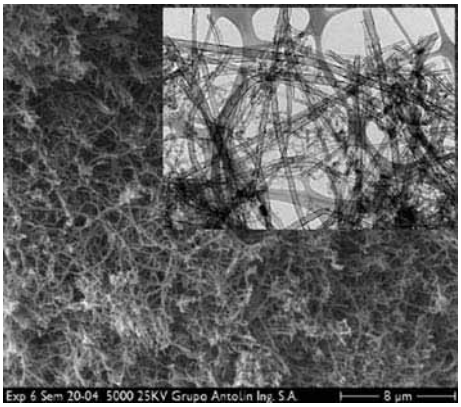


Figura 3-11. Micrografías de la estructura que muestran las nanofibras obtenidas por grupo Antolín. (Fuente: Presentación «Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa»).

Las nanofibras de carbono del Grupo Antolín (GANF) pueden ser suministradas formando parte de compuestos termoplásticos, obtenidos mediante la mezcla de las GANF con distintos tipos de polímeros termoplásticos en extrusora. Posteriormente, se fabricarían los hilos mediante un proceso de hilado de la mezcla extruída. También es posible obtenerlas en forma de dispersión, concentrado, pastas o tintas, elaboradas por agitación. Este formato también permite la obtención de fibras a partir de un proceso de electrohilado, y de hilos recubiertos de GANF mediante procesos de bañado o impregnación de los hilos en la suspensión o tintas de GANF. Del mismo modo, es posible conseguir láminas y materiales multicapa mediante procesos como el colado en cinta o *tape casting* de dispersiones de nanofibras de carbono.

Las nanofibras de carbono son un refuerzo muy interesante que permite la fabricación de materiales compuestos con nuevas funcionalidades basadas en las propiedades eléctricas, térmicas, mecánicas, tribológicas, sensoriales y estructurales de estas nanofibras. Todas estas propiedades tienen potenciales aplicaciones en Defensa, algunas de las cuales se describen a continuación.

Estas nanofibras se pueden utilizar como láminas, hilos y telas conductoras. Su conductividad eléctrica permite la disipación de electricidad estática. Se pueden fabricar láminas, tejidos y no-tejidos antiestáticos para la protección frente a cargas electrostáticas y al rayo y también para la protección electromagnética y de radiofrecuencia o para la eliminación de interferencias. Otra aplicación derivada de su conductividad sería la fabricación de elementos y tejidos generadores de calor para la protección frente a condiciones de frío.

También, gracias a su elevada conductividad eléctrica y térmica es posible el desarrollo de tintas y adhesivos conductores basados en nanotubos de carbono para el desarrollo de electrónica sobre sustrato flexible. Los adhesivos conductores podrían llegar a sustituir las soldaduras de plomo en circuitos electrónicos flexibles. Por otro lado, permitiría el serigrafiado de pistas conductoras e integración de la electrónica sobre sustrato flexible o textil.

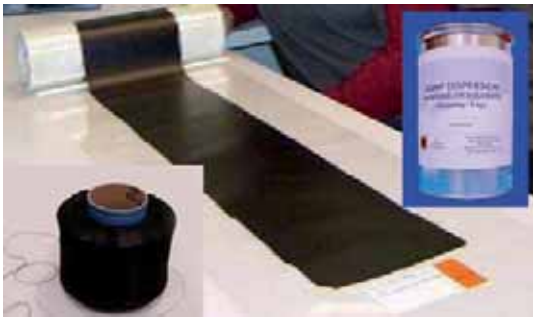


Figura 3-12. Distintos productos (dispersión hilo y lámina) obtenidos con las nanofibrasde carbono. (Fuente: Presentación «Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa»).

Otra posible aplicación sería como pinturas y pastas absorbentes de radar. Es posible la obtención de nuevos materiales absorbentes de radar (RAM) basados en nanofibras y nanotubos de carbono que de hecho, se encuentran actualmente en fase de investigación.

Este tipo de materiales también pueden tener un papel importante en el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía, como son las baterías de ión litio flexibles conteniendo nanofibras de carbono como aditivo conductor, supercondensadores flexibles conteniendo nanofibras de carbono como aditivo conductor del carbón activado, sistemas de almacenamiento de energía híbridos batería / supercondensador o la integración de los sistemas de almacenamiento de energía sobre substratos flexibles.

La implantación de sensores en textiles (e-textiles) también es un campo de aplicación de las nanofibras de carbono. Se pueden desarrollar sensores resistivos y sensores capacitivos, es decir, integración de sensores

Figura 3-13. Sensores y filtros son sistemas que se pueden obtener con nanofibras de carbono. (Fuente: Presentación «Nanofibras de carbono y sus aplicaciones en Defensa»).

de presión en el textil con detección de pulsación con o sin contacto. También sensores piezorresistivos para la monitorización de señales vitales, médicas y biomecánicas o sensores de gases y biológicos para el control de la calidad del aire.

En este sentido, también es posible la creación de filtros basados en nanofibras de carbono, para conseguir limpiar el aire con filtrantes textiles, con absorbentes con nanopartículas metálicas o líquidos con tejidos y filtros conductores para combustibles o fibras multicomponentes superabsorbentes.

La protección frente al fuego también es un área en el que estos materiales también encuentran aplicación, mediante la elaboración de nuevas formulaciones de recubrimientos retardantes de llama conteniendo nanofibras de carbono, que superan en eficacia a los que contienen nanoarcillas. Cuando se calienta el material se comporta como un gel y los nanotubos de carbono se dispersan a lo largo de la matriz, creando finalmente una estructura de red mecánicamente estable.

Otra aplicación posible es como refuerzo de materiales compuestos estructurales. Con la adición de nanofibras de carbono se consiguen incre-

mentos en la rigidez, la resistencia al avance de la grieta y la resistencia a la fatiga de los polímeros. Además, la optimización de las características superficiales de las nanofibras permite conseguir una buena adhesión a la matriz con el consecuente aumento de las propiedades mecánicas. Dentro de este capítulo, destacar el desarrollo de materiales compuestos con propiedades tribológicas. Las nanofibras de carbono proporcionan una buena lubricación sólida, provocando un buen comportamiento tanto de la fricción como del desgaste en los materiales compuestos. Además, su alto módulo elástico hace que al no deformarse, ofrezcan una superficie de contacto mínima. También es posible la obtención de tejidos de fricción con una resistencia al desgaste mejorada.

También, las nanopartículas de carbono pueden dar lugar a sistemas de monitorización de fallos y comportamiento mecánico por efecto piezorresistivo, en tejidos o materiales compuestos.

Por último, se están estudiando nuevos materiales más tenaces (15 veces superiores al de las actuales fibras de aramida), más flexibles y ligeros, basados en matriz polimérica y nanotubos de carbono, con claras aplicaciones hacia la protección balística. En la actualidad, los paneles balísticos más utilizados están compuestos por fibras de aramida o de polietileno, por lo que esta tecnología podría llegar a sustituir a la actual.

En general, la nanotecnología y los nanomateriales se perfilan como las tecnologías que mejorarán de una manera importante las propiedades y prestaciones de los sistemas que irán incluidos en el equipamiento del soldado del futuro. Los sistemas relacionados con la protección del soldado, con su autonomía, conectividad, etc. harán al combatiente más eficaz desde un punto de vista operativo.

3.6. Caracterización e innovación en confort textil

La ponencia fue impartida por Dña. Raquel Muñoz González, Jefa del Área de Laboratorios de AITEX.

El confort que puede proporcionar un textil es un concepto que puede parecer a priori subjetivo, ya que depende de la percepción de la persona que lo lleve. En esta presentación, AITEX lleva a cabo un análisis de cuáles son las propiedades de confort, y de qué parámetros permiten de algún modo cuantificarlo, desde el punto de vista físico y fisiológico. Se explicaron los tipos de materiales se emplean para la mejora del confort y las técnicas o el tipo de ensayos empleados para la cuantificación de los parámetros físicos y fisiológicos, que determinan el nivel de confort que proporciona un textil.

AITEX es un instituto tecnológico de carácter privado sin ánimo de lucro cuyo objetivo principal es mejorar la competitividad de las empresas, promoviendo acciones de modernización, de introducción de nuevas tecnologías y de mejora de la calidad de las empresas y de sus productos. Este centro está especializado en la investigación, innovación y servicios técnicos avanzados para los sectores textil, confección y textiles técnicos. Para llevar a cabo sus tareas de I+D, AITEX dispone de una importante red de laboratorios, que cubren prácticamente la totalidad de las aplicaciones textiles que existen a día de hoy.

AITEX, basándose en su experiencia en el sector, ha puesto a disposición de las diferentes administraciones públicas su colaboración en la redacción y asesoramiento de los pliegos técnicos y en la valoración técnica de las licitaciones públicas que afectan a los materiales textiles, como prendas de vestir, vestuario profesional, ropa de protección, calzado, uniformes, prendas de trabajo, y cualquier otro tipo de materiales textiles.

Una de las áreas en las que AITEX trabaja y que es de gran interés para Defensa es en la mejora del confort. El confort, en líneas generales, tiene un gran impacto en la eficacia laboral de cualquier trabajador, ya que el sistema de vestimenta influye enormemente en la comodidad a nivel físico y fisiológico.

En un ambiente térmicamente neutro, la generación de calor (termogénesis) se equilibra con su eliminación (termólisis), es decir, no se produce ni almacenamiento ni pérdida de calor y la temperatura corporal se equi-

libra. En ambientes calurosos o fríos, el equilibrio se rompe y es necesaria la actuación de los mecanismos de termorregulación. En ambientes calurosos se produce la vasodilatación y evaporación del sudor y en los fríos la vasoconstricción y la consiguiente tiritona. Durante cualquier actividad, el ser humano genera una cantidad de calor que debe eliminar para mantener su temperatura dentro del rango en los límites adecuados. Es lo que se define como metabolismo basal.

Uno de las medios empleados para mantener el equilibrio térmico es la utilización de los textiles, pero el usuario, cada vez más exigente, no sólo requiere un ajustado aislamiento térmico y una buena transpirabilidad de la prenda, si no exige una buena sensación de tacto a la hora de vestir, ergonomía y, en definitiva, una mayor sensación de confort, lo que implica la mejora de muchas propiedades mecánicas de los tejidos.

La ropa influye enormemente en la comodidad térmica, ayudando a minimizar la acción de los mecanismos de termorregulación y conseguir así alcanzar el equilibrio térmico, mediante el aislamiento adecuado de la ropa y con una buena transpirabilidad, que permita el proceso de evaporación de forma continua.

Ret < 6 m^2 Pa / W	Muy transpirable
Ret < 12 m^2 Pa / W	Transpirabilidad buena
Ret < 20 m^2 Pa / W	Transpirable
Ret =20 m^2 Pa / W	Límite de transpirabilidad

Figura 3-14. Valores de resistencia al vapor de agua y clasificación como materiales traspirables. (Fuente: Presentación «Caracterización en innovación en confort textil»).

La elección de los materiales adecuados es fundamental para conseguir estas propiedades. Las fibras presentan un elevado rendimiento térmico. Las capas de aire, y en particular el aire inmóvil, es lo que proporciona el aislamiento y materiales como guatas/espumas, fibras huecas y multifilamentos tienen la capacidad de almacenar aire. Un buen aislamiento en un tejido se consigue con una combinación de entre un 12-20% de fibra y un 80-90% de aire estanco almacenado.

Las membranas (ya sean laminadas o recubiertas) también presentan un elevado rendimiento térmico y una buena transpirabilidad, ya que el tamaño de los huecos de la membrana es superior al de las moléculas de vapor de agua, pero inferior al de las gotas de agua, impidiendo que éstas penetren y dejando que el vapor escape. También existen distintos tipos de laminados con un gran rendimiento térmico, generalmente formados

Figura 3-15. Materiales empleados como textiles para conseguir un aislamiento adecuado. (Fuente: Presentación «Caracterización en innovación en confort textil»).

por una capa externa, una membrana climática y un forro interno, cada una con unas características térmicas y transpirabilidad determinadas que hacen del conjunto de las capas un sistema eficaz para alcanzar un confort adecuado.

Actualmente, para proteger del frío extremo se están utilizando nuevas fibras:

– Fibras que irradian en el infrarrojo. Las fibras que emiten radiaciones en el infrarrojo lejano pueden ser obtenidas incorporando partículas cerámicas al polímero formador de la fibra. Cuando éstas se calientan por el calor procedente del cuerpo humano, las partículas cerámicas emiten radiaciones en el infrarrojo que aumentan la temperatura dentro de los tejidos.

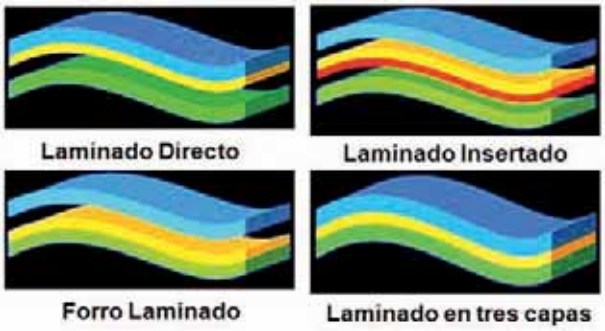


Figura 3-16. Esquema de los distintos tipos de laminados existentes. (Fuente: Presentación «Caracterización en innovación en confort textil»).

– Fibras reflectantes. En este caso se emplea plata, ya que tiene un valor de reflectancia en el IR mayor del 95% y uno de los valores de emisividad más bajos, lo que significa que irradia la energía térmica muy despacio.
– Fibras que retienen calor a base de reacciones químicas.
– Fibras que retienen el calor haciendo uso de la energía solar.

– Materiales de cambio de fase (PCM). Los materiales PCM se presentan microencapsulados y de esta forma absorben el exceso de calor para liberarlo o devolverlo cuando la temperatura de la piel disminuye, sin que aparentemente se forme un líquido sobre o en la fibra. Actúan más como reguladores térmicos que como aislantes.

Para la evaluación del confort, es necesario tener en cuenta una serie de parámetros de tipo fisiológico y físico. Entre los parámetros fisiológicos de confort se encuentra la medida de la resistencia al vapor de agua, establecida por la UNE EN 31092:1996. Se obtiene el parámetro resistencia al vapor de agua (Ret). Como valores orientativos, se considera un tejido muy traspirable cuando Ret < 6 m^2Pa/W, estando el límite de transpirabilidad en Ret = 20 m^2Pa/W. También, la norma BS 7290:1990 establece las especificaciones para el cálculo de la permeabilidad al vapor de agua de los tejidos y la norma ISO 15496:2004 la medida de la permeabilidad al vapor de agua de los tejidos para el control de calidad.

La medida a la resistencia térmica está determinada por la norma UNE EN 31092:1996, mediante la determinación de la resistencia al vapor de agua o transpirabilidad, obteniéndose el parámetro Rct, cuya unidad es el clo. De la relación entre las variables resistencia térmica (Rct) y transpirabilidad (Ret), se obtiene uno de los parámetros más importantes del confort de los tejidos, el índice de transpirabilidad (Imt).

Otro parámetro es el aislamiento térmico de la prenda, que es la propiedad que marcará la elección de un equipo destinado al uso en ambientes fríos. El ensayo (UNE EN 342) se realiza con un maniquí térmico, y a partir de este valor y recurriendo a las tablas de recomendaciones de uso, se puede predecir el tiempo y temperatura a la cual el usuario puede verse expuesto. Los guantes utilizados en ambiente fríos requieren de un tratamiento especial por tratarse de extremidades susceptibles a sufrir más riesgos de congelación. La medida del aislamiento térmico para guantes (UNE EN 511) se realiza con el equipo mano térmica, que presenta los mismos fundamentos teóricos que el equipo maniquí térmico.

Otras medidas empleadas y que merece la pena tener en cuenta son:

– La resistencia a la penetración de agua (UNE EN 20811). La presión hidrostática soportada por un tejido proporciona una medida de su resistencia al paso del agua a través del tejido.
– La resistencia a la permeabilidad al aire (UNE EN 9237). La permeabilidad al aire es la velocidad del flujo de aire que pasa perpendicu-

larmente a través de una probeta, en condiciones especificadas de superficie de ensayo, caída de presión y tiempo.

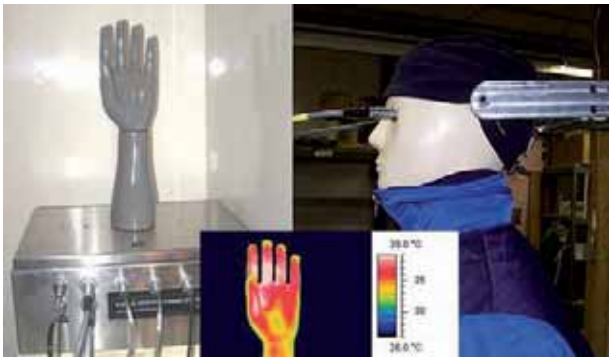


Figura 3-17. Maniquí térmico y mano térmica empleados para la determinación del aislamiento térmico de una prenda. (Fuente: Presentación «Caracterización en innovación en confort textil»).

- Ducha Bundesmann (UNE EN 29865). Su objeto es la determinación de la impermeabilidad de tejidos textiles mediante una ducha que simula la lluvia, conocido como el método Bundesmann. El ensayo puede utilizarse con el fin de valorar la efectividad de los procesos de acabado para proporcionar impermeabilidad a los tejidos.
- Ropa de protección contra la lluvia (UNE EN 14360). Reproduce lluvia con gotas de un diámetro determinado y un caudal fijo y controlado. Se trata por tanto de un ensayo agresivo que determina perfectamente la estanqueidad de las prendas terminadas.
- Túnel de viento. Ensayos relacionados con la medida del confort realizados en condiciones de viento extremas. Se pueden alcanzar velocidades de aire de hasta 10 m/s (aprox. 40 Km/h), por lo que los resultados de los ensayos, aunque fuera del alcance de muchas normas, reflejan comportamientos en situaciones reales.
- Medida de cargas electrostáticas (UNE EN 1149). La acumulación de cargas electrostáticas puede causar estados de estrés en las personas.

Con respecto a la medida de parámetros físicos, la calidad final de un tejido depende fundamentalmente del aspecto, de las propiedades mecánicas, de otras propiedades de valor añadido (anti-ácaro, solidez, protección UV, etc.) del tacto del tejido. Precisamente sobre la concepción del tacto de los tejidos, el profesor Kawabata (Universidad de Kyoto), propuso una definición según las siguientes hipótesis:

- una persona juzga 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.

El *Kawabata Evaluation System* (KES) es un sistema que permite detectar cuantitativamente y de modo objetivo el tacto de un tejido a partir del análisis de un conjunto de variables físicas (tensión y cizallamiento, flexión o doblado, compresión y superficie). A partir de los datos obtenidos de los ensayos se extraen unos valores denominados «*Primary Hands*», cuyo valor en función de los resultados se clasifican de muy bajo (0) a muy alto (10). Mediante la combinación de los 5 primeros «*Primary Hands*» se puede obtener un parámetro cuyo único valor representa 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, que sitúa a un tejido como pobre si el valor está comprendido entre 0-1,5; bueno entre 2-3 y excelente entre 3,5-5.

3.7. I+D+I en el área de los textiles inteligentes

La ponencia fue impartida por D. Jaume Josa, Director del Área Científica de CETEMMSA.

En esta presentación se mostraron algunas de las líneas de trabajo que se desarrollan en el centro tecnológico CETEMMSA y que están directamente relacionadas con el desarrollo de materiales textiles multifuncionales con aplicación tanto al sector civil como al militar.

CETEMMSA es un centro tecnológico que realiza investigación aplicada de materiales y dispositivos inteligentes y que se dedica a transferir tecnología y conocimiento a organizaciones y empresas para mejorar su competitividad a través de la innovación. Uno de sus campos de trabajo es la integración de microelectrónica en textiles para la elaboración de su producto final, el tejido multifuncional. Uno de sus objetivos principales es el de dinamizar, desarrollar y potenciar el mercado de los objetos inteligentes y ser un centro de investigación aplicada de referencia internacional.

CETEMSA participa activamente en la cadena de valor, en la investigación básica de los materiales, en el procesado y en la creación e integración de dispositivos para la fabricación de lo que se han denominado objetos inteligentes. Este centro tecnológico tiene experiencia en el campo de los materiales inteligentes y más específicamente en el de los textiles multifuncionales. Además, colabora en diferentes grupos que trabajan con tejidos inteligentes / multifuncionales, ha participado en la definición de la hoja de ruta de *smart textiles* y es miembro de la OEA (Organic Electronics Association) y cofundador de la Printed Electronic Alliance – PEC4.

Algunas de sus líneas de trabajo más destacables son las siguientes:

- impresión de electroluminiscencia sobre tejidos o películas poliméricas. Esto supone una mejora con respecto a dispositivos como los diodos orgánicos de emisión de luz (OLEDs), por su mayor estabilidad atmosférica y robustez;
- elaboración de circuitos impresos sobre soportes flexibles y sensores, también conocido como electrónica flexible, impresa u orgánica;
- desarrollo de baterías impresas y en general, de dispositivos flexibles para la producción de energía (con incidencia especial en células fotovoltaicas), que consisten en la deposición de una estructura multicapa sobre un sustrato flexible (plástico, textil, papel) mediante técnicas de impresión.

Otros desarrollos destacables son los

– LEDs híbridos (orgánico / inorgánico),

– OLEDs, componentes electrónicos sencillos y biosensores.

Figura 3-18. De izquierda a derecha, impresión de electroluminiscencia sobre tejidos o film polimérico, circuito impreso sobre un soporte flexible y dispositivo flexible destinado a la producción de energía. (Fuente: Presentación «I+D+i en el área de los textiles inteligentes»).

Este centro tecnológico dispone de un nutrido conjunto de equipos de última generación para el desarrollo de sus tareas de I+D+i. Gracias a los contactos que mantiene CETEMMSA con actores nacionales e internacionales del sector textil, se han conseguido llevar a cabo proyectos como “Dephotex”, basado en el desarrollo de células textiles fotovoltaicas a partir de nuevas fibras.

Más concretamente, en el área relacionada con las actividades de integración de electrónica y tejido, CETEMMSA trabaja en el desarrollo de hilos y tejidos conductores. Con acceso a una importante librería de materiales para hilos, es capaz de fabricar tejidos tricotados o tejidos hechos con hilos conductores a medida. Además, entre sus equipos se encuentra una máquina que puede tejer en 3D, lo que tendrá un gran potencial para la elaboración de sensores 100% textiles. Este tipo de tejidos tiene unos campos de aplicación muy amplios: automóvil, ropa deportiva, cuidado de la salud, etc.

La integración de electrónica en el tejido o los interruptores en la ropa o sensores textiles de presión dan lugar a importantes aplicaciones y nuevas funcionalidades, tanto en el sector civil como en el de defensa, especialmente en lo que se refiere a sistemas de comunicación y mejora del confort. También los dispositivos de monito-

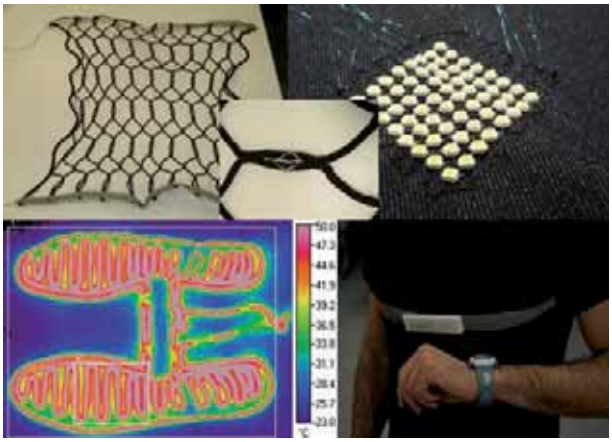


Figura 3-19. Ejemplo de sistemas elaborados mediante la integración de electrónica en los tejidos. (Fuente: Presentación «I+D+i en el área de los textiles inteligentes»).

rización de salud, bienestar y asistencia a discapacitados representan un salto tecnológico importante, por la capacidad de poder controlar las constantes vitales de forma remota, además de permitir la captación y transmisión de datos sin necesidad de cableado (vía Bluetooth).

