



SMARTCOMP
I+D DE COMPOSITES INTELIGENTES
BASADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN
DE TEXTILES INTELIGENTES
FUNCIONALES. (2ª ANUALIDAD)

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	4
2.	ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES.....	7
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
4.	PLAN DE TRABAJO	12
5.	RESULTADOS OBTENIDOS	29

1.FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2018/116
TÍTULO COMPLETO	SMARTCOMP. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE COMPOSITES INTELIGENTES BASADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS TEXTRÓNICOS Y MATERIALES FUNCIONALES. (2ª ANUALIDAD)
PROGRAMA	PROYECTOS DE I+D DE CARÁCTER NO ECONÓMICO DESARROLLADOS POR LOS CENTROS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS DE LA COMUNITAT VALENCIANA
ANUALIDAD	2018
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	(SI PROCEDE)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es FONDOS FEDER – PROGRAMA OPERATIVO FEDER DE LA COMUNITAT VALENCIANA 2014-2020
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



Una manera de hacer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius i Treball, a través de IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial) y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.



**GENERALITAT
VALENCIANA**



Una manera de hacer Europa

2. ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES

Los materiales compuestos, o composites, son aquellos constituidos por dos o más componentes que permiten aprovechar aquellas propiedades de interés de cada uno de los componentes. Estos materiales están constituidos principalmente por una matriz polimérica y un refuerzo de fibra.

En las últimas décadas la industria de los materiales compuestos ha crecido rápidamente como consecuencia de la fabricación de fibras de alta resistencia, desarrollo de nuevos materiales poliméricos y mejora de los procesos de fabricación ya existentes. El ámbito textil, a través de los denominados como textiles inteligentes, ofrece numerosas posibilidades de innovación en términos de nuevas propiedades multifuncionales en el ámbito de los materiales compuestos.

En este contexto, el proyecto SMARTCOMP se centra en el desarrollo de estructuras textiles dotadas de inteligencia, es decir, elementos textrónicos, con aplicación en el desarrollo de composites de matriz termoestable multifuncionales.

El reto asociado al presente proyecto de I+D ha pasado por la obtención de textiles inteligentes susceptibles de ser integrados en la estructura multicapa de un material compuesto que vaya a ser resinado mediante el proceso de infusión de resina asistida por vacío, con el fin de obtener materiales compuestos funcionales.

3.OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto SMARTCOMP, en su segunda anualidad, ha sido la obtención de materiales compuestos multifuncionales orientados al sector de la decoración, interiorismo, hábitat e industrias creativas en general. El trabajo asociado al presente proyecto de I+D, se ha centrado en la obtención de textiles inteligentes con propiedades calefactables, lumínicas, piezoeléctricas y con capacidad de apantallamiento electromagnético; susceptibles de ser integrados en la estructura multicapa de un material compuesto para obtener los siguientes tipos de materiales:

- ✓ Materiales compuestos calefactables.
- ✓ Materiales compuestos piezoeléctricos.
- ✓ Materiales compuestos con capacidad de apantallamiento electromagnético.
- ✓ Materiales compuestos lumínicos.

En el marco de actuación del proyecto SMARTCOMP, se ha tenido como principales objetivos técnicos:

- Actualización del estado del arte obtenido durante la primera anualidad, para permitir conocer la situación actual de desarrollo de dispositivos lumínicos en tejidos técnicos y composites.
- Actualización del estado del arte obtenido durante la primera anualidad para permitir conocer la situación actual del desarrollo de tejidos calefactables y su posible aplicación en tejidos técnicos y composites.
- Actualización del estado del arte obtenido durante la primera anualidad para permitir conocer la situación actual del desarrollo de elementos de apantallamiento electromagnético y su implementación en tejidos técnicos y composites.
- Actualización del estado del arte obtenido durante la primera anualidad para permitir conocer la situación actual del desarrollo de dispositivos piezoeléctricos y su aplicabilidad en tejidos técnicos y composites.
- Identificación de elementos textrónicos para su posterior implementación en composites funcionalizados.
- Investigación y desarrollo de estructuras textiles multifuncionales e inteligentes susceptibles de ser utilizadas como elemento de refuerzo de materiales compuestos.
- Estudio de las posibilidades de funcionalización de elementos textiles de características técnicas con elementos textrónicos.
- Investigación y desarrollo de procesos de infusión de resinas para la implementación de elementos textrónicos en composites de matriz termoestable.
- Caracterización y análisis de las propiedades obtenidas en los materiales compuestos de matriz termoestable como consecuencia de la integración de elementos textrónicos.
- Validación de los procesos utilizados considerando su mejora mediante el ajuste de las condiciones de producción a través de reingeniería.
- Estudio de aplicabilidad y desarrollo de demostradores para sectores objetivos en base a las nuevas propiedades introducidas en los materiales compuestos multifuncionales.
- Difusión de los resultados de la investigación generados en el marco de esta iniciativa.
- Transferencia de tecnología a los sectores industriales potencialmente interesados en los resultados del proyecto SMARTCOMP.