En definitiva, todas estas líneas de trabajo son un importante paso previo al desarrollo de prototipos de prendas electrónicas interactivas que significan un salto cualitativo en el sector textil.

3.8. Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

La ponencia fue impartida por D. Juan Carlos González, Director de «Ámbito Indumentaria» del Instituto de Biomecánica de Valencia – IBV.

En esta presentación, el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) expone las líneas de investigación en las que trabaja y que están relacionadas principalmente con la indumentaria y con la manera en que ésta interfiere con el usuario, en función del entorno que la rodea. Es importante que estas características se conozcan bien, ya que son requisitos de diseño y selección en el ámbito civil, pero sobretodo en el militar, para mejorar el confort y la seguridad y en definitiva, la operatividad del combatiente.

El IBV es un centro tecnológico que estudia el comportamiento del cuerpo humano en relación al entorno que lo rodea y los productos y servicios que utiliza. Además, dispone de conocimientos procedentes de la biomecánica y la ergonomía aplicada al textil y a la indumentaria, entre otros mercados.

En la elaboración de una hoja de ruta europea para el desarrollo de nuevas tecnologías textiles y equipos de protección individual intervienen

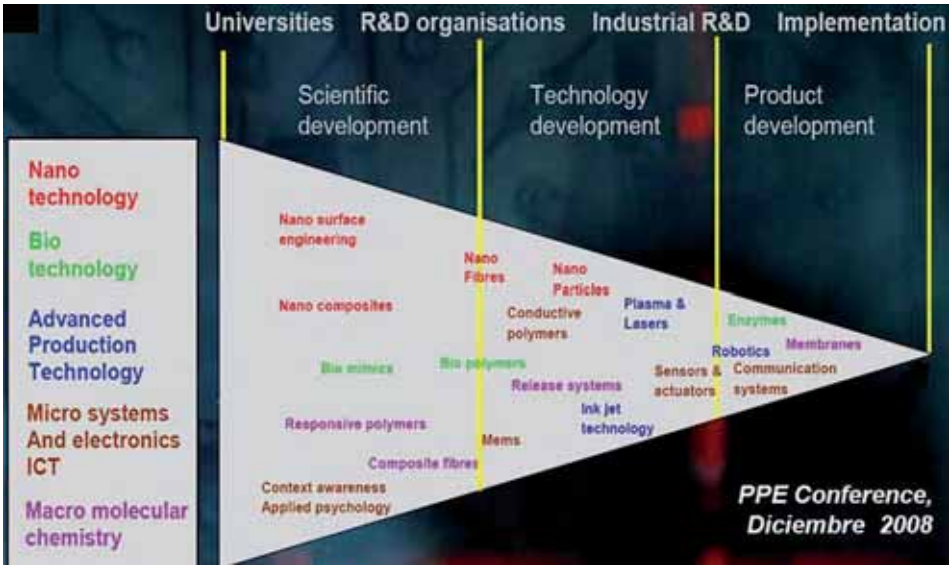


Figura 3-20. Hoja de ruta europea para el desarrollo de nuevas tecnologías textiles y equipos de protección individual Ejemplo de sistemas elaborados mediante la integración de electrónica en los tejidos. (Fuente: Presentación «Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria»).

gran cantidad de actores (universidades, centros y empresas de I+D, fabricantes, etc.) y distintas disciplinas de la ciencia que han de interactuar entre sí (química, nano y biotecnología, electrónica, etc.). Para el desarrollo de nuevos productos centrados en resolver las necesidades y características de los usuarios es necesario tener el conocimiento necesario sobre la fisiología y ergonomía del ser humano, el uso de las nuevas tecnologías para mejorar el confort y tener en cuenta los escenarios en los que dichos productos serán utilizados, considerando contextos de uso real. Otro factor a tener en cuenta es el ciclo de vida de las tecnologías y su aceptación.

Dentro del ámbito militar, las nuevas tecnologías textiles permitirían mejorar la protección y la seguridad frente a los riesgos ambientales y del propio escenario de acción. También, asegurarían el confort termofisiológico y la supervivencia en condiciones climáticas extremas, mejorarían el confort mecánico a través de la reducción el peso y del volumen de los materiales, optimizando su uso y rendimiento, y servirían de soporte para nuevas tecnologías, mejorando la compatibilidad entre las diferentes prendas y equipamiento. En general, mejorarían la operatividad del combatiente.

Sin embargo, el desarrollo de las nuevas tecnologías en los textiles implica conocer, entre otras cosas, las características físicas y fisiológicas de los soldados, la actividad que éstos realizan y cómo interacciona el producto durante la misma, el entorno y las características ambientales en las que se van a mover los soldados, sus necesidades y sus principales problemas con el equipamiento actual.

El IBV estudia en parte las características mencionadas anteriormente. Sus principales líneas de I+D son las siguientes:

- Comportamiento del cuerpo humano.
- Valoración de las funciones y actividades humanas.
- Estudio de la interfase entre el sujeto y su entorno.
- Estudio y valoración de los productos de uso humano.
- Estudio y valoración del entorno del sujeto.
- Tecnologías y técnicas de estudio en antropometría, biomecánica y fisiología.

En relación a la indumentaria, el IBV trabaja en cuatro principales líneas de I+D para dar respuesta a los requerimientos de diseño y selección de ésta.

La antropometría y morfometría. Uno de los aspectos fundamentales de la adaptación de la indumentaria a los usuarios es el ajuste. La distribución de tallas y el patronaje adecuados permiten que el usuario pueda elegir prendas con un ajuste correcto. Hay que entender la ropa como la futura plataforma para la implantación de sensores que puedan medir la frecuencia cardiaca, el estado de hidratación, la posición, etc. También, para la integración de sistemas de comunicación y de actuadores que sirvan de sistemas de refrigeración, vibración, etc.

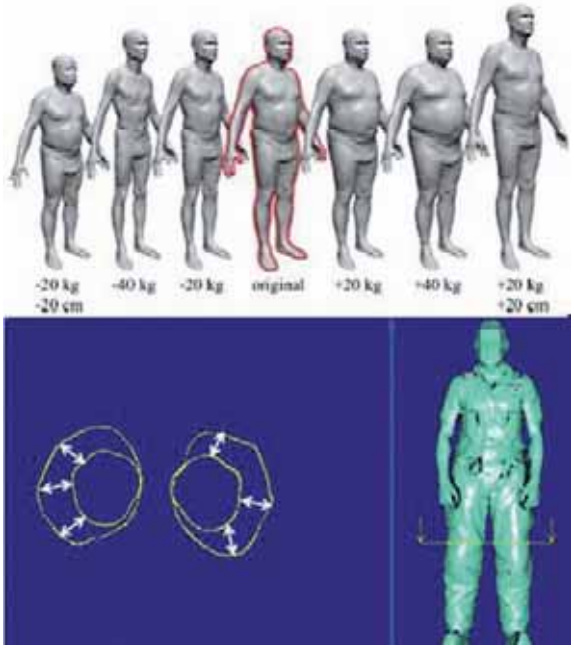


Figura 3-21. Técnicas de escaneado para la determinación de los morfotipos y lograr un ajuste adecuado de la indumentaria. (Fuente: Presentación «Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria»).

Un ajuste adecuado de la indumentaria tiene gran influencia en la protección, el aislamiento térmico, la ventilación de la ropa y en general, en el rendimiento del usuario. Existen nuevas técnicas de escaneado y modelización morfométrica que permiten detectar los morfotipos (distintos tipos de patrón en cuanto a la forma que puede presentar el cuerpo humano) ligados a grupos de población o al cambio en las características de las personas, y de asignar o personalizar la indumentaria y el equipamiento. Un ejemplo sería la personalización de cascos para el soporte de nuevos visores, ya que para un funcionamiento correcto es imprescindible que el elemento de visión esté alineado con el ojo. Los nuevos sistemas de escaneado permiten definir la forma de la cabeza, situando el ojo y la córnea.

La termo-fisiología y confort térmico. El cuerpo humano es capaz de mantener la temperatura interna dentro de unos estrechos márgenes (aproximadamente 37ºC), fenómeno que se denomina termorregulación. En cualquier tipo de condición ambiental, la indumentaria y la

actividad del soldado definen el balance térmico del cuerpo. El sistema termorregulador controla el equilibrio entre la ganancia y la pérdida de calor. Así, en el caso de condiciones de frío intenso se produce la vasoconstricción (estrechamiento de los vasos sanguíneos), y la tiritona, y en el caso de condiciones de calor se produce la vasodilatación (ensanchamiento de los vasos sanguíneos) y la evaporación del sudor. La indumentaria, entre otras funciones, debe permitir regular la temperatura y la humedad del cuerpo humano dentro de los límites del confort. Por ello, en condiciones extremas, el diseño de la indumentaria es importante para la prevención de lesiones por frío y de estrés térmico por calor.

Algunas de las áreas de I+D de mayor interés en relación al estrés por calor se basan en el desarrollo de tecnologías que sirvan para reducir éste (asistir a los sistemas termorreguladores humanos), para mejorar la ventilación natural a través de la ropa (mediante el diseño y los nuevos materiales) y para predecir el estrés térmico y el golpe de calor (mediante la incorporación de sensores en la indumentaria). En relación al estrés por frío, es muy interesante el desarrollo de nuevos materiales que ayudan a reducirlo mediante un mejor aislamiento térmico y mayor transpiración, reduciendo el peso y el volumen.

Existen varios ejemplos, como es el caso del Proyecto TERMOSTRESS, basado en el desarrollo de biosensores que permitan la anticipación al golpe de calor mediante la monitorización de la composición del sudor, o de la monitorización realizada a alpinistas en el ascenso al Everest (monitorización del ritmo cardiaco, saturación de oxígeno en sangre, temperatura corporal, temperatura y humedad en diferentes capas de la ropa y posición y altura) para avanzar en el conocimiento del comportamiento térmico del cuerpo humano y de la vestimenta en condiciones de altitud y frío extremo, o el desarrollo de modelos tér-

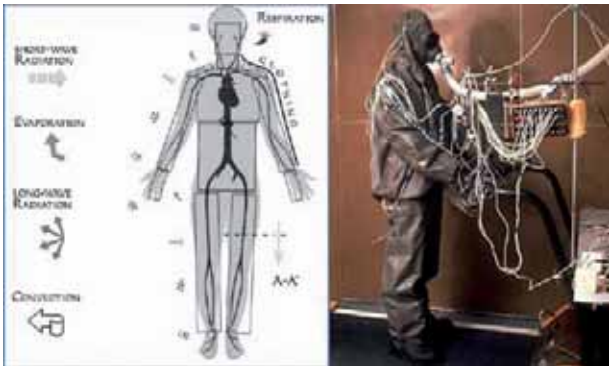


Figura 3-22. Técnicas para la determinación del balance térmico del cuerpo humano. (Fuente: Presentación «Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria»).

micos del cuerpo humano y la indumentaria para analizar la respuesta térmica del cuerpo humano en condiciones extremas.

La biomecánica y confort mecánico estudia los factores que determinan la adecuación biomecánica y el confort mecánico del equipamiento o la ropa, como es el peso del equipo y la distribución de la carga sobre el cuerpo, la protección frente a agresiones mecánicas externas, la sensación de la indumentaria sobre la piel, la adecuación de la prenda a los movimientos del cuerpo o las presiones ejercidas por la indumentaria sobre el cuerpo.

Uno de los aspectos biomecánicos más significativos es la distribución de la carga y las presiones sobre el cuerpo, que unido a la flexibilidad de la indumentaria tienen gran influencia sobre el confort, la estabilidad y la agilidad del soldado. El calzado es también muy importante en la indumentaria del soldado, ya que puede generar un elevado número de bajas. La biomecánica se encarga de estudiar la amortiguación de impactos, las presiones que se producen en la planta del pie, las fuerzas ejercidas sobre el tobillo y la rodilla, la estabilidad y adecuación a los movimientos, el peso y la tracción sobre el terreno.

El rendimiento y usabilidad. La indumentaria y el equipamiento no deben disminuir el rendimiento del soldado (movilidad, estabilidad y agilidad), ni dificultar las posturas (de rodillas, cuerpo a tierra, etc.) o el movimiento. El término usabilidad está relacionado con la utilidad y funcionalidad de la indumentaria en referencia a su adecuación dimensional, entorno y uso, con la facilidad para ponerse y quitarse una prenda o para regularla y con la compatibilidad entre los diferentes elementos de la indumentaria, considerando la incorporación e integración de nuevas tecnologías.

Un factor muy importante a tener en cuenta es que la indumentaria tiene que ser funcional (tanto el peso, junto con la elasticidad y la adecuación a la forma del cuerpo de los materiales textiles y del equipamiento definirán la capacidad del soldado para moverse), sin que ello repercuta en disminuir los aspectos relacionados con la protección. Otro aspecto básico que incide en el rendimiento del soldado es la gestión de la fatiga. Actualmente, es posible monitorizar la actividad muscular de los soldados y predecir la sobrecarga de los músculos y la fatiga.

La incorporación de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones plantea nuevos retos para la usabilidad del equipamiento militar, ya que es necesario que los diferentes equipos sean compatibles en-

Figura 3-23. La reducción del peso y en general el estudio de aspectos como la fatiga son necesarios para mejorar el rendimiento del soldado en cualquier operación de tipo militar que desarrolle. (Fuente: Presentación «Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria»).

tre sí, y que estas nuevas tecnologías sean fáciles de manejar, incluso con guantes.

La tecnología textil se está desarrollando a un ritmo muy rápido, apareciendo en el mercado nuevas tecnologías para mejorar la seguridad, el confort y el rendimiento. Las empresas textiles y de la confección tienen la oportunidad de utilizar estos conceptos proporcionando valor añadido a sus productos. Al mismo tiempo, los grandes compradores se pueden beneficiar de estos avances. Es necesario considerar las necesidades y las características de los usuarios, ya que en caso contrario, se podrían llegar a desarrollar productos que no proporcionen mejoras reales en condiciones de uso. Para ello, el conocimiento profundo del cuerpo humano y de la interacción con la indumentaria junto con los avances en la tecnología textil es fundamental para permitir desarrollar una nueva generación de textiles y equipamiento militar que proporcionen mayor seguridad, confort y rendimiento a los soldados del futuro.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

ANEXO

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

1. INSTITUTO TECNOLÓGICO «LA MARAÑOSA» (ITM)

ITM
La Marañosa
Instituto Tecnológico
EL INSTITUTO TECNOLÓGICO "LA MARAÑOSA"
Jornada monográfica sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales
Modelo de la interacción hombre-textil-entorno
27 octubre 2009
GB. CIP. José Luis Orts Palés
jlortsp @et.mde.es

ITM
Jornada sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales
Contenido
Objetivos.
Confort térmico
Medida
Factores ambientales
Otros factores
Equilibrio térmico
Respuesta humana
Conclusión

ITM
Jornada sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales
Objetivo prioritario:
"Protección de nuestras tropas"
(Sra. Ministra en Pascua Militar 2009)
Objetivo para diseñadores:
Proporcionar al combatiente los medios necesarios para que pueda crear un ambiente confortable en su puesto de trabajo que le permita la mayor eficacia operativa

ITM Jornada sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales

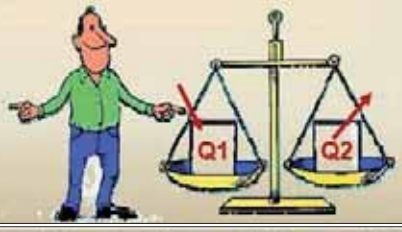
Confort:

Aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente

- Térmico, Acústico, Electromagnético, Psicológico, etc.

Hay confort térmico si hay…

- Neutralidad térmica es decir, ni demasiado calor ni demasiado frio.
- Equilibrio en el balance energético del cuerpo: El calor producido por el metabolismo deberia ser igual a la cantidad de calor disipada por el cuerpo.



ITM Jornada sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales

HOMEOTERMIA:

Capacidad de regulación metabólica para mantener la temperatura del cuerpo constante e independiente de la temperatura ambiental.

OBJETIVO:

La temperatura del cuerpo debe permanecer aproximadamente a 36,6 ± 0,3 ºC

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

2. SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA (SOPT)

Sistema de Observación y
Prospectiva Tecnológica
Subdirección General de Tecnología y Centros
Madrid, 27 octubre 2009
C.F. Ing. José María Riola
jriorod@fn.oc.mde.es
0

INDICE

1 **Motivación**
- ¿Por qué un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica?

2 **El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica**
- Introducción y funciones del SOPT

3 **Ubicación física y en la organización**
- ¿Cómo contactar con nosotros?

4 **Observatorio Tecnológico de Materiales**
- Política y gestión del I+D de Defensa

1

Motivación

2

Motivación
3

Motivación
¿Cuáles son nuestros "icebergs"?
La revolución tecnológica
Escenario del I+D de defensa
Cantidad de información y velocidad de generación de ésta
Nuevo panorama de actores
Orientación a capacidades y no a sistemas
4

INDICE

1 **Motivación**
- ¿Por qué un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica?

2 **El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica**
- Introducción y funciones del SOPT

3 **Ubicación física y en la organización**
- ¿Cómo contactar con nosotros?

4 **Observatorio Tecnológico de Materiales**
- Política y gestión del I+D de Defensa

5

El SOPT

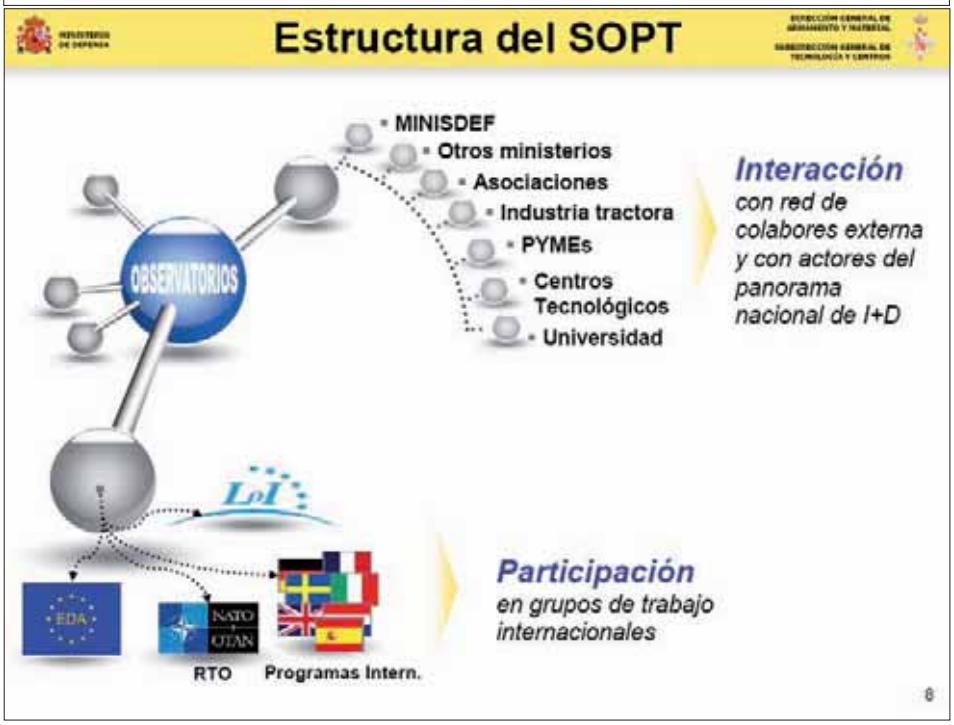
Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (Órgano asesor de la DGAM)

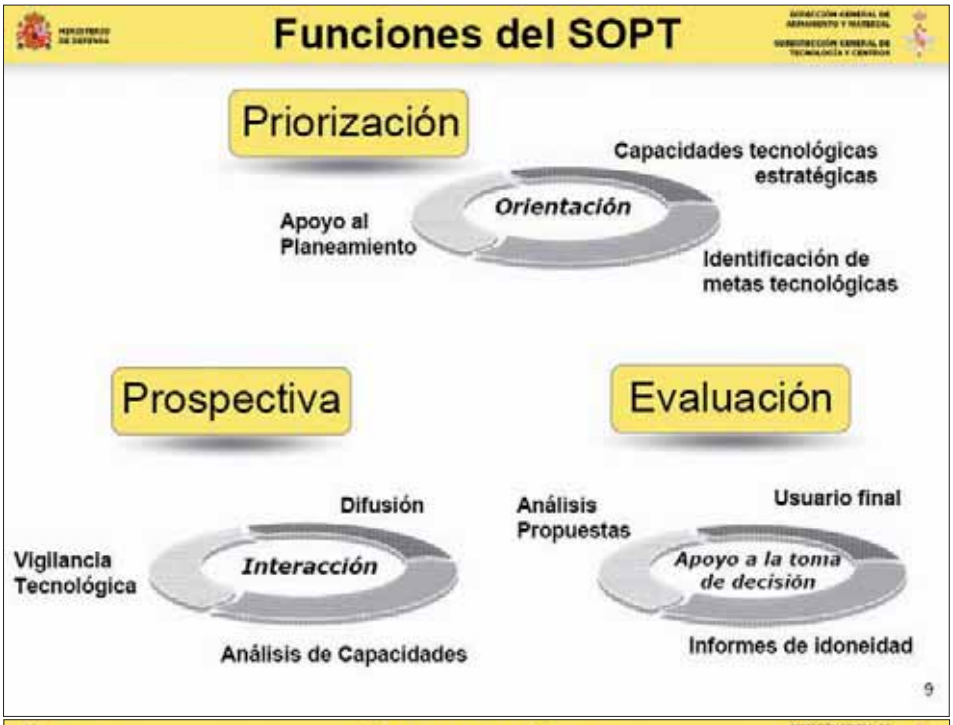
Misiones
- Asesorar en la planificación estratégica de las actividades de I+D
- Asesorar en el proceso de obtención de sistemas

Funciones
- Prospectiva tecnológica
  - Captación y difusión del conocimiento tecnológico de interés para defensa interaccionando con los actores dentro y fuera de Defensa
- Priorización tecnológica
  - Orientación y asesoramiento en la planificación estratégica del I+D
- Evaluación Tecnológica
  - Apoyo en la toma de decisión en el proceso de obtención de sistemas

6

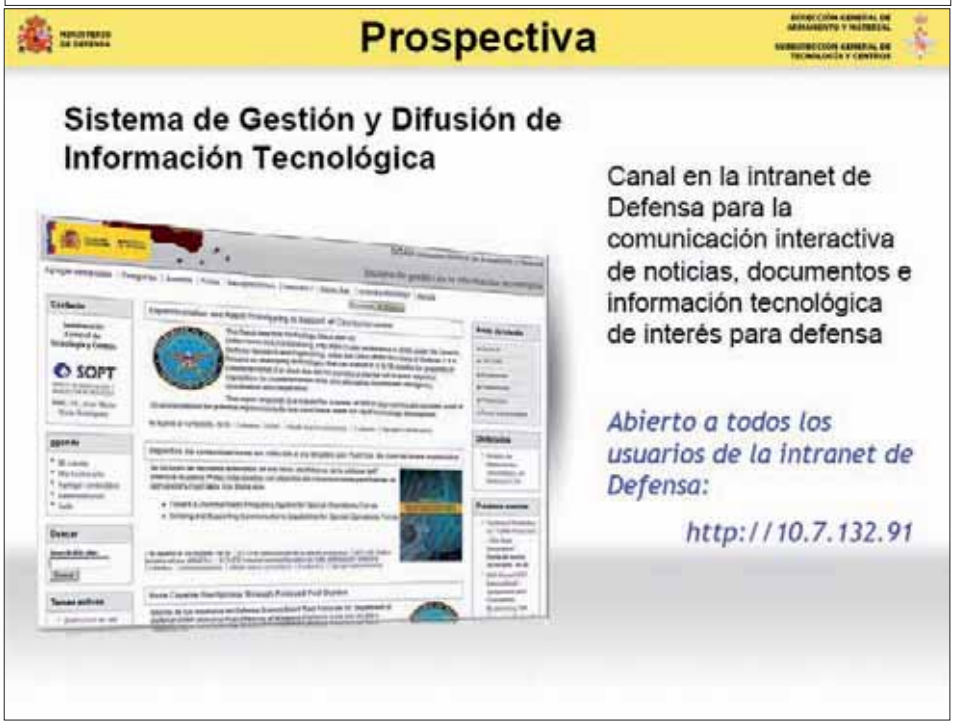
Estructura del SOPT
Red de Observatorios Tecnológicos
de la Subdirección General de
Tecnología y Centros…
OBSERVATORIOS
Armas, municiones, balística y protección
Defensa NBQ
Electrónica
Materiales
Energía y Propulsión
Tecnologías de la información, comunicaciones y simulación
Sistemas terrestres
y navales
Óptica, optrónica y
nanotecnología
UAVs, robótica y sistemas aéreos
más…
7