La tecnología utilizada para el desarrollo de los textiles inteligentes o funcionales dentro del alcance del proyecto ha sido principalmente la circuitería textil. Por lo que respecta a la obtención de los materiales compuestos, la tecnología utilizada para su fabricación ha sido la infusión de resina asistida por vacío (proceso conocido como VIP).

4. PLAN DE TRABAJO

El presente trabajo de I+D ha tenido como principal objetivo el desarrollo de estructuras textiles inteligentes para su posterior aplicación en la fabricación de composites con matriz termoestable. Estos productos se han desarrollado con el fin de poder ser utilizados en los sectores de la decoración, interiorismo, hábitat e industrias creativas.

Para alcanzar el objetivo previsto del proyecto SMARTCOMP, ha sido necesario conseguir los objetivos específicos. Por ello, se ha seguido un plan de actuación organizado inicialmente en siete paquetes de trabajo, los cuales se nombran a continuación:

PT 0: Gestión y coordinación.

PT 1: Estudio del estado del arte.

PT 2: Investigación y desarrollo de composites calefactables.

T.2.3: Diseño y desarrollo de prototipos de composite calefactable.

T.2.4: Caracterización de composite calefactable.

T.2.5: Reingeniería de composite calefactable.

PT 3: Investigación y desarrollo de composites piezoeléctricos.

T.3.3: Diseño y desarrollo de prototipos de composite piezoeléctrico.

T.3.4: Caracterización de composite piezoeléctrico.

T.3.5: Reingeniería de composites piezoeléctricos.

PT 4: Investigación y desarrollo de composites de apantallamiento electromagnético.

T.4.2: Diseño y desarrollo de prototipos de composite apantallante.

T.4.3: Caracterización de composite apantallante.

T.4.4: Reingeniería de composites apantallantes.

PT 5: Investigación y desarrollo de composites lumínicos.

T.5.3: Diseño y desarrollo de prototipos de composites lumínicos.

T.5.4: Caracterización de composites lumínicos.

T.5.5: Reingeniería de composites lumínicos.

PT 6: Protección y transferencia de resultados.

PT 7: Difusión del proyecto.

FICHAS DESCRIPTIVAS DE LOS PAQUETES DE TRABAJO					
Paquete de trabajo Nº	0	Fecha de comienzo:	1/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Gestión y coordinación				
Objetivos:					
Este paquete de trabajo se ha centrado en las tareas propias de gestión y coordinación del proyecto. Todo proyecto debe tener una coordinación de las tareas y actividades que se van ejecutando según su avance, así como una evaluación de cada uno de los hitos marcados en el inicio del mismo que garantice su éxito.					
Descripción del trabajo (tareas):					
Esta fase ha comprendido las tareas de gestión interna derivadas de la ejecución del proyecto. Para ello, en esta tarea se han llevado a cabo acciones como:					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración del calendario del proyecto y control del mismo. ▪ Asignación de recursos. ▪ Definición de un plan de trabajo. ▪ Seguimiento de la correcta ejecución de cada una de las fases del proyecto, su cumplimiento y realización de hitos. ▪ Coordinación de personal interno participante y proveedores. ▪ Documentación del proyecto, gestión técnica y económica. ▪ Asistencia y realización de actas de reunión. ▪ Revisión de los entregables de personal interno. 					
Hitos:					
<ul style="list-style-type: none"> • H.0.1. Adecuada gestión y coordinación técnica, económica y administrativa del proyecto en la anualidad 2017 (alcanzado el 12/2017). • H.0.2. Adecuada gestión y coordinación técnica, económica y administrativa del proyecto en la anualidad 2018 (alcanzado el 12/2018). 					

Paquete de trabajo Nº	1	Fecha de comienzo:	1/2018	Fecha de fin:	3/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEK				
Título del paquete de trabajo	Estudio del estado del arte				
Objetivos:					
<p>Este paquete de trabajo ha comprendido la actualización del estudio del estado del arte desarrollado durante la primera anualidad del proyecto. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión sobre las tecnologías de aplicación en el desarrollo de productos en el marco del proyecto SMARTCOMP tales como tecnologías lumínicas, tejidos calefactables, elementos de apantallamiento electromagnético y componentes piezoeléctricos. El objetivo de este paquete de trabajo ha sido la generación de una base de conocimiento actualizada que permitiera la correcta ejecución del proyecto.</p>					
Descripción del trabajo (tareas):					
<p>Para llevar a cabo las tareas de trabajo definidas en el estudio del estado del arte, se hecho uso de diferentes bases de datos existentes tanto de artículos científicos como de patentes, por ser herramientas de gran utilidad para la identificación de las líneas de trabajo más interesantes y novedosas relacionadas con los sectores en que se enmarca el presente proyecto. Estas tareas de búsqueda, al mismo tiempo han permitido identificar los distintos grupos de investigación que desarrollan su actividad investigadora en este campo. Estas bases de datos consultadas han sido:</p>					
		<p>Base de datos producida por ISI-Thomson, recoge referencias bibliográficas de más de 8000 publicaciones periódicas de ciencias, ciencias sociales y humanidades de ámbito internacional.</p>			
		<p>Base datos creada por la editorial Elsevier, donde se recogen más de 25% de la producción mundial científica y técnica, siendo posible la consulta sobre un archivo histórico de más de 6.75 millones de artículos.</p>			
		<p>Contiene datos bibliográficos de documentos de Patentes y Modelos de Utilidad tramitados por el Estatuto de la Propiedad Industrial y por la nueva Ley de Patentes de 20 de marzo de 1986, así como Patentes Europeas y las solicitadas vía PCT que designen a España. Incluye tanto solicitudes como concesiones.</p>			
		<p>Esp@cenet engloba un servicio con varias bases de datos que difieren en sus fuentes (oficinas nacionales y organizaciones internacionales) y en su cobertura. En enero de 2004, contaba con 45 millones de patentes de 71 países. Un total de 24,2 millones de ellas tenían título en inglés, 18,3 millones poseían clasificación europea (ECLA) y 7,1 millones contaban con resumen en inglés.</p>			
		<p>USPTO, base de datos de la oficina americana de patentes. Recoge patentes publicadas desde 1790, accesibles a texto completo desde 1976. Este fondo está constituido por unos 3.000.000 de patentes a texto completo y 4.000.000 de patentes (de 1790 a 1975) con datos bibliográficos. También dispone de una base de datos de solicitudes de patente, que recibe unas 350000 solicitudes anuales</p>			
<p>Con los resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica se ha obtenido una base sólida de conocimientos en los campos de interés del proyecto SMARTCOMP que ha permitido conseguir con garantías los objetivos planteados en el presente trabajo.</p>					
Hitos:					
<ul style="list-style-type: none"> • H.1.1. Estado actual de investigación científico-técnica sobre los materiales textiles funcionales aplicables en los productos del proyecto SMARTCOMP (alcanzado el 09/2017). • H.1.1. Estado actual de investigación científico-técnica sobre los materiales textiles funcionales aplicables en los productos del proyecto SMARTCOMP (alcanzado el 3/2018). 					