Estructura del SOPT
MINISDEF
Otros ministerios
Asociaciones
Industria tractora
PYMEs
Centros
Tecnológicos
Universidad
OBSERVATORIOS
Interacción
con red de
colabores externa
y con actores del
panorama
nacional de I+D
LoI
EDA
NATO
OTAN
RTO
Programas Intern.
Participación
en grupos de trabajo
internacionales
8


Funciones del SOPT
Priorización
Capacidades tecnológicas estratégicas
Orientación
Apoyo al Planeamiento
Identificación de metas tecnológicas
Prospectiva
Evaluación
Difusión
Análisis Propuestas
Usuario final
Vigilancia Tecnológica
Interacción
Apoyo a la toma de decisión
Análisis de Capacidades
Informes de idoneidad
9

Prospectiva
Difusión
Interacción
Vigilancia Tecnológica
Análisis de Capacidades
... en torno a 3 presentaciones semanales por parte de Universidad, PYMEs y empresas tractoras...
OTAN RTO SAS
Impact of Potentially Disruptive Technologies
LoI
LoI Disruptive Technology Group
Subdirección General de Tecnología y Centros
C/ Arturo Soria 289
10

Prospectiva
Difusión
Interacción
Vigilancia Tecnológica
Análisis de Capacidades
Univ. Carlos III marzo 2009
Boletín
www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm
11


Prospectiva
Sistema de Gestión y Difusión de Información Tecnológica
Canal en la intranet de Defensa para la comunicación interactiva de noticias, documentos e información tecnológica de interés para defensa
Abierto a todos los usuarios de la intranet de Defensa:
http://10.7.132.91
SOPT

Priorización

Apoyo en la priorización de la componente tecnológica del Planeamiento en Defensa:

- Plan a Largo Plazo de Armamento y Material, PLP-AM 2008
- Plan Director de Armamento y Material, PDAM 2008
- ***Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa, ETID 2009***

Priorización

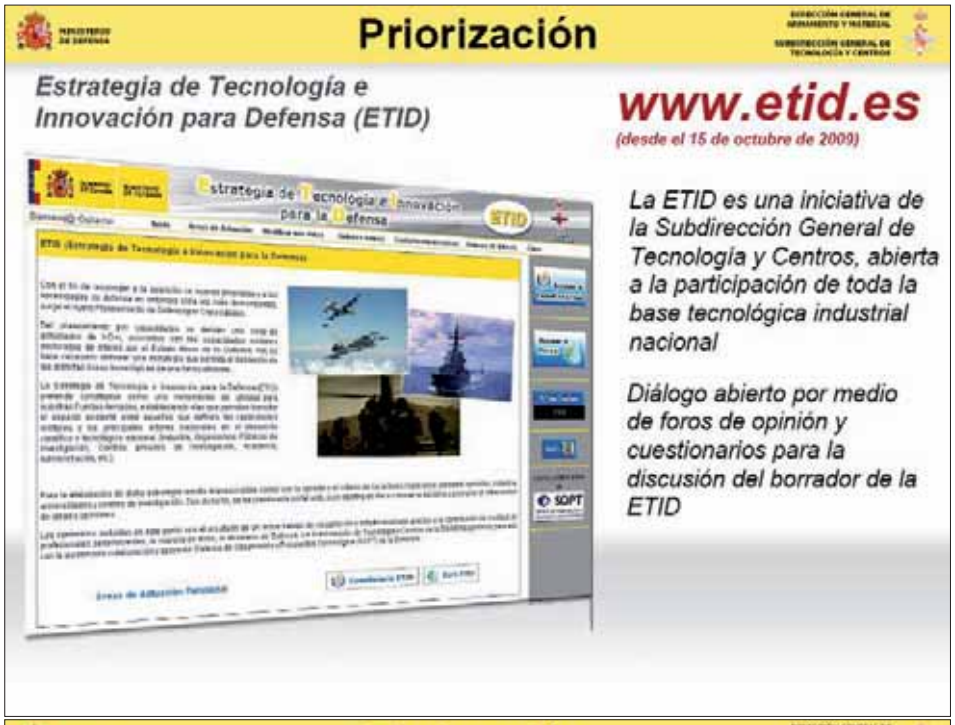
Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa (ETID)

Plan para la consecución de la tecnología asociada específicamente con las Capacidades Militares definidas en el Planeamiento de Defensa

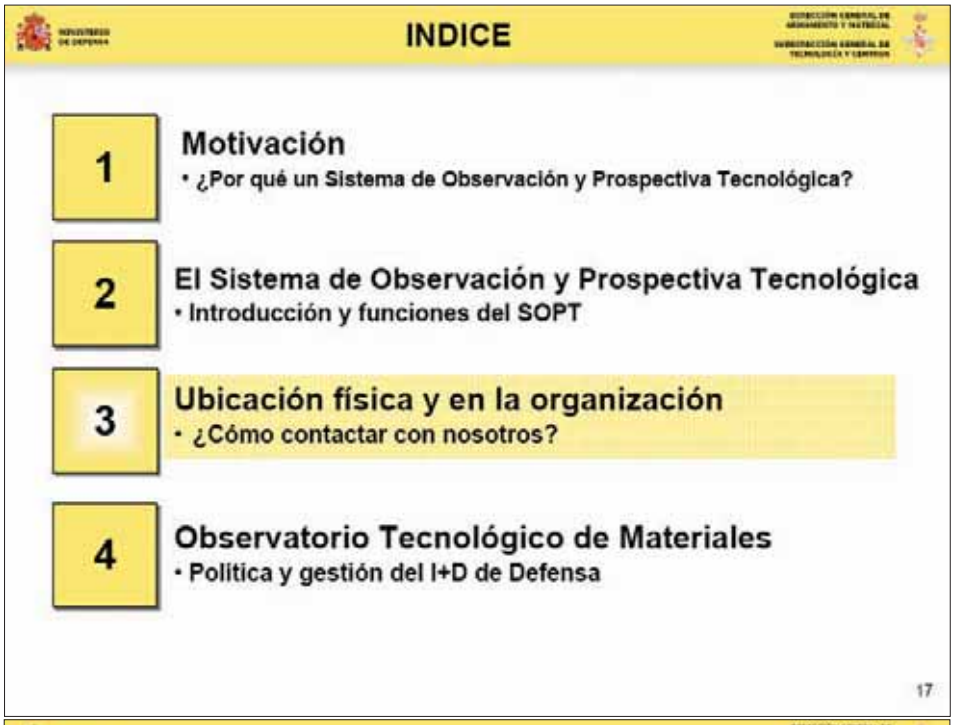
Conjunto de metas tecnológicas

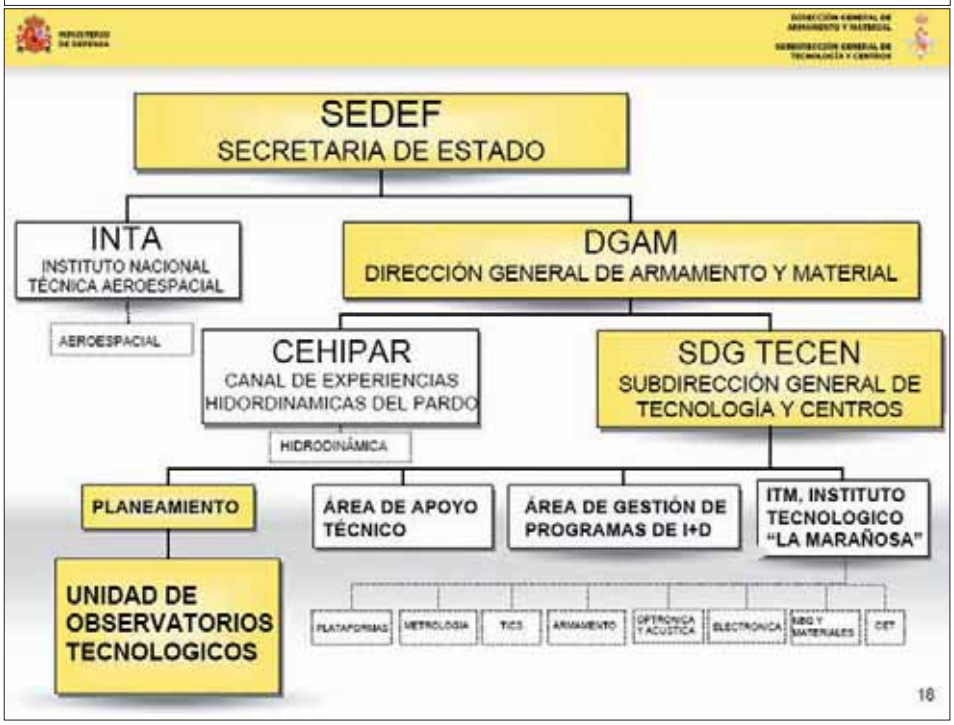
- Sirven de guía para determinar las actividades de I+T necesarias
- Ligan las actividades tecnológicas a la contribución a las capacidades

14


Priorización
Estrategia de Tecnología e Innovación para Defensa (ETID)
www.etid.es
(desde el 15 de octubre de 2009)
La ETID es una iniciativa de la Subdirección General de Tecnología y Centros, abierta a la participación de toda la base tecnológica industrial nacional
Diálogo abierto por medio de foros de opinión y cuestionarios para la discusión del borrador de la ETID

Evaluación
Usuario final
Análisis
Propuestas
Apoyo a la toma de decisión
Informes de idoneidad
Informes de Evaluación Tecnológica:
• Proceso de Obtención de la DGAM
• Propuestas de I+D de la Base Tecnológica Industrial nacional
• Propuestas al Programa Coincidente
• Propuestas de programas en los foros de cooperación internacional. EDA (CAPTECHs), RTO, LOI.
16


INDICE
1
Motivación
• ¿Por qué un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica?
2
El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica
• Introducción y funciones del SOPT
3
Ubicación física y en la organización
• ¿Cómo contactar con nosotros?
4
Observatorio Tecnológico de Materiales
• Política y gestión del I+D de Defensa
17


SEDEF
SECRETARIA DE ESTADO
INTA
INSTITUTO NACIONAL TÉCNICA AEROESPACIAL
DGAM
DIRECCIÓN GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL
AEROESPACIAL
CEHIPAR
CANAL DE EXPERIENCIAS HIDORDINAMICAS DEL PARDO
SDG TECEN
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS
HIDRODINÁMICA
PLANEAMIENTO
ÁREA DE APOYO TÉCNICO
ÁREA DE GESTIÓN DE PROGRAMAS DE I+D
ITM, INSTITUTO TECNOLOGICO "LA MARAÑOSA"
UNIDAD DE OBSERVATORIOS TECNOLOGICOS
PLATAFORMAS
METROLOGIA
TICS
ARMAMENTO
OPTRONICA Y ACUSTICA
ELECTRONICA
NBQ Y MATERIALES
CET
18

Información de contacto

La Red de Observatorios Tecnológicos, núcleo del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Dirección General de Armamento y Material, lo formamos:

Nodo Gestor

- C.F. Ing. José María Riola (jriorod@fn.mde.es)
- David García Dolla (dgardol@oc.mde.es)
- Patricia López Vicente (plopvic@oc.mde.es)
- Sarah Marr (smarext@oc.mde.es)
- Guillermo González Muñoz de Morales (ggonde@oc.mde.es)

Unidad de Observatorios Tecnológicos
Subdirección General de Tecnología y Centros
C/ Arturo Soria 289

19

Información de contacto

La Red de Observatorios Tecnológicos, núcleo del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Dirección General de Armamento y Material, lo formamos:

Armas, Municiones, Balística y Protección
- T.Col. CIP Nicolás Braojos López
- Jorge Lega de Benito

Electrónica
- C.N. Ing. Arturo Montero García
- Yolanda Benzi
- Rabazas, Fernando Iñigo Villacorta;

UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos
- José Ramón Sala Trigueros
- Jesús López Pino

Defensa NBQ
- T.Col. Alfredo Fernández López
- Angélica Acuña Benito

Materiales
- Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo
- Luis Requejo Morcillo

TICs
- Francisco Javier López Gómez
- Fernando Cases Vega

Óptica, Optrónica y Nanotecnología
- Fernando Márquez de Prado Urquía

Energía y Propulsión
- Héctor Criado de Pastors

Sistemas Terrestres y Navales
- Col. CIP Manuel Engo Nogués
- Juan Manuel Acero Gómez

20

INDICE

1 **Motivación**
- ¿Por qué un Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica?

2 **El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica**
- Introducción y funciones del SOPT

3 **Ubicación física y en la organización**
- ¿Cómo contactar con nosotros?

4 **Observatorio Tecnológico de Materiales**
- Política y gestión del I+D de Defensa

21

Observatorio Tecnológico de Materiales

Observatorio Tecnológico de Materiales

- Creado en noviembre 2004
- Coordinador:
  - Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo
    jaguilarp@oc.mde.es
    Tlfno: 91 395 4620
- Técnico Principal:
  - Luis Miguel Requejo Morcillo
    lreqmor@oc.mde.es
    Tlfno: 91 395 4694

22

Observatorio Tecnológico de Materiales

Ámbito Tecnológico

- Materiales Estructurales y Análisis de Efectos Estructurales
- Materiales Relacionados con la reducción de firma (radar, IR, sónica, etc.)
- Medidas de Protección de Plataformas
- Protección Física del Combatiente
- Técnicas y Herramientas de Diseño y Procesos de Fabricación
- Ensayos y Experimentación

Participación en

CAPTECH GEM-01
"Guidance, Energy and Materials"
Materials & Structures

PANEL AVT- RTO
"Applied Vehicle Technology"

23

Observatorio Tecnológico de Materiales

Búsqueda de **soluciones** para resolver las **necesidades tecnológicas** del combatiente:

- Protección balística y NBQ.
- Disminución del peso.
- Suministro de energía fiable e ininterrumpido durante las misiones.
- Regulación térmica (mejora del confort y eficacia del combatiente).
- …etc.

TEXTILES MULTIFUNCIONALES

SFIT (Smart Fabrics / Interactive Textiles)

- Adaptación de la microelectrónica
- Integración de microsistemas (Keypads, displays, antenas, paneles solares, conectores, circuitos integrados …)
- Integración de sensores (Ópticos, térmicos, fisiológicos …)
- …etc.

24

Observatorio Tecnológico de Materiales

ETID - Metas Tecnológicas Relacionadas

PROTECCIÓN NBQ

- **MT4.2.3** Obtener capacidad nacional en protección individual a través de equipos de protección ligeros, confortables y de elevado grado de protección, que no supongan la reducción de la operatividad del combatiente

TECNOLOGÍAS DEL COMBATIENTE

- **MT4.3.1** Aumentar la efectividad del personal desplegado en operaciones en entornos asimétricos a través de la consideración de aspectos relacionados con la ergonomía y los factores humanos
- **MT4.3.2** Mejorar la protección balística mediante la investigación en nuevos materiales (nanoestructurados, autorreparables, biomiméticos, exoesqueletos, tejidos multifunción, etc.)
- **MT4.3.4** Reducir la carga física actualmente transportada por el combatiente reduciendo la dependencia de baterías y aumentando la eficiencia energética de los sistemas

25

MUCHAS GRACIAS

26

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

3. JEFATURA DE APOYO LOGÍSTICO DE LA ARMADA

NECESIDADES DE LA ARMADA
EN EL AREA DE LOS TEXTILES
Mª Mercedes Castells Nat

MISIONES EN EL MAR
HABITUALES / ESPECIFICAS

A33
ESPECIFICAS

AIRE

TIERRA

CADA MISION REQUIERE PRENDAS TECNICAS ESPECIFICAS

CON REQUISITOS BASICOS Y COMUNES SON:

1 Propiedades Físico / Mecánicas (Resistencias, Pilling..)
2 Propiedades Químicas (Composición, Solidez tintes..)
3 Confort (Peso prenda, Aislamiento térmico, Transpiración..)
4 Ergonomía - Diseño
5 Efectividad (Costo / Efecto)

Cubren requisitos Funcionales / Vida útil

CADA MISION REQUIERE PRENDAS TECNICAS ESPECIFICAS

CON REQUISITOS ESPECIFICOS

DEPENDEN DEL LUGAR DE USO Y MISION A CUBRIR

1 Calor / Fuego etc

CON REQUISITOS ESPECIFICOS
2 Condiciones climáticas extrema

CON REQUISITOS ESPECIFICOS
1 Camuflaje

CON REQUISITOS ESPECIFICOS
1 Fauna no habitual

CON REQUISITOS ESPECIFICOS
Habitabilidad (↑ Personal / ↓ Higiene)

¿ QUE NECESITAMOS PARA
UN FUTURO NO MUY
LEJANO?

TECNOLOGIA ESPECIFICA
Visor nocturno
Visor en casco
Chaleco integrado porteequipos y de protección balística
GPS
Cámara infrarrojos / Visor nocturno de puntería
Radio
Microcámara TV
Fusil Hk G43
Ordenador
Sensores fisiológicos
Equipo de última generación

TEJIDOS INTELIGENTES CAPACES DE INCORPORAR:

1 *Sensores que monitorizan constantes vitales y las transmitan al Hospital de campaña*

2 *Medicamentos de liberación localizada. Activados por los sanitarios del hospital de campaña según información recibida del herido en la zona adecuada, tales como:*

Desinfectantes / Antibióticos / Corticoides

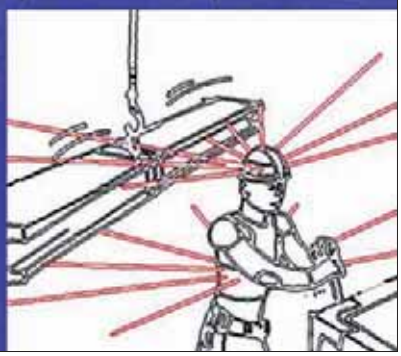
TEJIDOS INTELIGENTES CAPACES DE INCORPORAR:

1 *Sistemas de regulación térmica corporal usuario*

2 *Sistemas de localización rápida de vida ilimitada (lets)*

3 *Radar táctil /Piel extendida, que a través de sensores permita detectar objetos del entorno, que se transmita mediante vibraciones a la superficie del traje y es interpretado por el usuario que lo lleva*

4 *Etc*



EFECTIVIDAD

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

4. OFICINA DEL PROGRAMA COMBATIENTE DEL FUTURO (COMFUT)

MADOC

COMFUT

Programa Combatiente Futuro
JORNADA MONOGRÁFICA MATERIALES TEXTILES
Y TEJIDOS MULTIFUNCIONALES

CORONEL D. José Ramos Barrera — DIDOM/ O.P. ComFut

CAPITÁN D. José Daniel Muñiz — DISA/ O.P. ComFut

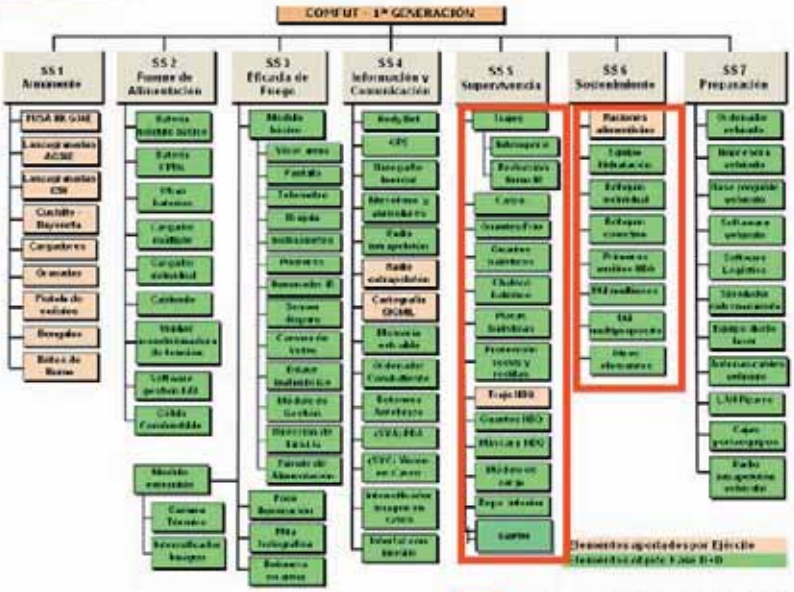
Madrid, 27 Octubre 2009

Objetivo final

- Conseguir un combatiente individual, integrado dentro de un equipo/pelotón, que sea capaz de combatir en el campo de batalla digitalizado en el que operará la Fuerza futura y que, además, lo haga sabiéndose no sólo Plataforma de armas, sino también Sensor de inteligencia y Órgano de adquisición de objetivos.

- Además, el combatiente debe ser capaz de combatir y sobrevivir un entorno de Guerra en Red.

Árbol del producto



Factible se utilizado por el Combatiente actual

Retos

- Los retos más importantes son:
  - Miniaturización
  - Peso: Objetivo <25 Kg en configuración básica.
  - Reducción del consumo energético
  - Ergonomía
  - Electrónica embebida en tejidos
  - Identificación en Combate (CID)
  - Protección lasérica, contra minas e IEDs, acústica y balística

Arquitectura

- ANTERIORES ARQUITECTURAS DEL SISTEMA

Ss 5 - Supervivencia

- PESOS SOLDADO EJERCITO vs SOLDADO COMFUT

COMUNES

SDO. EJÉRCITO	PESOS
Calcetines	0,099
Ropa interior	0,740
Botas de campaña	1,760
Uniforme de campaña	1,315
Casco de combate con funda	1,530
Chambergo	0,145
Bolsa transporte de agua (1,5 l)	2,240
Chaleco antifragmento-antibala	12,000
Portaequipos de campaña	1,460
Útil multiuso con funda	1,430
Herramienta multiuso	0,140
Gafas de protección general	0,032
Guantes de combate	0,180
Mochila de campaña (72 horas)	3,260
Traje de intemperie	2,400
Ración de previsión (diaria)	2,142
Uniforme protección NBQ	2,150
Máscara NBQ con filtro	0,951
Manoplas de descontaminación	0,140
TOTAL:	34,114

SDO. COMFUT	PESOS
Calcetines	0,099
Ropa interior	0,407
Botas de campaña	1,760
Uniforme de campaña	1,315
Casco de combate con funda	1,397
Chambergo	0,145
Equipo de hidratación (1,5 l)	1,900
Chaleco balístico con placas	8,100
Bolsas portaequipos	0,800
Útil multiuso con funda	1,300
Útil multipropósito	0,300
Gafas de protección balística	0,115
Guantes de combate	0,140
Módulo de carga (72 horas)	1,300
Traje de intemperie	2,800
Ración de previsión	2,142
Uniforme protección NBQ	2,150
Máscara NBQ con filtro	0,800
Guantes NBQ	0,140
TOTAL:	27,310
Traje de reducción de firma IR	*0,800*

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

Desarrollados como programas paralelos en la fase de V+D del COMFUT y prototipos de desarrollo de la versión final del D+D del COMFUT.