Paquete de trabajo Nº	2	Fecha de comienzo:	1/2018	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Investigación y desarrollo de composites calefactables.				
Objetivos:	<p>El objetivo principal de este paquete de trabajo ha sido la investigación y el desarrollo de materiales compuestos formados por una matriz termoestable con circuitería calefactable integrada. Para ello se han utilizado tejidos técnicos junto con elementos calefactables bordados, con los que se les ha aplicado una corriente eléctrica controlada que ha resultado en una emisión de calor. De esta manera se ha conseguido dotar a los materiales compuestos de dicha funcionalización. Asimismo, se han desarrollado composites con materiales intumescentes, para poder comprobar el comportamiento de estos materiales frente a altas temperaturas una vez éstos, han sido integrados en una matriz termoestable.</p>				
Descripción del trabajo (tareas):	<p>Tarea 2.1. Circuitería calefactable en tejido técnico.</p> <p>La tarea 2.1 de desarrollo y obtención de circuitería calefactable se realizó durante la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP. En esta línea de trabajos se realizaron bordados técnicos con distintos materiales conductores para poder dotar de comportamiento calefactable a un tejido técnico. Estos trabajos se realizaron durante la anualidad 2017 del proyecto. En cambio, durante esta segunda anualidad, estos trabajos se han llevado a cabo dentro del paquete de la tarea 2.3 de diseño y desarrollo de composite calefactable.</p> <p>Tarea 2.2. Laminación de tejido técnico y material calefactable.</p> <p>La tarea 2.2 de laminación de tejido técnico y material calefactable se realizó durante la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP.</p> <p>Tarea 2.3. Diseño y desarrollo de composites calefactable.</p> <p>En esta tarea se ha llevado a cabo el diseño y desarrollo de los prototipos del circuito resistivo para su integración en el interior de un material compuesto y obtener un panel calefactable. Para ello, primero se han definido los requerimientos técnicos a cumplir por los prototipos a desarrollar. Una vez definidos, se han analizado los materiales a emplear, en este caso han sido hilos conductores de distinta naturaleza y propiedades.</p> <p>Asimismo, ha sido necesario diseñar mediante software (CAD), el bordado que define el circuito eléctrico resistivo del tejido calefactable. Para ello, se ha hecho uso de la bordadora multi-cabeza de AITEX. Mediante esta tecnología, se dispone de capacidad para insertar hilos con propiedades conductoras de electricidad en tejidos. Se trata de una herramienta eficaz para integración de sensores, actuadores, interconexión y transporte de energía en todo tipo de tejidos. La selección de los hilos utilizados ha venido en función de los resultados obtenidos con los desarrollos realizados en la primera anualidad del proyecto.</p> <p>Además, en esta tarea, tarea 2.3, se ha trabajado en el diseño y desarrollo de materiales compuestos calefactables mediante la infusión de resina asistida por vacío. En una primera etapa de la tarea se han identificado los materiales necesarios para la obtención de los composites calefactables:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Resinas termoestables de aplicación en el proceso de infusión con un buen comportamiento en cuanto a la conductividad térmica. ▪ Material calefactable: Tejidos de distinta naturaleza con elementos conductores tales como cables metálicos o tejidos que contenían patrones realizados a partir fibras conductoras. ▪ Tejidos técnicos: Se han utilizado tanto tejidos como no-tejidos de carácter técnico, que cumplieran con los requerimientos para ser utilizados en el proceso de infusión de resinas y además, aportaban las características técnicas necesarias para la fabricación de composites. 				

- **Núcleos rígidos** para la mejora de la resistencia a compresión del composite y para aumentar el espesor de la pieza de material compuesto, además de ser estructuras de alta permeabilidad.

En una segunda etapa, se han estudiado las condiciones del proceso de infusión de resina para la formación de los composites y para el correcto funcionamiento del elemento calefactable. Los factores que se han tenido en cuenta han sido:

- La disposición de los distintos elementos integrantes del composite para que la infusión de resinas tuviera lugar de forma satisfactoria.
- La disposición de las distintas capas de tejido durante el proceso de infusión para obtener un buen acabado estético y funcional del composite.
- La disposición de los elementos eléctricos y funcionales para el posterior funcionamiento del producto calefactable.

El fin último de esta tarea ha sido prototipado en la planta piloto de infusión de resina de una serie de composites funcionales con capacidad calefactable.

Tarea 2.4. Caracterización de composite calefactable.

Una vez realizados los trabajos de desarrollo se ha procedido a la validación del comportamiento térmico del material. Para ello, se ha realizado un estudio utilizando una cámara termográfica. Esta cámara permite conocer la variación de la temperatura en función del voltaje aplicado y con este dato se pueden determinar los consumos eléctricos en función de la temperatura alcanzada.

Por otro lado, se ha llevado a cabo una caracterización de comportamiento frente al fuego de los composites calefactables que han resultado de mayor interés para este tipo de ensayo, con objeto de determinar la resistencia al fuego de estos composites.

Tarea 2.5. Reingeniería de composites calefactables.

El trabajo de reingeniería consiste en la reorientación del proyecto cuando los resultados obtenidos no son los esperados, y en la optimización del proceso y del producto cuando los resultados son positivos con el fin de obtener un prototipo más eficiente y económicamente viable.

Atendiendo a los resultados obtenidos en las tareas 2.3 y 2.4, y tras analizar las desviaciones que han ido surgiendo a lo largo del desarrollo del proyecto, se ha llevado a cabo un proceso de reingeniería que ha permitido solventar de forma exitosa dichas desviaciones.

Hitos:

- H.2.2. Obtención y caracterización de composites calefactables obtenidos mediante laminación e infusión de resinas (finalizado el 12/2018).

Paquete de trabajo Nº	3	Fecha de comienzo:	3/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Investigación y desarrollo de composites piezoeléctricos.				
Objetivos:	<p>El objetivo del tercer paquete de trabajo ha sido la investigación y el desarrollo en la obtención de materiales compuestos con elementos piezoeléctricos integrados.</p>				
Descripción del trabajo (tareas):	<p>Tarea 3.1. Desarrollo de velos piezoeléctricos.</p> <p>La tarea 3.1 de desarrollo de velos piezoeléctricos se realizó durante la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP. Esta línea de trabajo no ha continuado durante esta segunda anualidad del proyecto.</p> <p>Tarea 3.2. Laminación de material piezoeléctrico sobre tejido técnico.</p> <p>La tarea 3.2 de laminación de material piezoeléctrico sobre tejido técnico se realizó durante la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP.</p> <p>Tarea 3.3. Desarrollo de prototipos de composite piezoeléctrico.</p> <p>En la presente tarea se ha trabajado en el desarrollo de materiales compuestos piezoeléctricos mediante la infusión de resina asistida por vacío. La metodología de trabajo ha sido análoga a la anteriormente descrita en la "Tarea 2.3. Desarrollo de prototipos de composite calefactable", lógicamente teniendo en consideración que las características de los dispositivos piezoeléctricos difieren en mucho de los tejidos calefactables objeto de estudio en aquella tarea.</p> <p>Previamente a la infusión de resina se han realizado las correspondientes conexiones eléctricas y se ha validado su funcionamiento. Una vez obtenido el composite, se ha vuelto a realizar una validación y caracterización, en este caso del composite funcional mediante el uso de un multímetro y bajo un movimiento vibracional a una determinada frecuencia, con el fin de poder conocer la generación de energía generada por el composite.</p> <p>Se han desarrollado composites integrando distintos tipos de dispositivos piezoeléctricos, tanto protegidos por un recubrimiento polimérico, como sin proteger, y variando el número de capas de material piezoeléctrico. Asimismo, se han estudiado diversas conexiones entre ellos con el objetivo de generar la mayor cantidad de energía posible (conexiones en serie, en paralelo, etc.).</p> <p>Tarea 3.4. Caracterización de composite piezoeléctrico.</p> <p>Para la correcta caracterización de los composites piezoeléctricos se han realizado ensayos con agitador, ensayos de impacto y de golpeo. De esta manera se ha podido cuantificar la energía generada debido a impactos y vibraciones sufridos por el dispositivo piezoeléctrico. Para ello, se ha hecho uso de un método propio de caracterización. Ha sido necesario el empleo de un circuito electrónico capaz de acumular y gestionar la energía generada por el composite piezoeléctrico, de esta forma se ha podido comprobar el voltaje que son capaces de generar los elementos piezoeléctricos.</p> <p>Por otro lado, se ha llevado a cabo un ensayo de envejecimiento en cámara climática (con elevada temperatura y humedad relativa). El propósito de este ensayo ha sido observar cómo se ven afectadas las propiedades del composite y su funcionalidad tras determinadas condiciones ambientales.</p>				

Tarea 3.5. Reingeniería de composites piezoeléctricos.

La tarea de reingeniería de producto comprende, en un primer momento la optimización de todas aquellas características susceptibles de ser mejoradas. En este caso, se ha desarrollado todo un proceso de reingeniería prestando especial atención a las propiedades piezoeléctricas de los materiales compuestos desarrollados. Este proceso de reingeniería ha comprendido trabajos de prototipado y caracterización.

Hitos:

- H.3.2. Obtención y caracterización de composites piezoeléctricos. (alcanzado el 12/2018).