Documentación disponible para compartir con los Estados Mayores

Protección balística mejorada (chaleco y casco)

Conocimiento de parámetros biométricos por parte del JP

Reducción de la firma IR

BIOSEN

I+D en tejido mimético

peltier
smart fabric
fibras cerámicas

I+D en microclimatización

Sistema de calzado de combate y generador de energía

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

Protección balística mejorada (chaleco y casco)

- Peso del panel:
  - 2050 g
- Superficie de protección:
  - 690 cm^2
- Espesor:
  - 24 mm
- Construcción:
  - Forro: Aramida
  - Protección balística: SiC y Polietileno

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

Protección balística mejorada (chaleco y casco)

- Sistema de sujeción adaptable que permite talla única
- Peso total:
  - 1450 g
- Superficie de protección :
  - 1176 cm^2
- Construcción:
  - Aramida

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
Reducción de la firma IR

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
Reducción de la firma
PATRONES MIMETICOS
PIXELADOS
NATO
Monocolor
MARPAT

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

BIOSEN

Descripción

Conjunto de elementos interrelacionados que contribuyen a proporcionar el conocimiento de las capacidades físicas del soldado permitiendo al Jefe de su unidad determinar el estado físico de los miembros que la componen, pudiendo en su caso solicitar asistencia o evacuación médica.

Desarrollo

Para dotar al combatiente de la mejor solución, tecnológicamente viable, que integre los sensores fisiológicos necesarios es necesario realizar un esfuerzo de:

- Investigación
- Desarrollo
- Integración

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

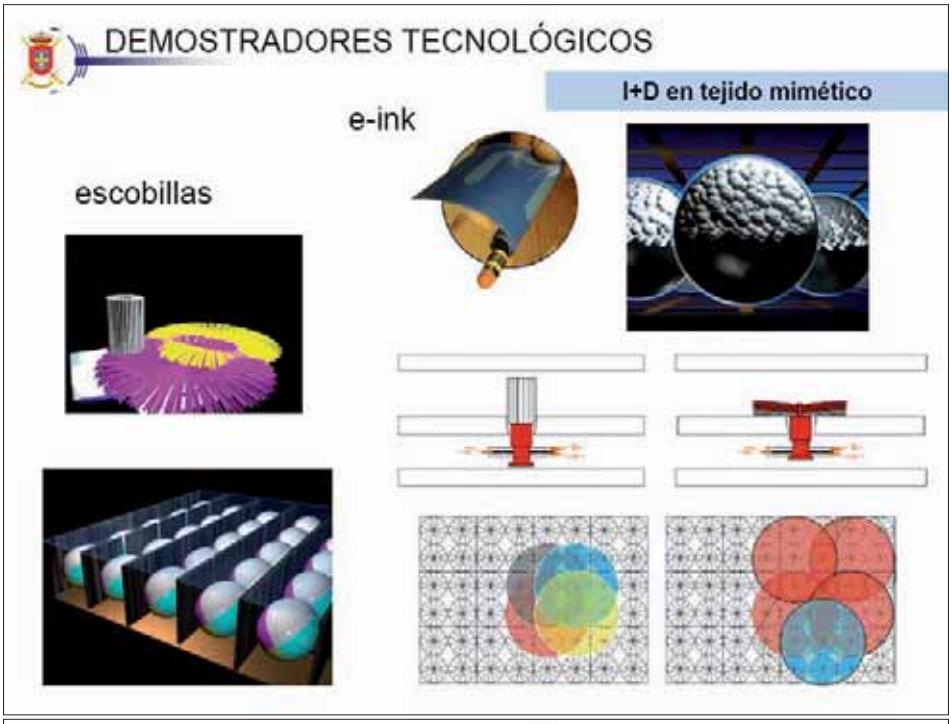
BIOSEN

Sensores

- Sondas ECG para estimación del Ritmo Cardiaco
- Extensímetro para estimación del Ritmo Respiratorio
- Termistor para medida de la temperatura de la piel (no intrusivo)
- Triada de acelerómetros para estimación de la posición y el movimiento

Información resumida

- Ritmo Cardiaco
- Ritmo Respiratorio
- Temperatura de la piel
- Posición
- Movimiento
- Indicador del estado fisiológico
- Alertas y Alarmas (de ritmo cardiaco y respiratorio)


DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
I+D en tejido mimético
e-ink
escobillas

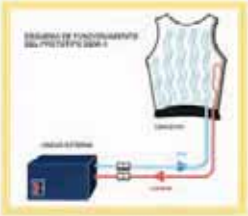
DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
I+D en tejido mimético
Objetivo:
Creación de patrones miméticos que se adaptan al entorno

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

I+D en microclimatización

Descripción

El sistema consiste en un chaleco con tubos de agua. El agua absorbe calor del tórax del usuario y lo intercambia en una unidad externa de intercambio térmico con el aire ambiente.



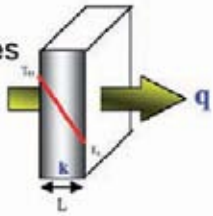
Requisitos iniciales:

- Consumo limitado de energía
- Distribución ergonómica de los elementos que la componen
- Disipación mínima de energía de 150 W en ambiente de 30ºC y 80% HR o 35ºC 50% HR
- Bajo nivel de ruido, vibración y puntos calientes
- Peso limitado a 2kg. Deseable: 1,5kg
- Tensión de alimentación 12 V.

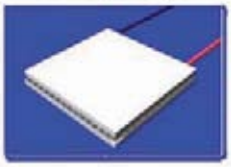
DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

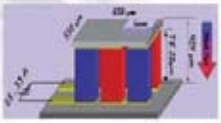
I+D en microclimatización

Aislantes



Células peltier Dt=45-60%





Micro células peltier

Dimensions (mm)

Cold side : 0.65 X 0.55
Hot side : 1.50 X 0.90
Thickness : 0.424

Specifications

Maximum temperature difference: ΔT=70°C
Hot side temperature: 85°C (Target)
Cooling power (ΔT=60°C): 0.3 W

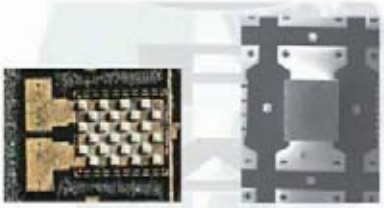
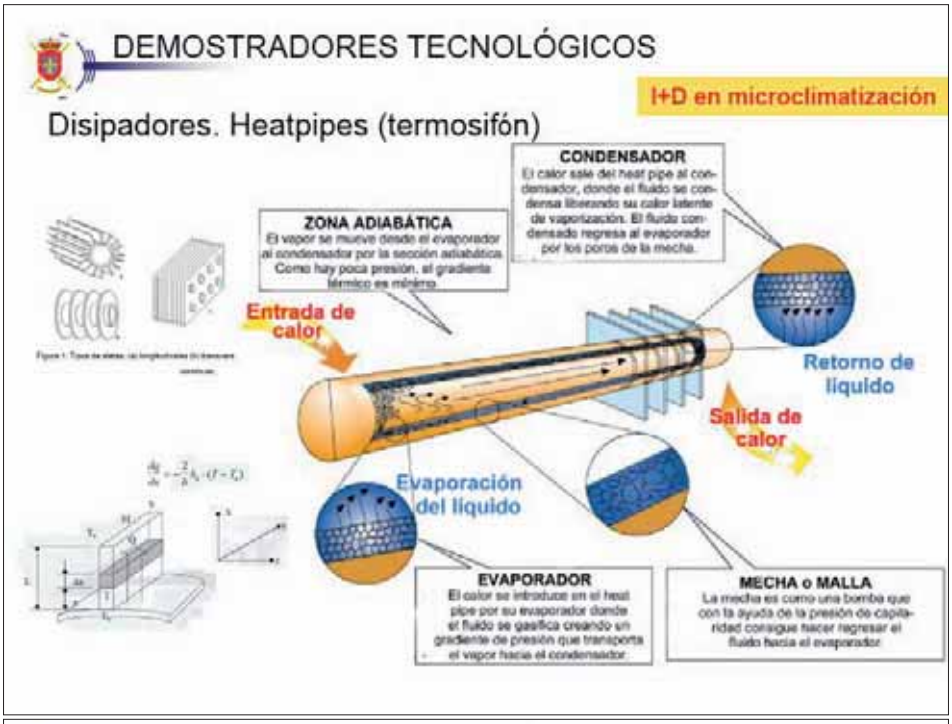


Fig. Microgenerador

Fig. Micro-Peltier

Tamaños de 100μm² a 1mm²


DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
I+D en microclimatización
Disipadores. Heatpipes (termosifón)
CONDENSADOR
El calor sale del heat pipe al condensador, donde el fluido se condensa liberando su calor latente de vaporización. El fluido condensado regresa al evaporador por los poros de la mecha.
ZONA ADIABÁTICA
El vapor se mueve desde el evaporador al condensador por la sección adiabática. Como hay poca presión, el gradiente térmico es mínimo.
Entrada de calor
Retorno de líquido
Salida de calor
Evaporación del líquido
EVAPORADOR
El calor se introduce en el heat pipe por su evaporador donde el fluido se gasifica creando un gradiente de presión que transporta el vapor hacia el condensador.
MECHA o MALLA
La mecha es como una bomba que con la ayuda de la presión de capilaridad consigue hacer regresar el fluido hacia el evaporador

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
I+D en microclimatización
E-textiles, Smart fabric
•Fibra "Stomatex"
•Membranas inteligentes
•"Smart Shirt"
STOMATEX flexible chamber
water
MICROCLIMATE
SKIN
The Smart Schematic
Es una "camiseta inteligente" que integra en su tela delgadas fibras ópticas y sensores que monitorean latidos cardíacos, temperatura y otros signos vitales, que los transmiten al PC de un médico vía inalámbrica.

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

I+D en microclimatización

CT Conductor textil. Características

- **Flexibilidad:** Tiene la misma flexibilidad, en toda su dimensión, que cualquier otro textil de fibra de vidrio.
- **Ultrafino**: entre 0,2 y 1,0 mm.
- **Peso ligero**: dependiendo el grueso del material el peso varía entre 200 y 500 g/m².
- **Durabilidad**: bajo uso normal el textil conductor funcionará por lo menos 20 años (175,000 horas.)
- **A prueba de averías**: los daños mecánicos, tales como un clavo conducido a través del material no tiene ningún efecto.
- **La estructura del textil permite la respiración.**

Fibra de vidrio recubierta de carbono de Ø 10 micrómetros.

CT tejido. Crea conductividad sobre la superficie entera.

Hilado con filamentos de fibra de vidrio carbonizado .

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

I+D en microclimatización

Fibras cerámicas

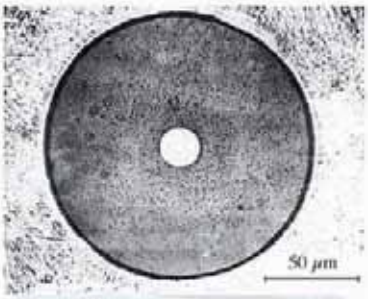


Figura 1. Fibra de boro con núcleo de wolframio

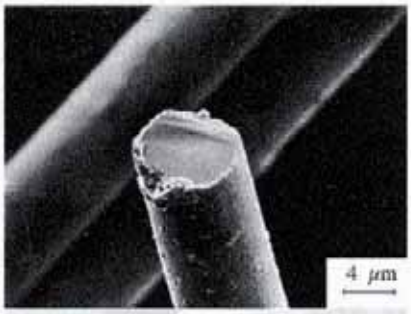
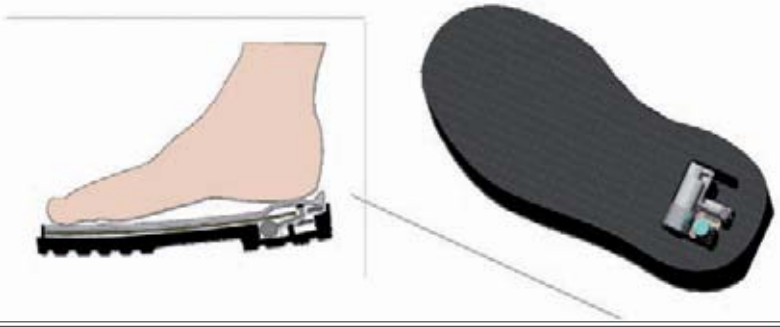


Figura 3. Fibra Tyranno LOX-M

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

Sistema de calzado de combate y generador de energía

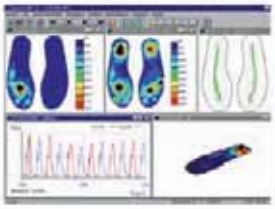
Objetivo:
Proporcionar al combatiente la capacidad de caminar confortablemente al mismo tiempo que le aporta la protección necesaria y la capacidad de producir energía eléctrica para alimentar la fuente de alimentación del ComFut (14,2 VCC)



DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS

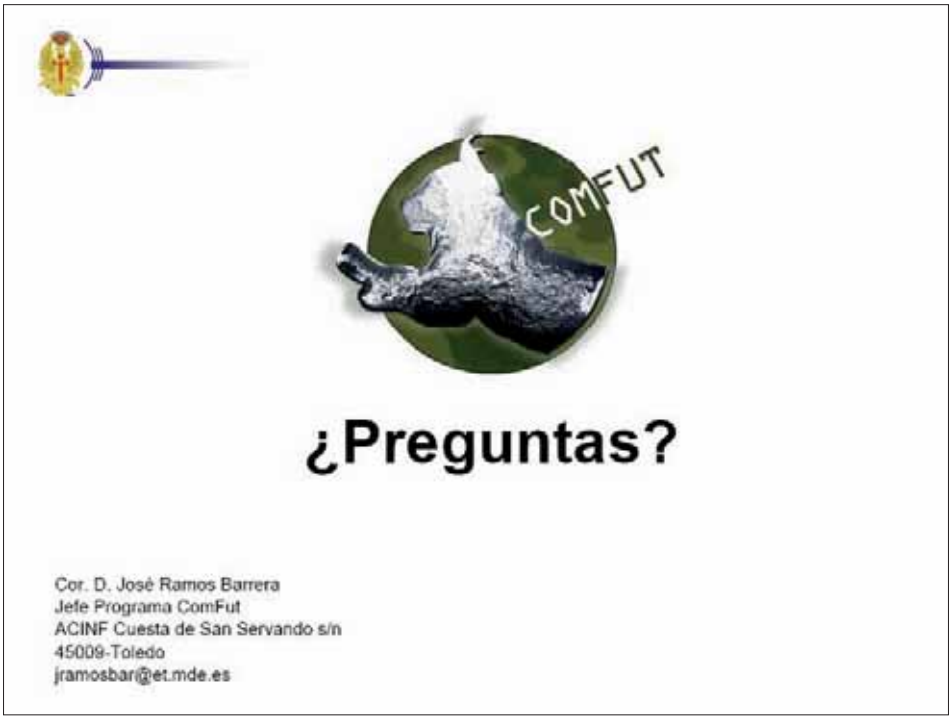
Sistema de calzado de combate y generador de energía

Take Off | First contact in the floor | *Total Contact of the heel* | *Support*



DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS
Sistema de calzado de combate y generador de energía
Set
Electrical Generator
• Generator of electromagnetic induction.
• Voltage Output: 14,4 Volt.

NUEVOS RETOS
Mejora de la protección balística
Protección acústica
Protección lasérica
Protección antiminas e IEDs
Desarrollo de policromía e industrialización del tejido mimético
Miniaturización de microclimatización
Miniaturización e integración ergonómica de los sensores biométricos
Métrica de estrés
Nanotecnologías
Identificación
Firma acústica


COMFUT
¿Preguntas?
Cor. D. José Ramos Barrera
Jefe Programa ComFut
ACINF Cuesta de San Servando s/n
45009-Toledo
jramosbar@et.mde.es

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

5. GRUPO ITURRI

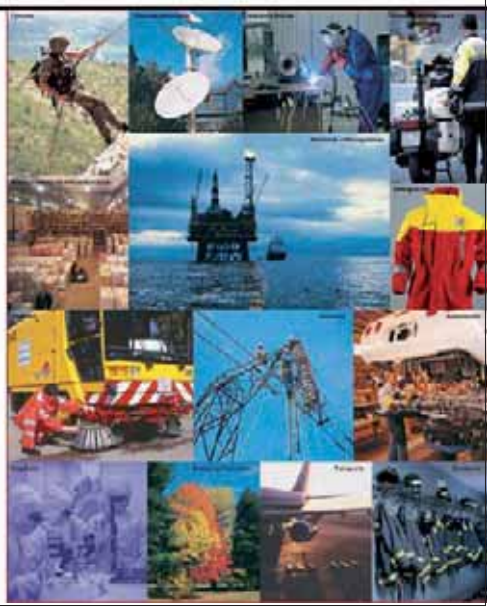
ituzzi
La I+D en los textiles multifuncionales para aplicaciones de protección personal
Carlos Martín Gutiérrez
27 de Octubre 2009
Jornadas sobre textiles multifuncionales.
SOPT

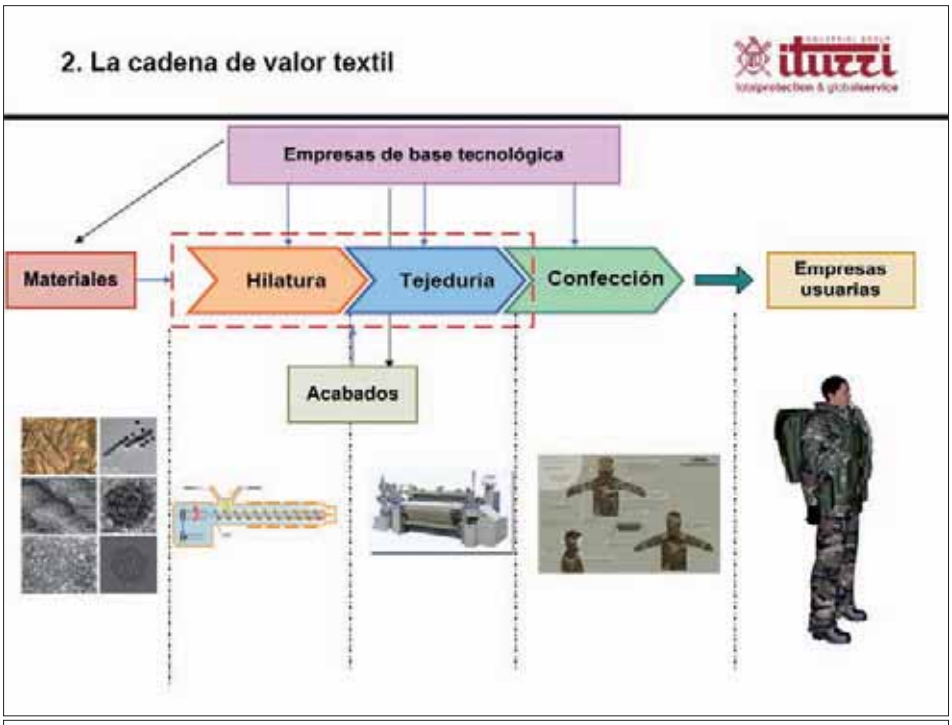
Índice

1. Contexto
2. La cadena de valor textil
3. Enfoque de las actividades de I+D
4. Defensa como motor de innovación
5. Principales barreras
6. Iniciativas emprendidas
7. Conclusiones

1. Contexto

- Consolidación 1ª generación de textiles técnicos.
- Globalización del sector textil.
- Proliferación de normativa, ensayos y certificaciones de calidad.
- Sectores de aplicación. Defensa.
- Desarrollo de tecnologías de aplicación en el textil.
- Desarrollo del textil para aplicaciones deportivas, etc…
- Industria textil española.




2. La cadena de valor textil
Empresas de base tecnológica
Materiales
Hilatura
Tejeduria
Confección
Empresas usuarias
Acabados

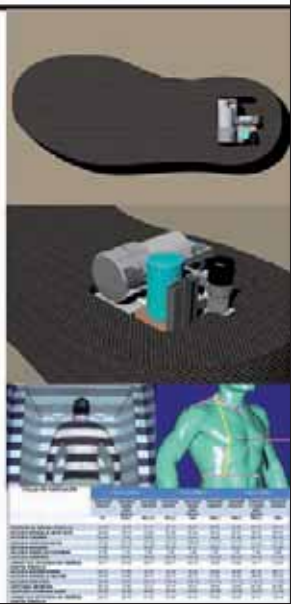
3. Enfoque de las actividades de I+D
• Integración de tecnologías
• Dependencia de aplicaciones
• Coordinación de las tareas de I+D de la cadena de valor
• Coordinación con los Centros Tecnológicos

4. El sector Defensa como motor de innovación textil

- Proliferación de tecnologías que pueden dar lugar a desarrollos de gran interés potencial para aplicaciones de Defensa.
- Naturaleza del sector Defensa, acostumbrado a definir requisitos, verificar desarrollos y validar y caracterizar prototipos muy alineada con la realidad de los proyectos de I+D.
- Medios propios de análisis y ensayos, de caracterización y recursos humanos (pruebas de campo).
- Requisito de multifuncionalidad con necesidad de altas prestaciones a nivel ergonómico y fisiológico. Factor logístico.
- Proyectos a niveles estatales, europeos, etc… de armonización de requisitos, I+D, D+D, etc…

5. Principales barreras

- Avances tecnológicos significativos requieren la coordinación de las actividades de distintas empresas de la cadena de valor.
- Costes y larga duración asociados al I+D textil.
- Integración de tecnologías lejanas al know-how textil.
- Dificultad para armonizar requisitos.
- Bajo nivel de partida de los equipos actuales. Dificultad para definir nuevos conceptos. Costes.
- Antropometría del colectivo.
- Largo plazo para el retorno de la inversión y dificultades para la financiación.



6. Iniciativas emprendidas

•Proyecto AWARE

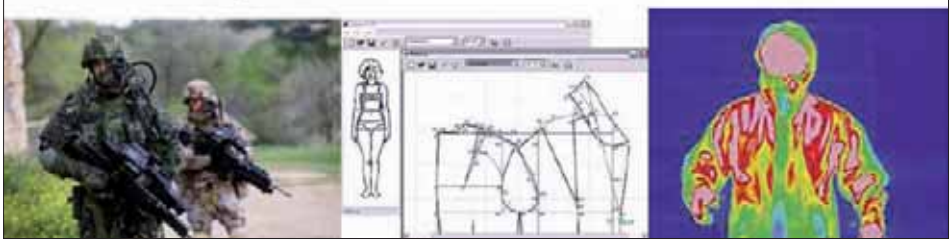
• Proyecto COMFUT (Combatiente del futuro).

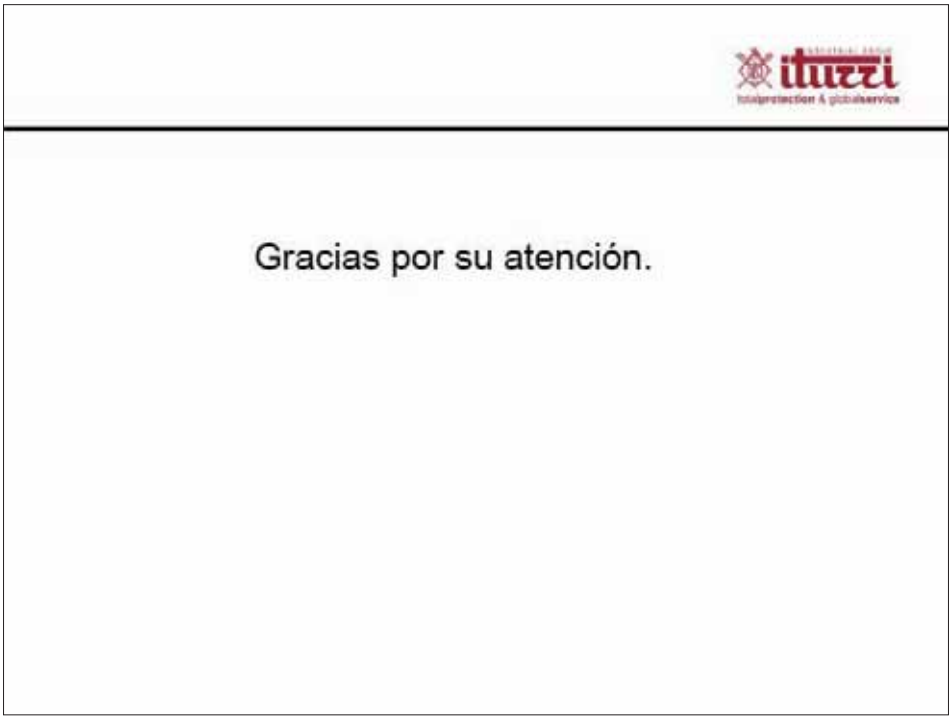
• Proyecto CENIT INFINITEX (Investigación de nuevas funcionalidades e inteligencia implementadas en textiles).