Paquete de trabajo Nº	4	Fecha de comienzo:	3/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Investigación y desarrollo de composites de apantallamiento electromagnético.				
Objetivos:	<p>Los objetivos principales del PT4 han consistido en la correcta integración de elementos con propiedades de apantallamiento electromagnético en composites obtenidos mediante el proceso de infusión de resina asistida por vacío (VIP). Para poder obtener los resultados deseados se han utilizado elementos textiles compuestos por elementos con propiedades apantallantes y elementos textiles convencionales con distintos diseños de bordado con hilos metálicos o de carbono.</p>				
Descripción del trabajo (tareas):	<p>Tarea 4.1. Laminación de material apantallante sobre tejido técnico.</p> <p>La tarea 4.1 de laminación de material apantallante sobre tejido técnico se realizó durante la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP.</p> <p>Tarea 4.2. Diseño y desarrollo de composites apantallantes.</p> <p>Tal y como se ha expuesto anteriormente, en la descripción técnica de los paquetes de trabajo 2 y 3, en esta fase el equipo investigador de AITEX ha trabajado en el estudio de aplicabilidad de los materiales con propiedades de apantallamiento EM en el proceso de infusión de resina con vacío.</p> <p>La propiedad apantallante se consigue mediante el material funcional empleado. Debido a la gran variedad de material existente, se han utilizado distintos textiles compuestos por materiales apantallantes, así como elementos textiles con bordados realizados en AITEX mediante la tecnología de circuitería textil. En esta segunda anualidad, y en base a los desarrollos de la primera se han llevado a cabo bordados con diferentes materiales conductores, y con diferentes diseños de bordado.</p> <p>El desafío de esta tarea ha sido la integración de elementos muy diferentes, en formato, estructura y diseño en una matriz de resina para conseguir obtener un composite termoestable apantallante. Por lo que en esta etapa se refiere, los parámetros del proceso han adquirido una gran relevancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Características de los refuerzos textiles con propiedades apantallantes: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gramaje de los textiles apantallantes. ○ Número de capas ○ Estructura interna del material ○ Material de formación de los no tejidos apantallantes. ○ Material de formación de los tejidos apantallantes ▪ La disposición de las distintas capas de tejido durante el proceso de infusión para que el acabado estético y funcional del composite fuese óptimo. <p>Tarea 4.3. Caracterización de composite apantallante.</p> <p>El principal indicador para medir la efectividad de un material de protección electromagnética es la atenuación, ésta se define como la diferencia entre la intensidad de una señal electromagnética antes y después del elemento apantallante. La atenuación de una radiación electromagnética se mide en decibelios (dB).</p> <p>En un primer momento, para la caracterización de propiedades apantallantes de los diferentes materiales objeto de estudio, se ha realizado un método propio utilizando como aparato de medición de señal un lector RFID y una etiqueta RFID.</p>				

A continuación, se ha llevado a cabo una caracterización más avanzada bajo un ensayo normalizado. De acuerdo con los objetivos del proyecto SMARTCOMP, en la presente tarea se han realizado ensayos de apantallamiento para un rango de frecuencias comprendido entre los 400 MHz y 3 GHz. Para ello el método de caracterización escogido ha sido el ensayo en cámara blindada o cámara anecoica.

Con los ensayos de caracterización de apantallamiento electromagnético se ha podido validar el comportamiento de protección de los prototipos realizados mediante infusión de resinas. De esta forma se han obtenido resultados objetivos para la obtención de conclusiones respecto a esta línea.

Por otro lado, se ha llevado a cabo una caracterización de comportamiento frente al fuego de aquellos composites con capacidad de apantallamiento EM que han resultado de mayor interés para este tipo de ensayo, con objeto de determinar la resistencia al fuego de estos composites y cumplir con los requerimientos de seguridad en caso de incendio según la aplicación final del material compuesto en cuestión. Se han realizado ensayos de cono calorimétrico y de cabina NBS. Otros ensayos de caracterización a los que se han sometido los composites apantallantes han sido ensayos mecánicos de tracción y flexión, con el fin de conocer las propiedades mecánicas de estos composites.

Tarea 4.4. Reingeniería de composites apantallantes.

Los trabajos de investigación, desarrollo y caracterización comprendidos en las tareas 4.2 y 4.3 han permitido al equipo de investigación de AITEX acometer un proceso de reingeniería con el fin de ir mejorando los resultados técnicos y funcionales que se han ido obteniendo con el desarrollo del proyecto. Esta labor de reingeniería ha comprendido el trabajo de optimización de los resultados obtenidos en las fases técnicas de investigación.