• Proyecto TESS (Textiles embedded sensors for soldier protection).

7. Conclusiones

• Interesante, desde el punto de vista de potencial de avance tecnológico.
• Complejo, desde el punto de vista de coordinación de empresas participantes.
• Multidisciplinar, desde el punto de vista de tecnologías implicadas.
• Difícil, desde el punto de vista de financiación de los proyectos.
• Creciente cantidad de requisitos, necesidades y funcionalidades que cumplir e implementar.
• La antropometría (ergonomía) y prestaciones fisiológicas como propiedades textiles de análisis permanente.




Gracias por su atención.

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

6. GRUPO ANTOLÍN

NANOFIBRAS DE CARBONO DE GRUPO ANTOLIN (GANF) Y SUS APLICACIONES EN DEFENSA
Madrid, 27 de octubre de 2009
I3
Iniciativa
Innovación
Integración
www.grupoantolin.com

ÍNDICE

- NANOFIBRAS Y NANOTUBOS DE CARBONO
- MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE NANOFIBRAS DE CARBONO
- NANOFIBRAS DE CARBONO GANF: ESTRUCTURA, CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
- APLICACIONES EN DEFENSA

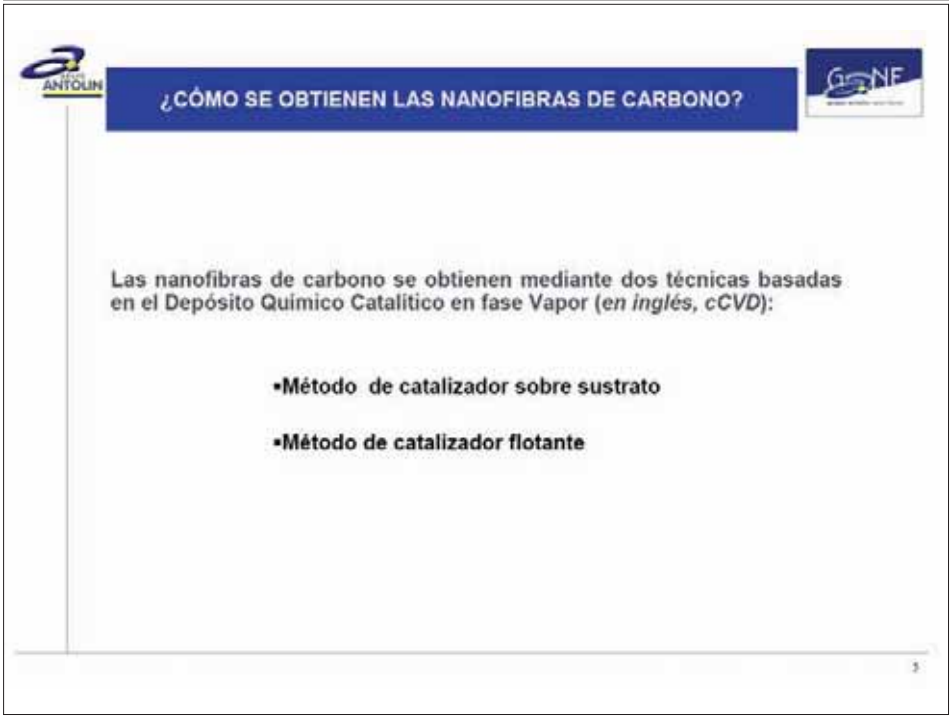
2

NANOFIBRAS DE CARBONO DE GRUPO ANTOLIN (GANF)

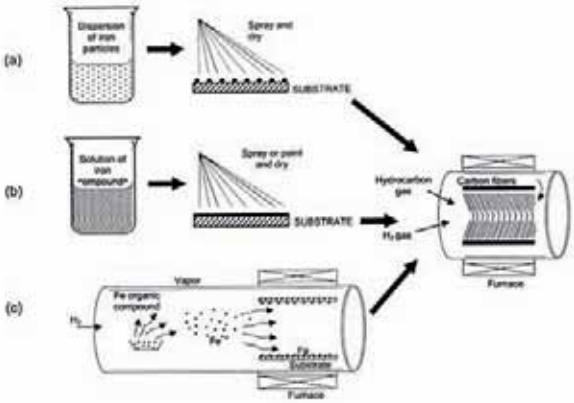
- Grupo Antolin fabrica nanofibras de carbono a escala industrial mediante un proceso continuo basado en la técnica del catalizador flotante
- El método de fabricación desarrollado e implementado por Grupo Antolin permite, al partir de precursores de bajo coste, obtener un producto más barato que el de sus competidores
- La calidad de las nanofibras de carbono GANF fabricadas por Grupo Antolin es excelente

3

NANOTUBOS Y NANOFIBRAS DE CARBONO
platelet
Fullereno
SWNT
CNT
MWNT
Fishbone
ribbon
Stacked-Cup
Helix
CNF
Nanoestructuras fibrilares de carbono

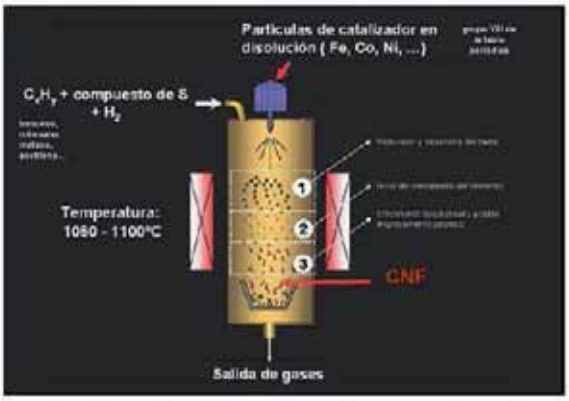

¿CÓMO SE OBTIENEN LAS NANOFIBRAS DE CARBONO?
Las nanofibras de carbono se obtienen mediante dos técnicas basadas en el Depósito Químico Catalítico en fase Vapor (*en inglés, cCVD*):
•Método de catalizador sobre sustrato
•Método de catalizador flotante

MÉTODO DE CATALIZADOR SOBRE SUSTRATO



Método discontinuo, precisa la separación de las nanofibras de carbono del sustrato.

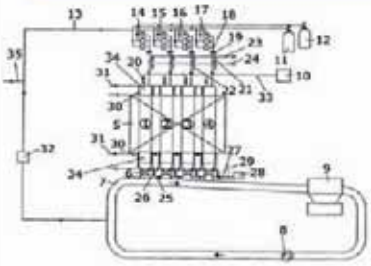
MÉTODO DE CATALIZADOR FLOTANTE



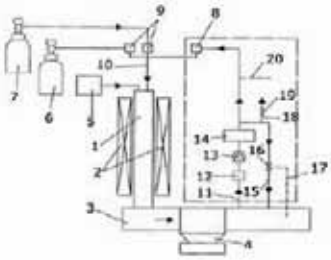
El catalizador se introduce de manera continua en la cámara de reacción.

Los hidrocarburos se descomponen sobre su superficie dando lugar al crecimiento y engrosamiento de las nanofibras de carbono.

PATENTES

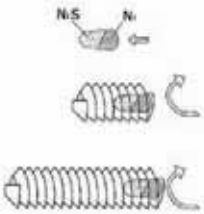


Patente Europea EP1598455A1:
FURNACE FOR THE MANUFACTURE OF CARBON FIBRES, PROCEDURE FOR OBTAINING USING SAID FURNACE AND THE FIBRE THUS OBTAINED



Patente Europea EP1602754A1:
GAS REUSING SYSTEM FOR CARBON FIBRE MANUFACTURING PROCESSES

PATENTES



Patente Europea EP1990449A1:
CARBON NANOFIBERS AND PROCEDURE FOR OBTAINING SAID NANOFIBERS

Solicitud de Patente Europea EP08381013:
PROCEDURE FOR THE ELIMINATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS AND OTHER VOLATILE AND SEMI-VOLATILE COMPOUNDS IN CARBON NANOFIBRES

NANOFIBRAS DE CARBONO DEL GRUPO ANTOLIN (GANF): MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

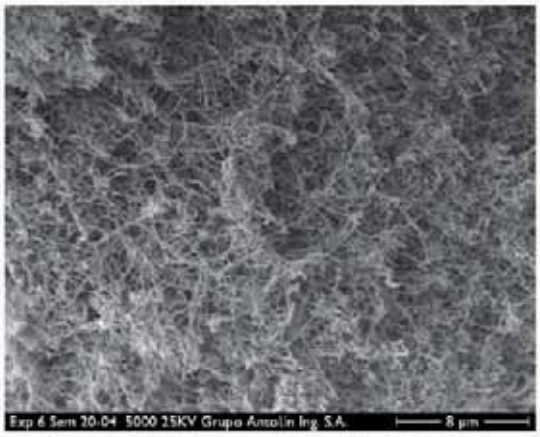
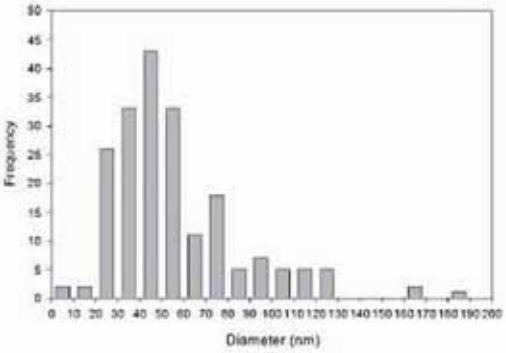


Imagen SEM (Microscopía Electrónica de Barrido)

10

NANOFIBRAS DE CARBONO DEL GRUPO ANTOLIN (GANF): DISTRIBUCIÓN DE DIÁMETROS



Distribución de diámetros de las nanofibras de carbono GANF

11

NANOFIBRAS DE CARBONO DEL GRUPO ANTOLIN (GANF):
MICROSCOPÍA DE TRANSMISIÓN
Imagen TEM (Microscopía Electrónica de Transmisión)
12

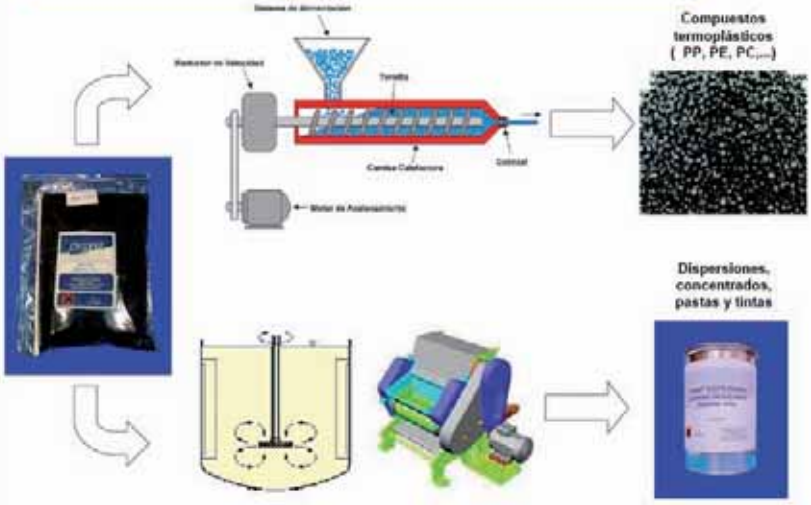
ESTRUCTURA DE GANF
Planos continuos enrollados a lo largo del eje de la nanofibra
Estructura grafítica Helicoidal
Ausencia de carbon amorfo pirolítico
Material altamente grafítico
13

HOJA TÉCNICA DE GANF

PROPIEDAD MEDIDA	UNIDADES	GANF	GANF grafitizada
DIAMETRO (TEM)	nm	20 - 80	20-80
LONGITUD (SEM)	µm	>30	>30
DENSIDAD REAL	g/cc	>1,97	≈2.1
DENSIDAD APARENTE	g/cc	0.060	0.085
ENERGÍA SUPERFICIAL	mJ/m^2	≈100	-
SUPERFICIE ESPECÍFICA (BET-N_2)	m^2/g	150-200	105-115
GRADO DE GRAFITIZACIÓN	%	≈70	≈100
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	Ohm·m	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$
CONTENIDO EN CATALIZADOR	%	6-8	0.1 - 0.2

14

ADECUACIÓN DE LAS NANOFIBRAS DE CARBONO GANF

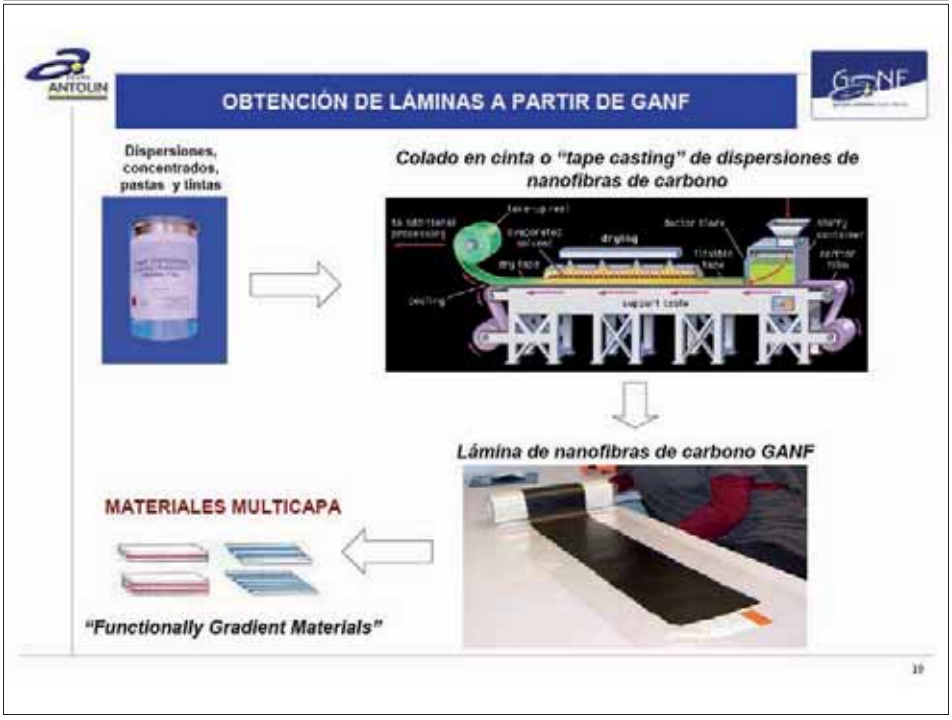


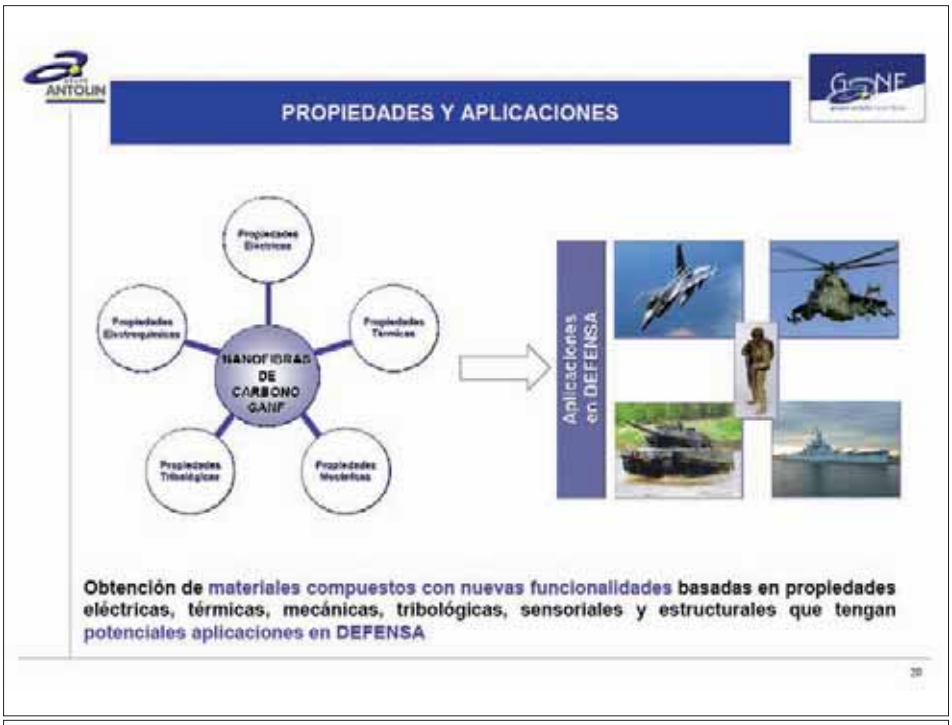
13

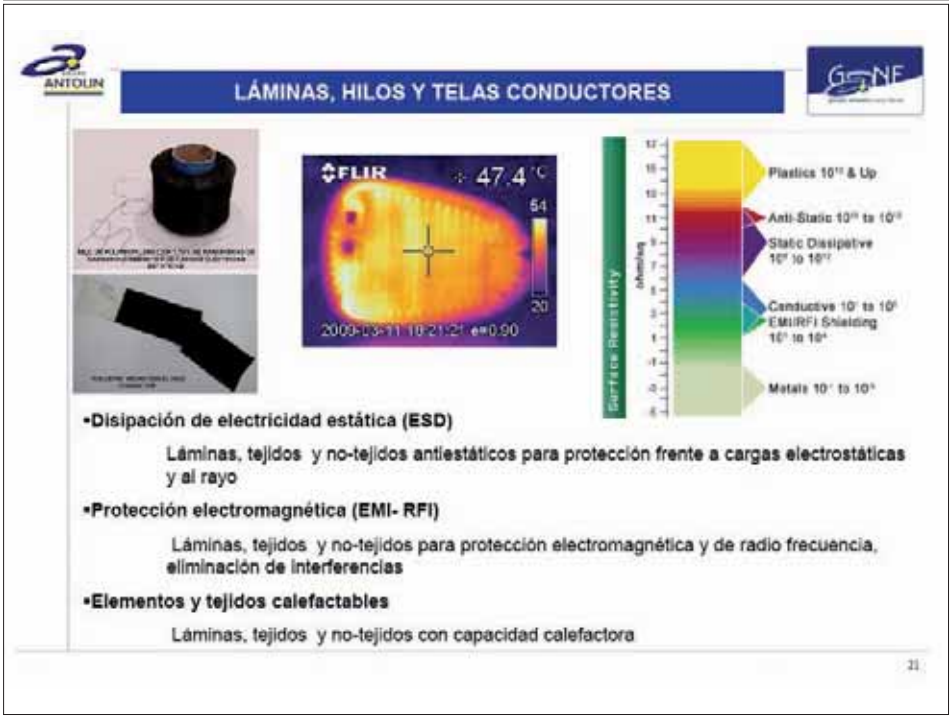
OBTENCIÓN DE HILOS A PARTIR DE GANF
Compuestos termoplásticos
(PP, PE, PC,...)
Polymer Solution
Spinneret
Spinning chamber
In Steam Stretching
Jet Stretching
Coagulation Bath
Hilado de fibras de polímero conteniendo nanofibras de carbono GANF
18

OBTENCIÓN DE HILOS A PARTIR DE GANF
Dispersiones, concentrados, pastas y tintas
Syringe
Needle
Aqueous Polymer Solution
Taylor Cone
High-Voltage DC Power Supply
V
Surface-Coated PEO Microfibers
Less Polarizable Component
More Polarizable Component
Deposited Fiber Mat
Collection Target
SEM Image of Microfibers
Electrohilado de nanofibras de polímeros conteniendo nanofibras de carbono GANF → NO-TEJIDOS
17

ANTOLIN
OBTENCIÓN DE HILOS RECUBIERTOS DE GANF
Dyeing bath (40 °C)
Curing oven (170 °C)
Vibration 200 Hz
Dispersiones, concentrados, pastas y tintas
Ensimajes de hilos poliméricos con tintas conteniendo GANF
Impregnación de hilos con tintas conteniendo GANF
18


ANTOLIN
OBTENCIÓN DE LÁMINAS A PARTIR DE GANF
Dispersiones, concentrados, pastas y tintas
Colado en cinta o "tape casting" de dispersiones de nanofibras de carbono
Lámina de nanofibras de carbono GANF
MATERIALES MULTICAPA
"Functionally Gradient Materials"
19


ANTOLIN
PROPIEDADES Y APLICACIONES
Propiedades Eléctricas
Propiedades Electroquímicas
Propiedades Térmicas
NANOFIBRAS DE CARBONO GANF
Propiedades Tribológicas
Propiedades Mecánicas
Aplicaciones en DEFENSA
Obtención de materiales compuestos con nuevas funcionalidades basadas en propiedades eléctricas, térmicas, mecánicas, tribológicas, sensoriales y estructurales que tengan potenciales aplicaciones en DEFENSA
20

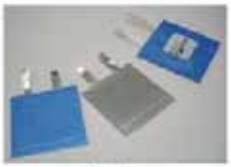

ANTOLIN
LÁMINAS, HILOS Y TELAS CONDUCTORES
FLIR
47.4 °C
54
20
Surface Resistivity
Plastics
Anti-Static
Static Dissipative
Conductive
EMI/RFI Shielding
Metals
•Disipación de electricidad estática (ESD)
Láminas, tejidos y no-tejidos antiestáticos para protección frente a cargas electrostáticas y al rayo
•Protección electromagnética (EMI- RFI)
Láminas, tejidos y no-tejidos para protección electromagnética y de radio frecuencia, eliminación de interferencias
•Elementos y tejidos calefactables
Láminas, tejidos y no-tejidos con capacidad calefactora
21

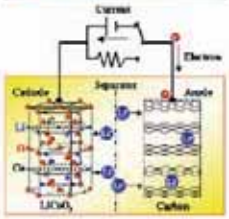
ANTOLIN
PINTURAS y PASTAS ABSORBENTES DE RADAR
Materiales absorbentes de radar (RAM, Radar Absorption Materials) basados en nanofibras y nanotubos de carbono en fase de investigación
Tecnología "stealth"
22

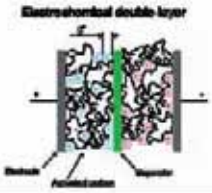
ANTOLIN
TINTAS Y ADHESIVOS CONDUCTORES PARA DESARROLLO DE ELECTRÓNICA SOBRE SUSTRATO FLEXIBLE
Desarrollo de tintas con alta conductividad eléctrica y térmica, y bajo CTE, basadas en nanofibras de carbono
Adhesivos conductores basados en nanofibras de carbono como sustituto de las soldaduras de plomo en circuitos electrónicos flexibles
Serigrafiado de pistas conductoras e integración de la electrónica sobre sustrato flexible o textil
Surface Resistivity
Thickness (Ángstrom)
Thermal Cond. (W/m K)
Nanofiber Loading (WT%)
23

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

- **Desarrollo de baterías de ión litio flexibles** conteniendo **nanofibras de carbono como aditivo conductor**
- Desarrollo de **supercondensadores flexibles** conteniendo nanofibras de carbono como aditivo conductor del carbon activado
- **Desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía híbridos batería/supercondensador**
- **Integración de los sistemas de almacenamiento de energía sobre substratos flexibles**