En el caso del paquete de trabajo 4, gracias a los resultados obtenidos en la caracterización de los productos a lo largo de la tarea 4.3 se han ido realizando modificaciones especialmente en el ámbito de la tipología de los materiales seleccionados:

- Tipo de apantallante.
- Tipo de hilado para bordar.
- Estructura del tejido: distribución de los hilos metálicos (urdimbre, trama), ligamento, densidad...
- Diseño de bordado con hilos conductores apantallantes.
- Combinación de textiles para incrementar el rango de frecuencias apantalladas.
- Tamaño del prototipo para llevar a cabo las tareas de caracterización.
- Nº de multicapas de material apantallante.

Hitos:

- H.4.2. Obtención y caracterización de los composites de apantallamiento EM. (alcanzado el 12/2018).

Paquete de trabajo N°	5	Fecha de comienzo:	3/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Investigación y desarrollo de composites lumínicos.				
Objetivos:	<p>En el presente paquete de trabajo se ha estudiado la implementación de dispositivos lumínicos de distinta estructura en el proceso de fabricación de materiales compuestos por infusión de resina asistida por vacío.</p>				
Descripción del trabajo (tareas):	<p>Tarea 5.1. Integración de elementos lumínicos en tejidos técnicos.</p> <p>La “Tarea 5.1. Integración de elementos lumínicos en tejidos técnicos” se realizó en su totalidad en la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP. Los trabajos de integración de elementos lumínicos mediante bordados realizados durante la anualidad 2018, quedan reflejados en la tarea 5.3.</p> <p>Tarea 5.2. Laminación de sistemas OLED sobre tejidos técnicos.</p> <p>La “Tarea 5.2. Laminación de sistemas OLED sobre tejidos técnicos” se realizó en su totalidad durante la ejecución de la primera anualidad del proyecto SMARTCOMP.</p> <p>Tarea 5.3. Diseño y desarrollo de composites lumínicos.</p> <p>En la presente tarea, se han implementado diversos tipos de dispositivos lumínicos en el proceso de formación de composites con tejidos técnicos y matriz polimérica termoestable. De nuevo, el método de fabricación de los composites ha sido la infusión de resina asistida por vacío. Entre los materiales utilizados, cabe destacar el uso de resina de alta transparencia para no afectar de forma negativa a la transmisión de la luz. En cuanto a los dispositivos lumínicos, se han utilizado LEDs, OLEDs, lentejuelas LED, lentejuelas RGB y electroluminiscentes en diversos formatos y colores (en formato placa o por esprayado). Las lentejuelas LED han sido bordadas con la tecnología de circuitería textil. En todos los casos se han realizado trabajos de diseño en cuanto a la disposición del cableado y de los circuitos electrónicos para permitir la infusión de la resina y el correcto funcionamiento de los prototipos lumínicos tras la infusión.</p> <p>Tarea 5.4. Caracterización de composites lumínicos.</p> <p>Para la caracterización de los composites lumínicos se han realizado los siguientes ensayos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medida de la intensidad lumínica con el luxómetro. ▪ Consumo eléctrico de los dispositivos lumínicos previamente a la laminación e infusión de resinas. ▪ Color en la emisión de luz de los dispositivos lumínicos antes de la laminación y la infusión de resinas. ▪ Color de la luz emitida por los dispositivos lumínicos después de la infusión de resina en función del material termoestable utilizado. <p>Por otro lado, se ha llevado a cabo la caracterización a envejecimiento en cámara climática para valorar las propiedades del composite y su funcionalidad tras determinadas condiciones ambientales.</p> <p>Tarea 5.5. Reingeniería de composites lumínicos.</p> <p>Al igual que en las anteriores líneas de investigación, en base a los resultados obtenidos se han estudiado las posibles aplicaciones finales de los prototipos ejecutados. Atendiendo a estos resultados se han ido realizando modificaciones de la solución lumínica con el objetivo de optimizar el producto final.</p>				

En el caso del paquete de trabajo 5, y debido a sus particularidades se ha considerado que, las variables de procesado para la optimización de las propiedades de los prototipos de mayor relevancia y en las que se ha trabajado con mayor profundidad han sido:

- **Proceso de bordado:**
 - Incorporación de los componentes lumínicos.
 - Diseño del circuito

- **Proceso de Infusión**
 - Distribución de los elementos para la correcta dispersión de la resina sin que quedaran zonas más o menos impregnadas.
 - Temperatura de curado que no afectara al led
 - Correcta transmisión de la luz.

Hitos:

- H.5.2. Obtención y caracterización de composites lumínicos obtenidos mediante laminación e infusión de resinas (alcanzado el 12/2018).

Paquete de trabajo N°	6	Fecha de comienzo:	5/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Protección y transferencia de resultados				
Objetivos:					
<p>El objetivo principal del sexto paquete de trabajo se ha centrado en establecer una óptima estrategia de protección de los resultados de investigación y, al mismo tiempo, garantizar la futura transferencia de los resultados del proyecto en el corto-medio plazo a empresas de la Comunidad Valenciana, preferentemente.</p> <p>Este paquete de trabajo ha sido especialmente relevante para poder garantizar en un futuro próximo un positivo impacto económico en aquellas empresas de nuestro territorio que presenten, a priori, una mayor complementariedad con las líneas de investigación abordadas.</p> <p>La innovación tecnológica es uno de los factores esenciales para aumentar la productividad que se necesita, de manera irrenunciable, para alcanzar un crecimiento económico sostenido. La protección jurídica de los resultados de la innovación mediante los distintos títulos de la Propiedad Intelectual, en sentido extenso, constituye un instrumento ampliamente reconocido, y cada día con mayor intensidad, para promover y favorecer las actividades de carácter innovador tanto en las empresas como en los centros de creación de conocimiento.</p>					
Hitos:					
<ul style="list-style-type: none"> H.6.2. Protección y transferencia en la segunda anualidad (alcanzado el 12/2018). 					

Paquete de trabajo N°	7	Fecha de comienzo:	2/2017	Fecha de fin:	12/2018
Responsable del paquete de trabajo*:	AITEX				
Título del paquete de trabajo	Difusión del proyecto.				
Objetivos:					
<p>El objetivo de este paquete de trabajo ha sido dar a conocer los resultados obtenidos en este proyecto, así como los distintos prototipos y demostradores desarrollados con aplicación en los sectores empresariales asociados a las actividades del proyecto SMARTCOMP.</p>					
Descripción del trabajo (tareas):					
<p>La política de los Institutos de Investigación es ser permeables en cuanto a los resultados de las investigaciones realizadas con el fin de transferirlos de forma inmediata a las empresas. En este sentido, el plan de difusión se ha centrado en hacer llegar a todos los interesados los resultados del presente proyecto con el fin de incentivar el uso de materiales compuestos sostenibles que ejerzan un impacto positivo tanto en dichas empresas.</p> <p>En este paquete de trabajo se ha abordado el análisis de los resultados obtenidos en los paquetes de trabajo de tipo técnico y la posterior difusión de los mismos empleando diferentes canales tales como: publicaciones en revistas de carácter técnico y/o de divulgación, posters en congresos, inclusión de contenidos en portal web de AITEX, comunicación de los resultados a través de ferias relacionadas con los ámbitos de aplicación del proyecto, etc.</p>					
Hitos:					
<ul style="list-style-type: none"> H.7.2. Difusión del proyecto y divulgación del proyecto segunda anualidad (alcanzado el 12/2018). 					

5.RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados que se han obtenido tras estos dos años (2017-2018) de estudio e investigación centrada en la obtención de materiales compuestos inteligentes han sido satisfactorios. En primer lugar, se ha obtenido una base de conocimiento sobre las distintas funcionalidades propuestas para poder desarrollar con garantías las soluciones tecnológicas propuestas en el proyecto SMARTCOMP mediante diversos procesos: Circuitería textil para el bordado de los circuitos funcionales, y la laminación en continuo y la infusión de resina asistida por vacío, para la fabricación de los materiales compuestos funcionales. Además, se han obtenido prototipos y demostradores funcionales de cada una de las principales líneas de desarrollo técnico:

- Composites calefactables
- Composites lumínicos
- Composites con capacidad piezoeléctrica
- Composites de apantallamiento electromagnético

Todos ellos materiales compuestos ofrecen la posibilidad de ser empleados en los sectores a los que se ha dirigido el proyecto Smartcomp: Decoración, interiorismo, hábitat e industrias creativas en general, entre otros posibles mercados interesados.

A continuación, se muestran imágenes de algunos composites fruto del proyecto Smartcomp, así como gráficos que muestran su comportamiento funcional.

Composites calefactables

Respecto a la línea de investigación de composites calefactables, cabe mencionar que tanto los productos comerciales como los bordados desarrollados en AITEX, se han podido insertar en