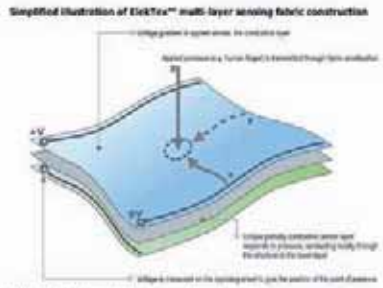


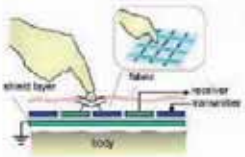
24

SENSORES EN TEXTILES (e-textiles)

- **Sensores resistivos** y **sensores capacitivos**

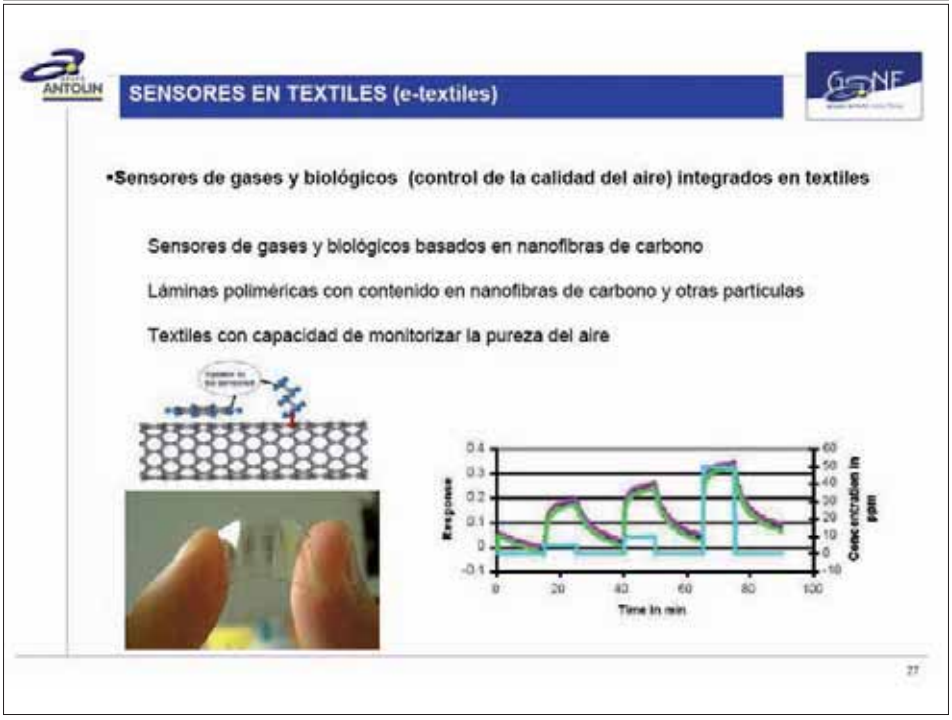
Integración de botoneras en textil con detección de pulsación con o sin contacto, sensores de presión





25

SENSORES EN TEXTILES (e-textiles)
•Sensores piezorresistivos para monitorización de señales vitales, médicas y biomecánicas
Carga
26


SENSORES EN TEXTILES (e-textiles)
•Sensores de gases y biológicos (control de la calidad del aire) integrados en textiles
Sensores de gases y biológicos basados en nanofibras de carbono
Láminas poliméricas con contenido en nanofibras de carbono y otras partículas
Textiles con capacidad de monitorizar la pureza del aire
Response
Concentration in ppm
Time in min
27

FLITROS BASADOS EN NANOFIBRAS DE CARBONO

- **Tejidos filtrantes**

  Limpieza del aire con filtrantes textiles

  Absorbentes con nanopartículas metálicas

  Tejidos y no-tejidos en filtración de líquidos

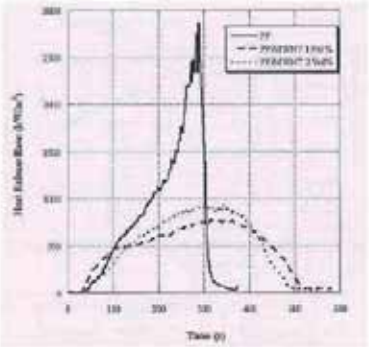
  Filtros conductores para combustibles

  Fibras multicomponentes superabsorbentes

28

PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO

Formulaciones de recubrimientos retardadores de llama conteniendo nanofibras de carbono superan en eficacia a las que contienen nanoarcillas



Al calentar el material se comporta como un gel y los nanotubos de carbono se dispersan a lo largo de la matriz, creando finalmente una estructura de red mecánicamente estable

29

COMPOSITES ESTRUCTURALES

- Mediante la adición de nanofibras de carbono se consiguen incrementos en la rigidez y resistencia a la fatiga de los polímeros
- La optimización de las características superficiales de las nanofibras permite conseguir una buena adhesión a la matriz con el consecuente aumento de propiedades mecánicas

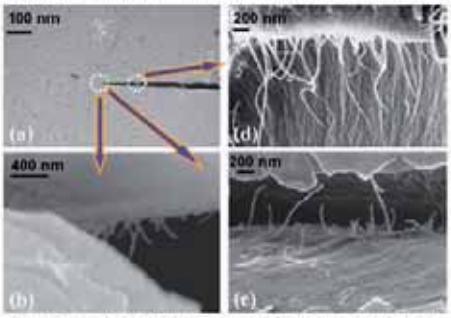
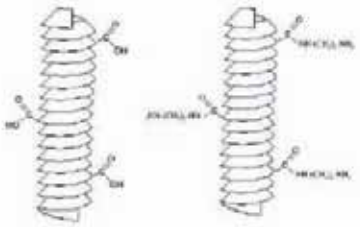


Imagen de una grieta en el material compuesto y cómo los nanotubos refuerzan la grieta mediante mecanismos de crack-bridding y frictional pull-out

Materials Science and Engineering A 494 (2008) 380–384



Funcionalización con grupos oxigenados

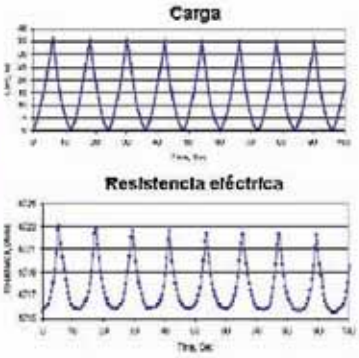
Funcionalización con grupos nitrogenados

COMPOSITES CON MONITORIZACIÓN "IN SITU"

- Monitorización de fallos y comportamiento mecánico por efecto piezorresistivo en tejidos o materiales compuestos

Red nerviosa de la piel
JID (2004) 122, 177–182

Dispersión CNFs



PROTECCIÓN BALÍSTICA

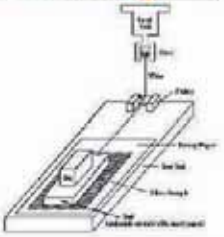
En la actualidad los paneles balísticos actuales están compuestos por fibras de aramida (*Kevlar, Twaron*) o de polietileno (*Spectra, Dyneema*).

Disipado de energía en un chaleco antibala

Se están estudiando nuevos materiales más tenaces (15 veces superiores al de las actuales fibras de aramida), más flexibles y ligeros, basados en matriz polimérica y nanotubos de carbono.

COMPOSITES CON PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS

- Tejidos de fricción con nanofibras para mejora de la resistencia al desgaste
- La nanofibras de carbono proporcionan una buen lubricación sólida, provocando un buen comportamiento tanto de la fricción como del desgaste en los materiales compuestos
- Elevada vida del lubricante
- Su alto módulo elástico hace que al no deformarse, ofrezcan una superficie de contacto mínima



ANTOLIN
EQUIPAMIENTO DEL SOLDADO DEL FUTURO
Core System
Helmet System
Weapon Equipment
Weapon Accessory Equipment
Commander Equipment
Base Station
Textiles multifuncionales con integración de equipos electrónicos
34

NANOFIBRAS DE CARBONO DE GRUPO ANTOLIN (GANF) Y SUS APLICACIONES EN DEFENSA
JORNADA MONOGRAFICA SOBRE MATERIALES TEXTILES Y TEJIDOS MULTIFUNCIONALES
Madrid, 27 de octubre de 2009
I3
Iniciativa
Innovación
Integración
www.grupoantolin.com

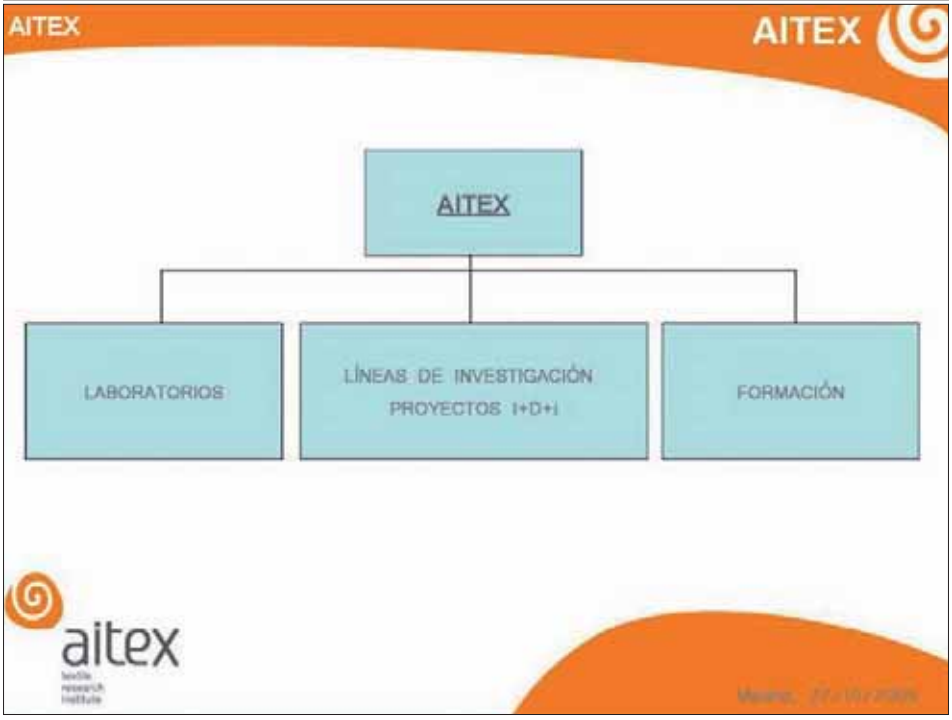
SOPT

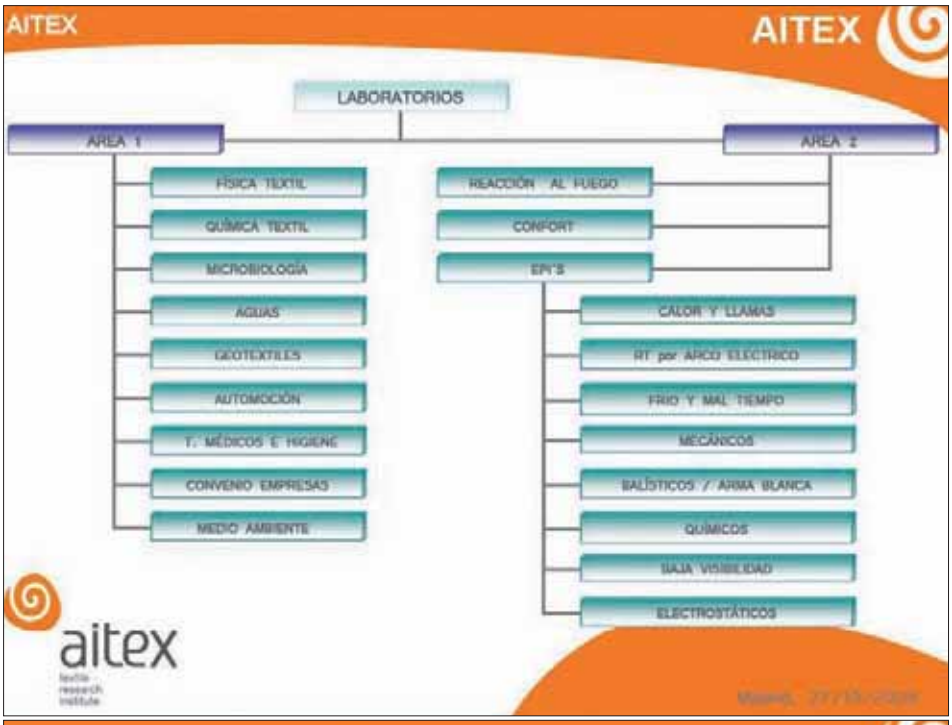
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

7. AITEX

CARACTERIZACIÓN
E INNOVACIÓN EN
CONFORT TEXTIL
aitex
textile
research
institute

AITEX
Instituto Tecnológico de carácter privado sin ánimo de lucro creado en 1985, cuyo objetivo principal es mejorar la competitividad de las empresas, promoviendo acciones de modernización, de introducción de nuevas tecnologías y de mejora de la calidad de las empresas y de sus productos.
DELEGACIONES
NACIONALES
INTERNACIONALES
VALENCIA
ONTENIENTE
CREVILLENTE
GUANGZHOU CHINA
SHANGHAI CHINA
NEW DELHI INDIA
KARACHI PAKISTAN
aitex


AITEX
AITEX
AITEX
LABORATORIOS
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
PROYECTOS I+D+i
FORMACIÓN
aitex


AITEX
AITEX
LABORATORIOS
AREA 1
AREA 2
FÍSICA TEXTIL
QUÍMICA TEXTIL
MICROBIOLOGÍA
AGUAS
GEOTEXTILES
AUTOMOCIÓN
T. MÉDICOS E HIGIENE
CONVENIO EMPRESAS
MEDIO AMBIENTE
REACCIÓN AL FUEGO
CONFORT
EPI'S
CALOR Y LLAMAS
RT por ARCO ELÉCTRICO
FRIO Y MAL TIEMPO
MECÁNICOS
BALÍSTICOS / ARMA BLANCA
QUÍMICOS
BAJA VISIBILIDAD
ELECTROSTÁTICOS
aitex

TEXTILES DE CONFIANZA
Test sustancias nocivas
según Öko-Tex Standard 100
AITEX
made in Green
PPE
UV
PROTECT
40
UV STANDARD 801
aitex

LICITACIONES PÚBLICAS

AITEX basándose en su experiencia en el sector pone a disposición de las diferentes Administraciones Publicas su colaboración en la redacción y asesoramiento de los Pliegos Técnicos y en la valoración técnica de las Licitaciones Publicas que afectan a los materiales textiles, como prendas de vestir, vestuario profesional, ropa de protección, calzado, uniformes, prendas de trabajo, y cualquier otro tipo de materiales textiles.

aitex

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PROYECTOS I+D+I

AITEX

aitex

FORMACIÓN
AITEX
FORMACIÓN
MÁSTER EMPRESARIAL
CURSOS PRESENCIALES
AULA VIRTUAL
CURSOS A MEDIDA
PLANES DE FORMACIÓN
FORMACIÓN TEÓRICA A DISTANCIA
DIPLOMAS Y CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN
DOCUMENTACIÓN Y MATERIAL FORMATIVO
aitex

AITEX
NECESIDAD
DE
CONFORT
aitex

NECESIDAD DE CONFORT

El confort tiene un gran impacto en nuestra eficacia laboral y el sistema de vestimenta influye enormemente en la comodidad a nivel físico y fisiológico

El estudio de la confortabilidad se estudiará bajo dos puntos de vista:

- **FISIOLÓGICO**
- **FÍSICO**

aitex

ESTUDIO FISIOLOGICO DEL CONFORT

En ambientes térmicamente neutros, la termogénesis (M) se equilibra con la termólisis; no se almacena calor ni se pierde y la temperatura corporal se equilibra, es decir:

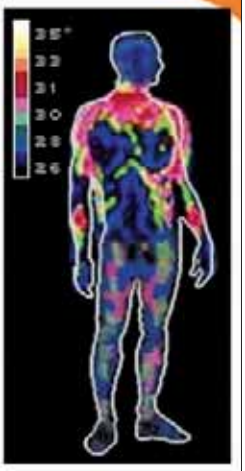
$$M - W \pm R \pm K \pm C \pm RES - E = 0$$

(ISO TR 11079:1993)

En ambientes calurosos o frío, se rompe el equilibrio y es necesaria la actuación de los mecanismos de termorregulación:

VASOCONSTRICCIÓN - VASODILATACIÓN

TIRITEO - EVAPORACIÓN



aitex

EFECTOS DEL ESTRÉS POR CALOR Y TRABAJO EN AMBIENTES CALUROSOS

Durante cualquier actividad, el ser humano genera una cantidad de calor que deberá eliminar para mantener su temperatura dentro del rango en los límites adecuados; es lo que se define como metabolismo basal (M)

Tipo de trabajo	Consumo de oxígeno	Calor generado
Reposo	300 mL/min	56 W / m^2
Trabajo estable	1000 mL/min	170 W / m^2
Trabajo muy fuerte	2300 mL/min	360W / m^2

aitex

ESTUDIO FÍSICO DEL CONFORT

Cuantificación del confort

El usuario, cada vez más exigente, no sólo va a requerir un ajustado aislamiento térmico y una buena transpirabilidad de la prenda, el tejido deberá producirle una buena sensación de tacto a la hora de vestir, y eso implica la mejora de muchas propiedades mecánicas de los tejidos.

Un tejido resulta mas cómodo cuando :

PRESENTA MEJOR "MANO"

PRESENTA MEJOR ERGONOMÍA

aitex

Materiales utilizados para mejorar el confort

aitex

BÚSQUEDA DEL CONFORT

La ropa influye enormemente en la comodidad térmica, ayudando a minimizar la acción de los mecanismos de termorregulación y conseguir así alcanzar de nuevo el equilibrio térmico.

¿Cómo?

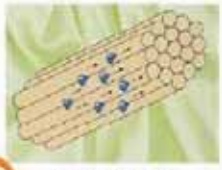
- **CON EL AISLAMIENTO TÉRMICO ADECUADO DE LA ROPA**
- **CON BUENA TRANSPIRABILIDAD QUE PERMITA EL PROCESO DE EVAPORACIÓN DE FORMA CONTINUA**

aitex

FIBRAS

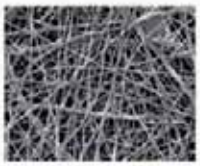
Elevado rendimiento térmico (frío): Fibras

- Las capas de aire, y en particular el aire inmóvil, es lo que proporciona el aislamiento.
- Materiales como guatas/espumas, fibras huecas y multifilamentos tienen la capacidad de almacenar aire.
- Un buen aislamiento en un tejido se consigue con una combinación de entre un 12-20% de fibra y un 80-90% de aire estanco almacenado.



POLIOLEFINAS

FIBRAS HUECAS DE POLIÉSTER

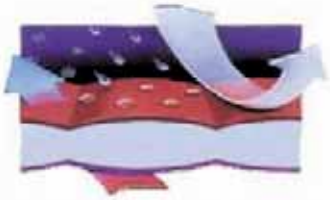


MICROFIBRAS/ NANOFIBRAS

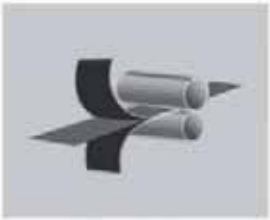
PLUMON

aitex textile research institute

MEMBRANAS



- **Elevado rendimiento térmico (frío): Membranas**



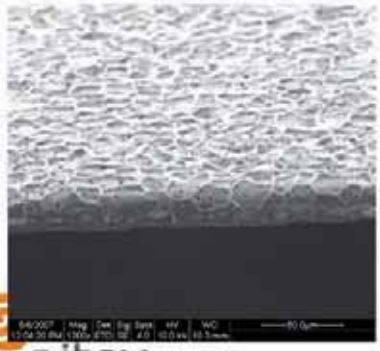
LAMINADAS

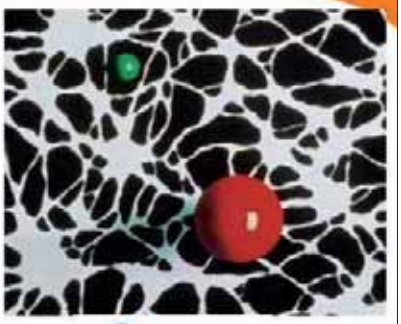
RECUBIERTAS

aitex textile research institute

RECUBRIMIENTOS O LAMINAS MICROPOROSAS

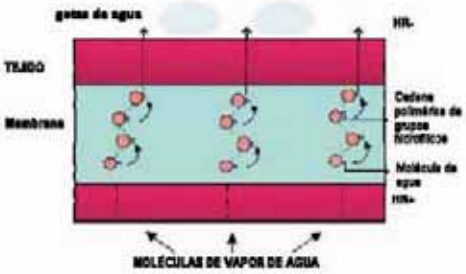
Esto se consigue debido al tamaño de las moléculas de vapor de agua (0.004 μm), respecto a las gotas de agua (100 μm).

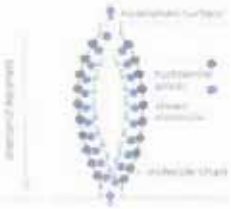




aitex
textile research institute

RECUBRIMIENTOS O LAMINAS HIDROFÍLICAS



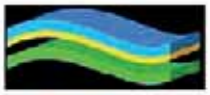


aitex
textile research institute

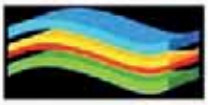
TIPOS DE LAMINADOS

- **Elevado rendimiento térmico (frío): Tipos de laminados:**

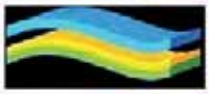
Laminado Directo:



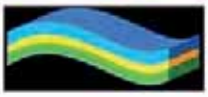
Laminado Insertado:



Forro Laminado:



Laminado en tres capas:



aitex

NUEVAS FIBRAS

- **Elevado rendimiento térmico (frío): Para proteger del frío extremo, actualmente se están utilizando nuevas fibras:**
  - Fibras que irradian en el infrarrojo (incorporando partículas cerámicas al polímero)
  - Fibras reflectantes
  - Fibras que retienen calor a base de reacciones químicas.
  - Fibras que retienen el calor haciendo uso de la energía solar.
  - Materiales de cambio de fase (PCM)

aitex

NUEVAS FIBRAS
Elevado rendimiento térmico (frio): Fibras reflectantes: PLATA
Reflectancia
tiene un valor de reflectancia en el IR mayor del 95%.
Emisividad
tiene uno de los valores de emisividad mas bajos, lo que significa que irradia la energía térmica muy despacio.
BODY HEAT
aitex

Medida de parámetros fisiológicos de confort
aitex

MEDIDA DE LA RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA

UNE EN 31092:1996; Determinación de la resistencia al vapor de agua o transpirabilidad

Equipo: Sweating guarded hotplate (Skin model)

Condiciones de ensayo: Cámara: 35±0.2º C y 40±2%
Plato: 35±0.2º C y 100±2%

Se mantiene una diferencia de presión de un área determinada

$$Ret = \frac{\Delta P \times área}{W}$$

Unidades: $m^2 \times Pa / W$

aitex

MEDIDA DE LA RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA

Como valores orientativos, la siguiente tabla recoge valores de resistencia al vapor de agua y su posible clasificación como materiales transpirables. La tabla queda acotada a **tejidos laminados o recubiertos** y su alcance se basa en estudios de tejidos del mercado y la evaluación subjetiva de los mismos realizada por usuarios de estos tejidos

Ret < 6 m^2 Pa / W	Muy transpirable
Ret < 12 m^2 Pa / W	Transpirabilidad buena
Ret < 20 m^2 Pa / W	Transpirable
Ret =20 m^2 Pa / W	Límite de transpirabilidad

aitex

MEDIDA DE LA RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA

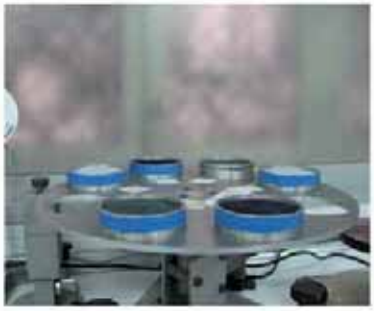
BS 7290:1990; Especificaciones para el cálculo de la permeabilidad al vapor de agua de los tejidos.

Condiciones de ensayo:
20±2° C y de 65±2%

Cálculo
WVP = (24 * M) / (A * t) **g/m²xdia**

Donde:

M; es la masa en gramos evaporada tiempo entre sucesivas pesadas
A; área del tejido en contacto con el tejido



aitex
textile research institute

MEDIDA DE LA RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA

ISO 15496:2004; Medida de la permeabilidad al vapor de agua de los tejidos para el control de calidad

Condiciones de ensayo: 23° C

El tejido se sitúa separando dos disoluciones de naturaleza diferente; un baño de agua a 23° C y una disolución de acetato potásico saturada a 23% HR

Unidades: g/m² x Pa x h

aitex
textile research institute

MEDIDA DE LA RESISTENCIA TERMICA

UNE EN 31092:1996; Determinación de la resistencia al vapor de agua o transpirabilidad

Equipo: Sweating guarded hotplate (Skin model)

Condiciones de ensayo: Cámara: 20±0.2ºC y 65±2%
Plato: 35±0.2ºC

Se mantiene una diferencia de temperatura de un área determinada

$$Rct = \frac{\Delta T \times \text{área}}{W}$$

Unidades: m² x k/w

1 tog = 0,1 m² x k/w

1 clo = 0.645 tog

aitex

MEDIDA DEL INDICE DE TRANSPIRABILIDAD

La relación entre las variables resistencia térmica Rct y transpirabilidad Ret, determinaran uno de los parámetros mas importantes del **confort** de los tejidos

$$I_{mt} = S \cdot R_{ct} / R_{et} \quad \text{(donde S= 60 Pa/K)}$$

aitex

MEDIDA DE LA RESISTENCIA TERMICA

AISLAMIENTO TÉRMICO SOBRE PRENDA: MANIQUÍ TÉRMICO

Norma: UNE EN 342

El aislamiento térmico de la prenda será la propiedad que marcará la elección de un equipo destinado al uso en ambientes fríos.

El ensayo se realiza con un maniquí térmico, y a partir de este valor y recurriendo a las tablas de recomendaciones de uso, se predecirá el tiempo y temperatura a la cual el usuario pueda verse expuesto.

aitex
textile research institute

MEDIDA DE LA RESISTENCIA TERMICA

Medida del aislamiento térmico sobre prenda: Maniquí térmico

Aislamiento térmico efectivo resultante I_{cler}

Se puede utilizar ropa interior tipo B, R o C. En el informe y etiquetado, deberá especificarse la ropa interior utilizada. Ensayo del maniquí en movimiento.

Aislamiento m^2K/W	Trabajo suave 8 horas de exposición	Trabajo suave 1horas de exposición	Trabajo medio 8horas de exposición	Trabajo medio 1horas de exposición
0.310	-1	-15	-19	-32
0.39	-8	-25	-28	-45
0.47	-15	-35	-38	-58
0.54	-22	-44	-49	-70
0.62	-29	-54	-60	-83

aitex
textile research institute

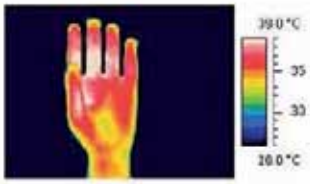
MEDIDA DE LA RESISTENCIA TERMICA

AISLAMIENTO TÉRMICO SOBRE GUANTE: MANO TÉRMICA

Norma: UNE EN 511

Los guantes utilizados en ambiente fríos requiren de un tratamiento especial por tratarse de extremidades susceptibles a sufrir más riesgos de congelación.

La medida del aislamiento térmico para guantes se realiza con el equipo mano térmica, que presenta los mismos fundamento teóricos que el equipo maniquí térmico



aitex

OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE AGUA

Norma: UNE EN 20811

La presión hidrostática soportada por un tejido nos proporciona una medida de su resistencia al paso del agua a través del tejido.

Paso del agua a través del tejido y sobre la superficie del tejido se encuentran 3 gotas se anota el resultado en cm/H2O.

aitex

OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PERMEABILIDAD AL AIRE
Norma: UNE EN 9237

La permeabilidad al aire es la velocidad del flujo de aire que pasa perpendicularmente a través de una probeta, en condiciones especificadas de superficie de ensayo, caída de presión y tiempo (mm/sg).

aitex

OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

DUCHA BUNDESMANN
Norma: UNE EN 29865

Su objeto es la determinación de la impermeabilidad de tejidos textiles mediante una ducha que simula la lluvia, conocido como el método Bundesmann. El ensayo puede utilizarse con el fin de valorar la efectividad de los procesos de acabado para proporcionar impermeabilidad a los tejidos.

Durante 10 minutos sobre las probetas de ensayo se simula una lluvia artificial, transcurrido este tiempo se realizan tres valoraciones sobre las probetas.

- Capacidad de Absorción
- Aspecto
- Paso de Agua

aitex

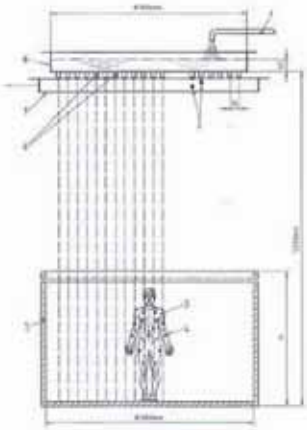
OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

ROPA DE PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA

Norma: UNE EN 14360

Reproduce lluvia con gotas de un diámetro determinado y un caudal fijo y controlando; 1000 gotas/m^2 con un caudal total de 450 l/m^2.

Se trata por tanto de un ensayo agresivo que determinará perfectamente la estanqueidad de las prendas finalizadas.



aitex

OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

TUNEL DE VIENTO

Ensayos relacionados con la medida del confort podrán realizarse en condiciones de viento extremas.

Se pueden alcanzar velocidades de aire de hasta 10 m/s (aprox. 40 Km/h), por lo que los resultados de los ensayos, aunque fuera del alcance de muchas normas, reflejarán comportamientos en situaciones reales.

aitex

OTROS EQUIPOS DE MEDIDA

MEDIDA DE CARGAS ELECTROSTÁTICAS
Norma: UNE EN 1149

La acumulación de cargas electrostáticas producen estrés en las personas.

aitex
textile research institute

Medida de parámetros físicos de confort

aitex
textile research institute

MEDIDA DE LA "MANO" DE UN TEJIDO

La calidad final de un tejido depende:

- Aspecto,
- Propiedades mecánicas
- Propiedades de valor añadido (antiácaro, solidez, protección UV, ...)
- **Propiedad del tacto del tejido**

El profesor Kawabata (Universidad de Kyoto), propuso una concepción sobre la concepción del tacto de los tejidos según las hipótesis siguientes:

- Una persona juzga 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.

aitex

MEDIDA DE LA "MANO" DE UN TEJIDO

El Kawabata Evaluation System, KES es un sistema que permite detectar cuantitativamente y de modo objetivo el tacto de un tejido a partir del análisis de un conjunto de variables físicas.

El KES es un sistema de experimentación formado por una serie de módulos mediante los cuales se pueden medir las siguientes propiedades mecánicas:

- Tensión y Cizallamiento
- Flexión o doblado
- Compresión
- Superficie

aitex

MEDIDA DE LA "MANO" DE UN TEJIDO

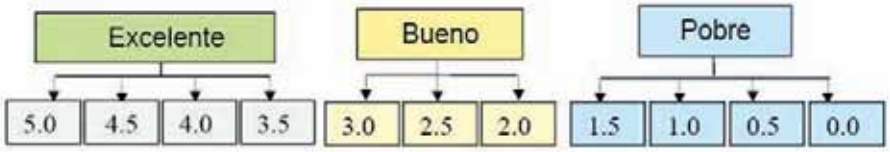
A partir de los resultados obtenidos en los cuatro equipo que constituyen el Kawabata se estraen unos valores llamados como "Primary Hands", cuyo valor en función de los resultados se clasifica de la siguiente forma:

Muy alto	≥ 10
Alto grado	9 –8 –7
Grado medio	6 –5 –4
Bajo	3 –2 –1
Muy bajo	≤ 0

aitex

MEDIDA DE LA "MANO" DE UN TEJIDO

La combinación de estas variables se puede obtener un parámetro que mediante un único valor representa 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 5 primeros PRIMARY HANDS



aitex

AITEX, centro de investigación e innovación, y servicios técnicos avanzados para los sectores textil, confección y textiles técnicos
aitex
instituto tecnológico textil
Madrid, 27/10/2009

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

8. CETEMMSA

CETEMMSA: I+D+i
SOPT, Jornada monográfica sobre materiales textiles y tejidos multifuncionales 27-10-2009
CETEMMSA
TECNIO

CETEMMSA

Misión:

*Nos dedicamos a **transferir** tecnología y conocimiento a organizaciones y empresas para mejorar su **competitividad** a través de la **innovación**.*

Visión:

*Ser un centro de **investigación aplicada** de referencia internacional.*

Objetivo:

*Dinamizar, desarrollar y potenciar el mercado de **Objetos inteligentes**.*

Triple visión

NEGOCIO

- Innovación tecnológica orientada a mercado
- Nuevos modelos de negocio base tecnológica

TECNOLOGÍA

- Cruce de Tecnologías de diferentes campos
- Amplia base conocimiento

PRODUCCIÓN

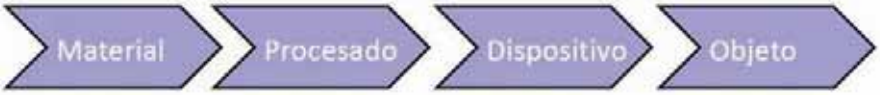
- Prototipaje rápido
- Implementación en producción

I+D+i: Qué hacemos?

- Partiendo de Materiales Inteligentes, desarrollamos dispositivos para integrarlos en Objetos Inteligentes.

CETEMMSA

Cadena de Valor "I+D+i"



CETEMMSA

I by Cetemmsa CETEMMSA I+D+i

Algunas actividades en Printed Electronics

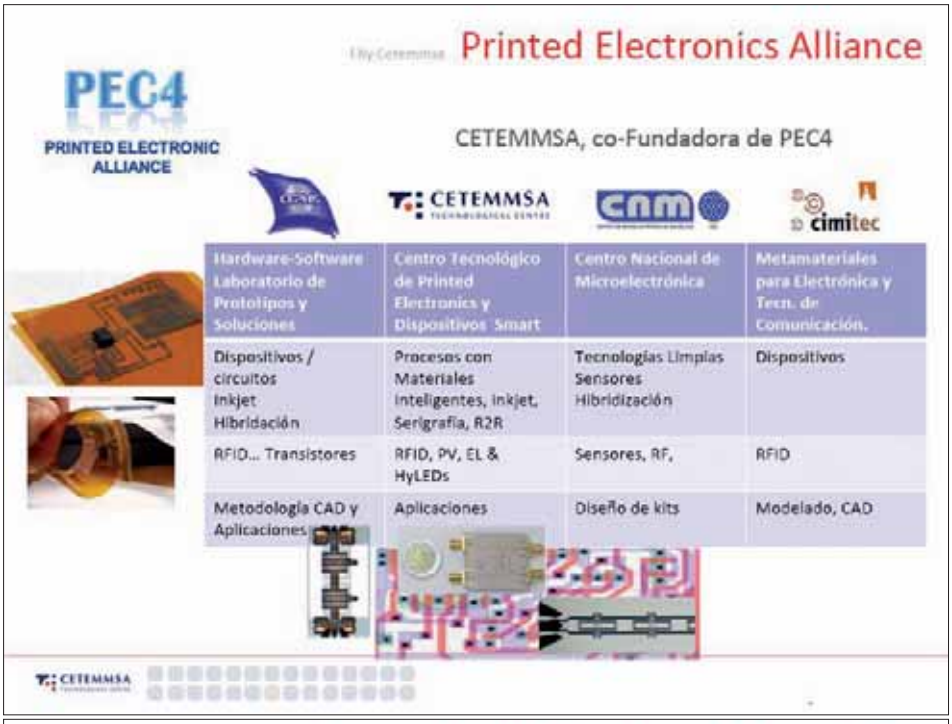
I by Cetemmsa Printed Organic Electronics

CETEMMSA es miembro de la OE-A

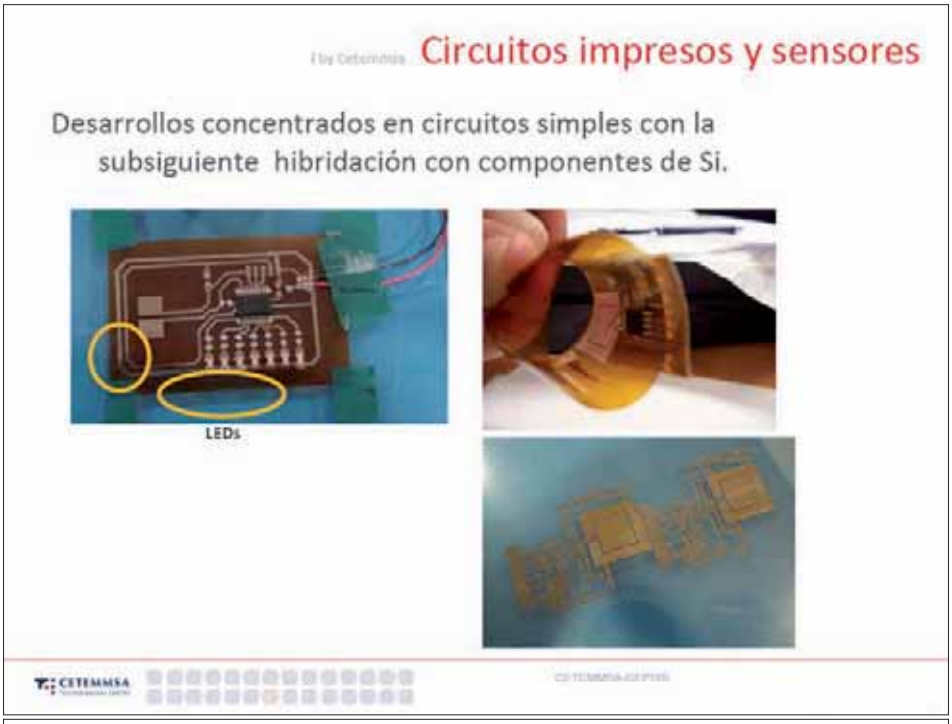
Member of oe-a Organic Electronics Association

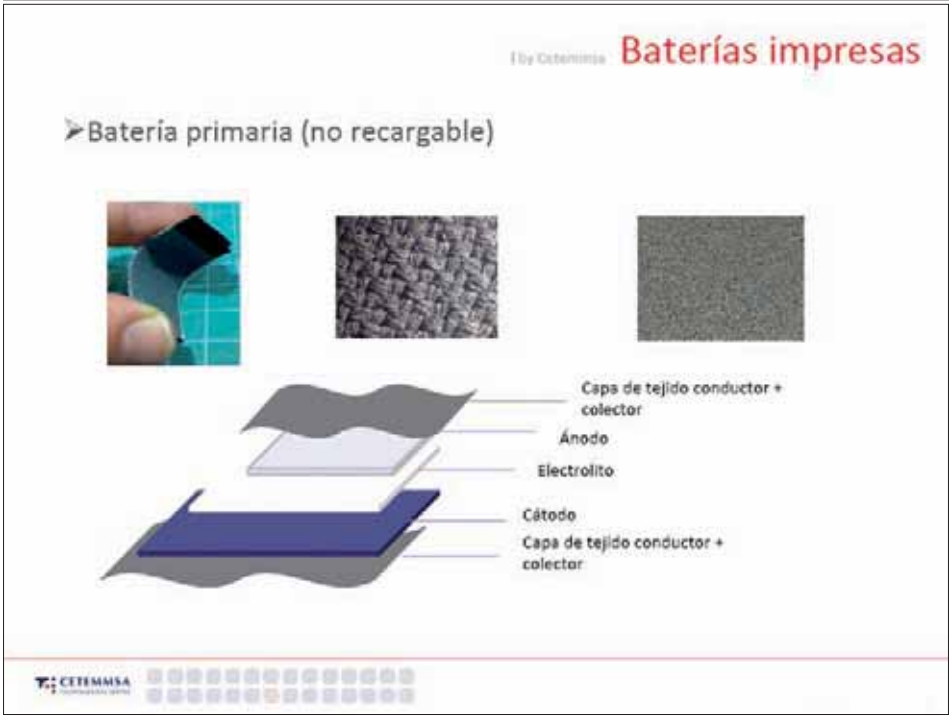
Y colabora en el grupo de Tejidos inteligentes:

- CEA-Liten, U Ghent, Sofileta, Cetemmsa
- Definición de la hoja de ruta de *smart textiles*


Printed Electronics Alliance
PEC4
PRINTED ELECTRONIC ALLIANCE
CETEMMSA, co-Fundadora de PEC4
CETEMMSA
cnm
cimitec
Hardware-Software Laboratorio de Prototipos y Soluciones
Centro Tecnológico de Printed Electronics y Dispositivos Smart
Centro Nacional de Microelectrónica
Metamateriales para Electrónica y Tecn. de Comunicación.
Dispositivos / circuitos Inkjet Hibridación
Procesos con Materiales Inteligentes, Inkjet, Serigrafía, R2R
Tecnologías Limpias Sensores Hibridización
Dispositivos
RFID... Transistores
RFID, PV, EL & HyLEDs
Sensores, RF,
RFID
Metodología CAD y Aplicaciones
Aplicaciones
Diseño de kits
Modelado, CAD
CETEMMSA

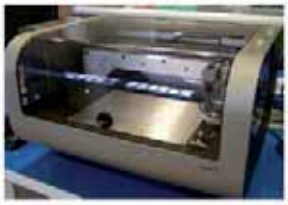
Impresión de EL sobre tejidos o film polimérico
Electroluminiscencia, ¿Porqué?
Alta estabilidad atmosférica, robustez respecto a OLEDs
Substratos: Hojas plásticas comerciales, tejido de poliamida, cerámica, metales.
Tintas: comerciales
CETEMSA
CENTER
CETEMMSA


Circuitos impresos y sensores
Desarrollos concentrados en circuitos simples con la subsiguiente hibridación con componentes de Si.
LEDs
CETEMMSA


Baterías impresas
Batería primaria (no recargable)
Capa de tejido conductor + colector
Ánodo
Electrolito
Cátodo
Capa de tejido conductor + colector
CETEMMSA

Printed Electronics, otros desarrollos

- Desarrollo de **LEDs híbridos** (org / inorg) : impresión con inkjet
- **OLED** (spin coating, Thermal evaporation): posterior desarrollo con inkjet
- Componentes electrónicos sencillos (sensores de presión, de condensación, diodos)
- Biosensores

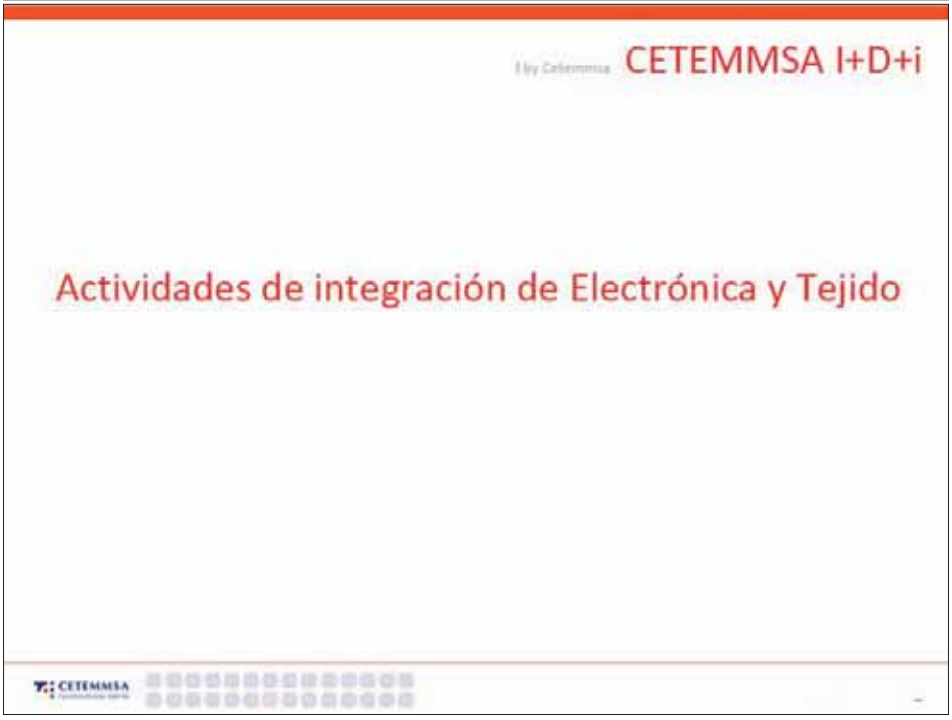


CETEMMSA

Instalaciones I+D

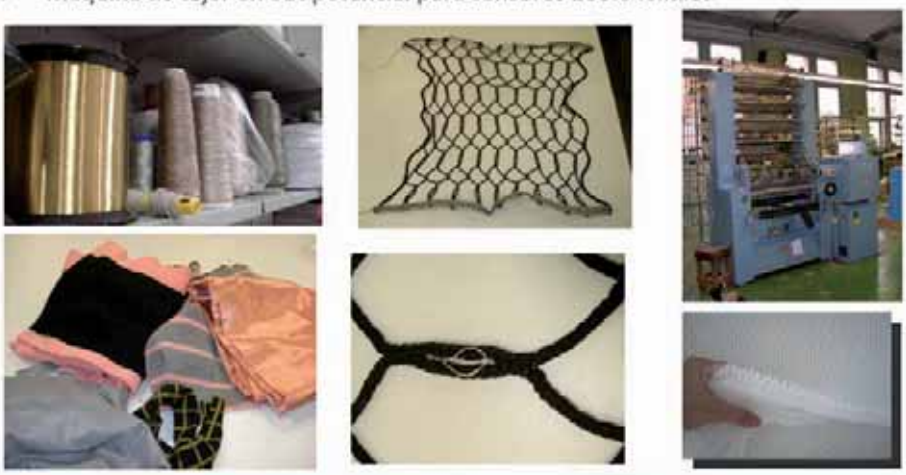
CETEMMSA

DEPHOTEX
Células fotovoltaicas impresas
Proyecto EU liderado por Cetemmsa. 4,3 M€, co-financiado por la EC
Aplicación: transporte, toldos, cubiertas edificios, tiendas de campaña...
DEPHOTEX
Development of Photovoltaic Textiles based on novel fibres
www.dephotex.com
CETEMMSA
TECHNOLOGICAL CENTRE
CENTRO RICERCHE FIAT
cener
UNIVERSITÄT WÜRZBURG
CETEMMSA


CETEMMSA I+D+i
Actividades de integración de Electrónica y Tejido
CETEMMSA

Hilos y tejidos conductores

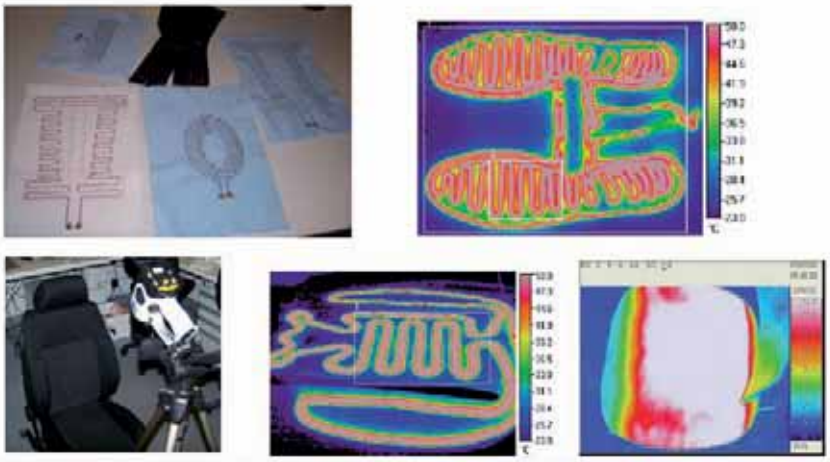
- Acceso a una importante librería de materiales para hilos
- Fabricación a medida de tejidos tricotados o tejidos hechos con hilos conductores
- Máquina de tejer en 3D: potencial para sensores 100% textiles



CETEMMSA

Hilos y tejidos conductores

- Aplicaciones: Automóvil, Ropa deportiva, Cuidado de la salud (ej. rodillera calefactable)
- Integración vía bordado, tricotado o tejido



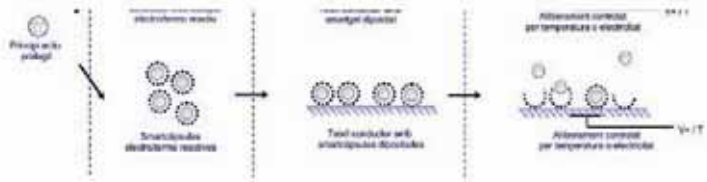
CETEMMSA

I by Cetemmsa
Integración de electrónica y tejido
(Video)
CETEMMSA

I by Cetemmsa
Sensores textiles de presión. Interruptores
CETEMMSA

Dispositivos de monitorización de salud, bienestar y asistencia a discapacitados

Smart Peptide, liberación controlada del la molécula activa



Polo con sensor de ritmo cardíaco integrado

Dispositivos de monitorización de salud, bienestar y asistencia a discapacitados

Monitorización remota de Salud:

- (T, ritmo cardíaco)
- Captación de datos y transmisión vía Bluetooth
- Integración de sensores + diseño de electrónica + desarrollo de software

Estrecha colaboración con ONCE

Sistemas guía para personas con dificultades visuales

I+D, colaboración con empresas

Automoción
- FICOSA
- TRETY
- ANTOLIN...

Salud / Medicina, Biotecnología
- LIDERMED
- HARTMANN
- INSTITUTO GUTTMAN
- ASEPEYO
- INFINITEC ACTIVOS...

Tejidos hogar y exteriores
- FIGUERAS
- PIKOLIN
- ARAVEN
- GAVIOTA-SIMBAC

Prenda deportiva, Moda
- DECATHLON
- REEBOK
- NIKE
- MATT
- QUIKSILVER
- TRAVEL & Co.
- COOKED IN BARCELONA...

Otras Industrias
- VELCRO
- SARA LEE
- COLOR-CENTER
- PYMAG...

CETEMMSA

CONFIDENCIAL

Interés en proyectos europeos

Cetemmsa lidera Dephotex (PV, FP7-NMP) y **e-Caalix** (AAL)
y es un *partner* en proyectos Europeos en los programas:

- FP5
- FP7-NMP (***Safeprotex***, coord: CLOTEFI)
- CIP (***IP-base***, coord.: Univ. Alicante)
- AAL (***Hope***, coord: Rtel; *Happy Ageing*, coord: INRCA)
- EURIPIDES (***Sinetra***, coord: EADS Secure Networks)...

Próximas convocatorias :

- ICT-2009.3.9: Microsistemas y sistemas smart miniaturizados
- NMP-2010.1.2-3 conversión energía termoeléctrica
- NMP-2010.2.2-1 Sistemas híbridos para electrónica y fotónica

Te ayudamos a innovar

CETEMMSA Technology Center

I by Cetemmsa Smart People
Expertos en Innovación
Expertos en Marketing
Ingenieros Electrónicos
Licenciados en Ciencias de Materiales
Ingenieros en Telecomunicaciones
Ingenieros Químicos
Expertos en Producción
Ingenieros Textiles
Ingenieros Informáticos
Ingenieros Industriales
Licenciados en Física
... y más gente Smart
CETEMMSA

CETEMMSA Technological Center
Jaume Balmes, 17-19 E-08301-Mataró (Barcelona) /
Tel. (34) 93 741 93 00 / Fax (34) 93 741 92 28 /
www.cetemmsa.com
CETEMMSA

SOPT

SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

9. INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (IBV)

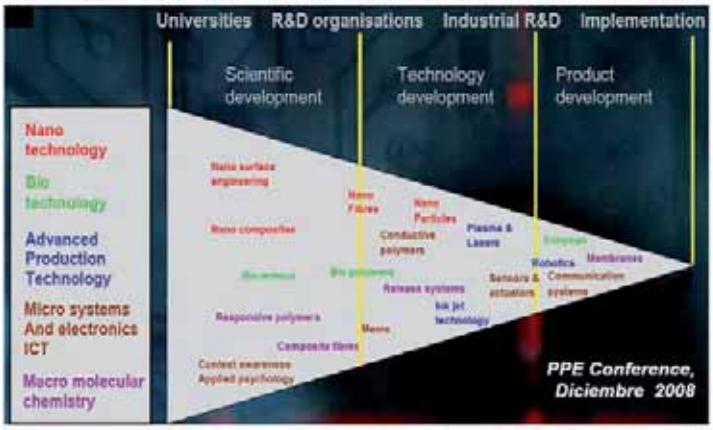
Antropometría y ergonomía aplicada al diseño de indumentaria
Juan Carlos González
Madrid, 27 de Octubre de 2009
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE DEFENSA
SOPT
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA
IBV
INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

INDICE

1. Introducción
2. Líneas de I+D en ergonomía aplicada al textil y la indumentaria
3. Antropometría y morfometría
4. Termofisiología y confort térmico
5. Biomecánica y confort mecánico
6. Rendimiento y usabilidad
7. Conclusiones

1. Introducción

Hoja de ruta Europea para el desarrollo de **nuevas tecnologías** textiles y equipos de protección individual:



www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

1. Introducción

Hoja de ruta Europea para el desarrollo de **nuevas tecnologías** textiles y equipos de protección individual:

CONCLUSIONES

Centrar las nuevas tecnologías en las necesidades y características de los usuarios:

- Apoyar con conocimiento sobre fisiología y ergonomía.
- Uso de las nuevas tecnologías para mejorar el confort.
- Desarrollo basado en escenarios, considerando contextos de uso real.
- Considerar el ciclo de vida de las tecnologías y su aceptación.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

1. Introducción

En el **ámbito militar** y desde la **ergonomía**, las nuevas tecnologías textiles podrían permitir:

- **Mejorar la protección** y la seguridad frente a los riesgos ambientales y del campo de batalla.
- **Asegurar el confort termofisiológico** y la **supervivencia** en condiciones extremas
- **Mejorar el confort mecánico, reduciendo el peso y volumen** de los materiales y **optimizando la usabilidad** y el **rendimiento**.
- Servir de **soporte para nuevas tecnologías, mejorando la compatibilidad** entre las diferentes prendas y equipamiento.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

1. Introducción

- **Para el desarrollo de las nuevas tecnologías en los textiles** es necesario conocer:
  - **Características** físicas y fisiológicas de los soldados
  - La **actividad** que realizan y cómo interacciona el producto durante ésta
  - El **entorno y las características ambientales** en las que se va a mover el soldado
  - **Necesidades** de los soldados y los **principales problemas** con el equipamiento actual

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

2. Líneas de I+D: Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)

Principales líneas de I+D

- Comportamiento del **cuerpo humano.**
- Valoración de las funciones y **actividades humanas.**
- Estudio de la **interfase** entre el sujeto y su entorno.
- Estudio y valoración de los **productos** de uso humano.
- Estudio y valoración del **entorno** del sujeto.
- **Tecnologías y técnicas** de estudio en Antropometría, Biomecánica y Fisiología.

Principales ámbitos de actividad

- Automoción y medios de transporte.
- Deporte.
- Hábitat.
- **Indumentaria.**
- Personas mayores y atención a la dependencia.
- Rehabilitación y autonomía personal.
- Salud Laboral.
- Tecnología sanitaria.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

2. Líneas de I+D en ergonomía aplicada ala indumentaria
El IBV trabaja en cuatro principales líneas de I+D para dar respuesta a los requerimientos de diseño y selección de indumentaria
1. ANTROPOMETRÍA Y MORFOMETRÍA
2. TERMOFISIOLOGÍA Y CONFORT TÉRMICO
3. BIOMECÁNICA Y CONFORT MECÁNICO
4. RENDIMIENTO Y USABILIDAD
www.ibv.org
Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria
IBV

3. Antropometría y morfometría
Uno de los aspectos fundamentales de la adaptación de la indumentaria a los usuarios es el ajuste.
Una distribución de tallas y un patronaje adecuados permiten que el usuario pueda elegir prendas con un correcto ajuste.
www.ibv.org
Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria
IBV

3. Antropometría y morfometría

Interés renovado en el ajuste de la indumentaria:

- La **ropa es la futura plataforma** para:
  - Sensores (frecuencia cardiaca, estado de hidratación, posición, etc.)
  - Sistemas de comunicación.
  - Actuadores (sistemas de refrigeración, vibración).
- Un ajuste adecuado tiene una influencia clave en la **protección** y en el **rendimiento**.
- El ajuste tiene una gran influencia en el **aislamiento térmico** de la ropa y la **ventilación**.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

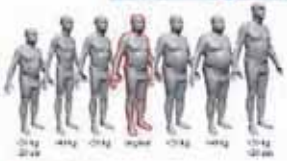
IBV

3. Antropometría y morfometría

Las **nuevas técnicas de escaneado y modelización** morfométrica permiten:

- Detectar morfotipos ligados a **grupos de población**.

- Detectar morfotipos ligados al cambio en las **características de las personas**.



- **Asignar o personalizar** la indumentaria y el equipamiento

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

3. Antropometría y morfometría

Ejemplo: **Personalización de cascos para el soporte de nuevos visores**

- Para un funcionamiento correcto es imprescindible que el **elemento de visión esté alineado con el ojo**.
- Es necesaria la **personalización** del casco y soporte del visor.
- Los **nuevos sistemas de escaneado** permiten definir la forma de la cabeza, situando el ojo y la córnea.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

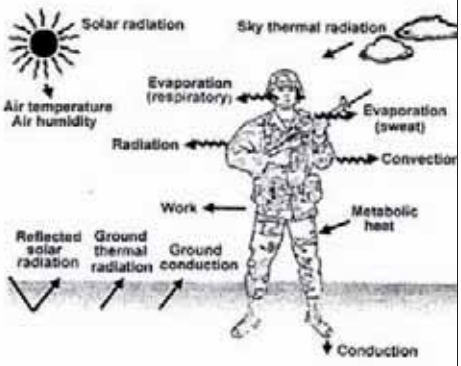
4. Termofisiología y confort térmico

¿Qué es la termorregulación?

- El cuerpo humano es capaz de **mantener la temperatura interna** dentro de unos estrechos márgenes (≈37 ºC).
- Las condiciones ambientales, la indumentaria y la actividad del soldado definen el **balance térmico del cuerpo**:

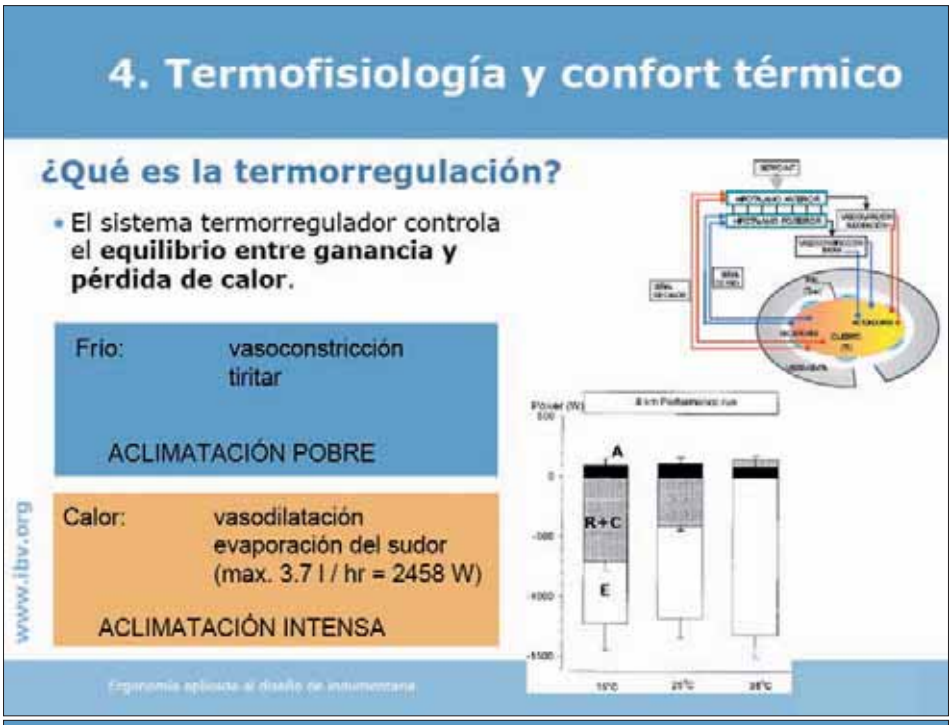
$$M \pm R \pm C - E = \pm A$$

M: Metabolismo
R: Radiación
C: Convección / Conducción
E: Evaporación
A: Almacenamiento de calor



www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria


4. Termofisiología y confort térmico
¿Qué es la termorregulación?
• El sistema termorregulador controla el equilibrio entre ganancia y pérdida de calor.
Frío: vasoconstricción
tiritar
ACLIMATACIÓN POBRE
Calor: vasodilatación
evaporación del sudor
(max. 3.7 l / hr = 2458 W)
ACLIMATACIÓN INTENSA
www.ibv.org
A
R+C
E

4. Termofisiología y confort térmico
• La indumentaria debe permitir regular la temperatura y la humedad del cuerpo humano dentro de los límites del confort.
• En condiciones extremas, el diseño de indumentaria es importante para la prevención de lesiones por frío y de estrés térmico por calor.
www.ibv.org
IBV

4. Termofisiología y confort térmico

ÁREAS DE I+D EN ESTRÉS POR CALOR

- Desarrollar tecnologías para reducir el estrés por calor (asistir a los sistemas termorreguladores humanos).
- Mejorar la ventilación natural a través de la ropa mediante el diseño y los nuevos materiales.
- Incorporar sensores en la indumentaria para predecir el estrés térmico y el golpe de calor.

ÁREAS DE I+D EN ESTRÉS POR FRÍO

- Desarrollar tecnologías para reducir el estrés por frío.
- Nuevos materiales con mejor aislamiento térmico y transpiración reduciendo peso y volumen.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

4. Termofisiología y confort térmico

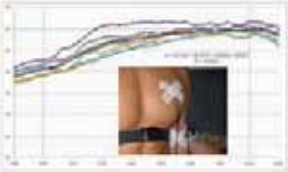
Ejemplo 1. Proyecto TERMOSTRESS: Desarrollo de **biosensores** que permitan la anticipación al **golpe de calor** mediante la **monitorización de la composición del sudor**

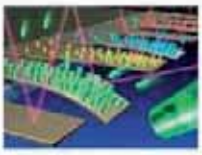
Caracterizar la respuesta fisiológica en condiciones de estrés por calor →

- Pérdida total de líquidos
- Nivel de esfuerzo
- Estado térmico
- Sangre
- Sudor

→ Determinación **concentración Na+ y K+** por reacciones enzimáticas →

Algoritmos para establecer los **umbrales de alarma ante el golpe de calor**





www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

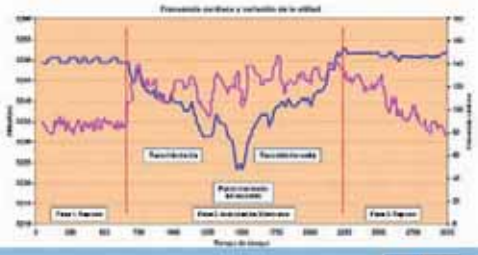
IBV

4. Termofisiología y confort térmico

Ejemplo 2. **Monitorización de alpinistas en el ascenso al Everest**. Expedición científica UPV-IBV.

- OBJETIVO: Avanzar en el **conocimiento del comportamiento térmico** del cuerpo humano y de la vestimenta **en condiciones de altitud y frío extremo.**

- MONITORIZACIÓN:
  - Ritmo cardiaco
  - Saturación de oxígeno en sangre
  - Temperatura corporal
  - Temperatura y humedad en diferentes capas de la ropa.
  - Posición y altura.



www.ibv.org

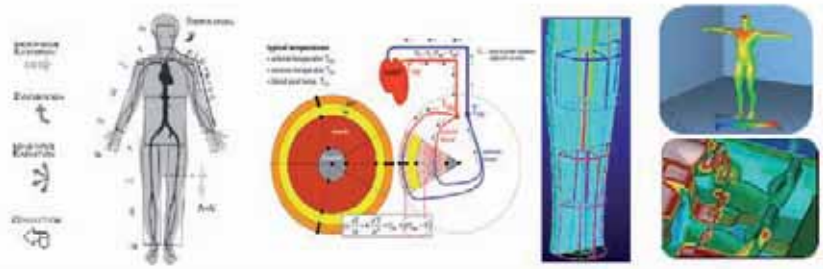
Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

4. Termofisiología y confort térmico

Ejemplo 3. Desarrollo de **modelos térmicos** del cuerpo humano y la indumentaria.

- Análisis de la **respuesta térmica del cuerpo humano en condiciones extremas**
- Análisis de **nuevas tecnologías de soporte** a la termorregulación.



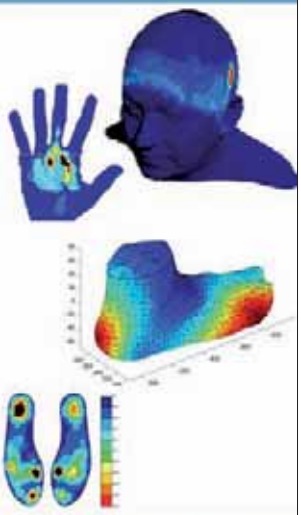
www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

5. Biomecánica y confort mecánico

- **Factores** que determinan **la adecuación biomecánica y el confort** mecánico del equipamiento o la ropa: :
  - **El peso** del equipo y la **distribución de la carga** sobre el cuerpo.
  - **La protección frente a agresiones mecánicas** externas.
  - La **sensación** de la indumentaria **sobre la piel**.
  - La **adecuación** de la prenda a los **movimientos** del cuerpo.
  - **Las presiones** ejercidas por la indumentaria sobre el cuerpo.



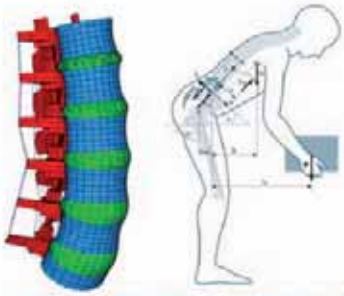
www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

5. Biomecánica y confort mecánico

Uno de los **aspectos biomecánicos** fundamentales es la **distribución de la carga y las presiones** sobre el cuerpo, que unido a la flexibilidad de la indumentaria tienen gran influencia sobre **el confort, la estabilidad y la agilidad** del soldado.



MODELADO DE LA CARGA SOBRE EL CUERPO

ENSAYOS BIOMECÁNICOS DE CARGA

www.ibv.org

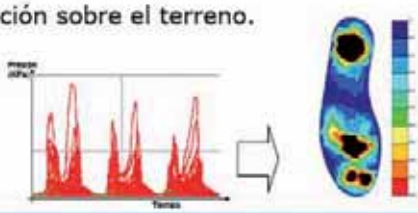
Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

5. Biomecánica y confort mecánico

La **biomecánica** tiene un rol fundamental en el **calzado**, que es uno de los aspectos más importantes en la indumentaria del soldado:

- Amortiguación de impactos
- Presiones en la planta del pie
- Fuerzas sobre el tobillo y la rodilla
- Estabilidad y adecuación a los movimientos
- Peso
- Tracción sobre el terreno.



www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

6. Rendimiento y usabilidad

- La indumentaria y el equipamiento no debe disminuir el **rendimiento** del soldado (movilidad, estabilidad y agilidad), ni **dificultar las posturas** (de rodillas, cuerpo a tierra, etc.) o **el movimiento**.

- La **usabilidad** está relacionada con:
  - La **utilidad y funcionalidad**: adecuación dimensional, al entorno y al uso.
  - **Facilidad** para ponerse y quitarse una prenda o para regularla, incluso con guantes.
  - **Compatibilidad** entre los diferentes elementos de la indumentaria, considerando la incorporación de nuevas tecnologías

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

6. Rendimiento y usabilidad
PROTECCIÓN vs RENDIMIENTO
El peso, junto con la elasticidad y la adecuación a la forma del cuerpo de los materiales textiles y del equipamiento definirán la capacidad del soldado para moverse.
www.ibv.org
IBV

6. Rendimiento y usabilidad
Un aspecto fundamental que incide en el rendimiento del soldado es la gestión de la fatiga.
Es posible monitorizar la actividad muscular de los soldados y predecir la sobrecarga de los músculos y la fatiga.
www.ibv.org
TIBIAL ANTERIOR
VASTO INTERNO
GONIOMETRIA DE RODILLA
EMG TIBIAL ANTERIOR
RMS Tibial anterior
IBV

6. Rendimiento y usabilidad

La **incorporación de nuevas tecnologías** de la información y las comunicaciones **plantea nuevos retos para la usabilidad del equipamiento** militar:

- **Compatibilidad** entre los diferentes equipos
- **Facilidad de manejo** de las nuevas tecnologías (uso con guantes).
- **Gestión de la información** que llega al soldado: qué información y cómo mostrarla.

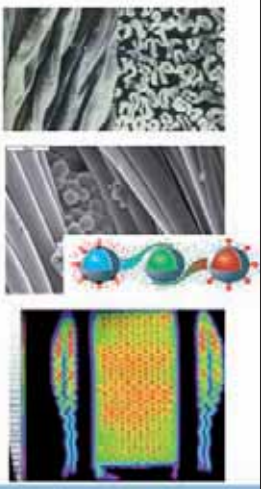
www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

7. Conclusiones

- La tecnología textil se está desarrollando a un ritmo muy rápido, **apareciendo en el mercado nuevas tecnologías** para mejorar la seguridad, el confort y el rendimiento.
- Las **empresas textiles y de la confección** tienen la oportunidad de utilizar estos conceptos proporcionando **valor añadido** a sus productos.
- Los **grandes compradores** se pueden beneficiar de estos avances.
- Pero, **si no se consideran las necesidades y las características de los usuarios** se puede llegar a **tecnologías que no proporcionen mejoras reales** en condiciones de uso.



www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

7. Conclusiones

- La tecnología textil se está desarrollando a un ritmo muy rápido, apareciendo en el mercado nuevas tecnologías para mejorar la seguridad, el confort y el rendimiento.
- El **conocimiento** profundo **del cuerpo humano y de la interacción con la indumentaria** junto con los **avances en la tecnología textil** puede permitir desarrollar una **nueva generación de textiles y equipamiento militar** que proporcionen mayor seguridad, confort y rendimiento a los soldados del futuro.
- Las características de los usuarios se puede llegar a tecnologías que no proporcionen mejoras en condiciones de uso.

www.ibv.org

Ergonomía aplicada al diseño de indumentaria

IBV

IBV

Cuidamos tu calidad de vida

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA
Universidad Politécnica de Valencia · Edificio 9C
Camino de Vera s/n · E-46022 · Valencia (ESPAÑA)
☎ +34 96 387 91 60 · Fax +34 96 387 91 69
ibv@ibv.upv.es · www.ibv.org

GENERALITAT VALENCIANA

IMPIVA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA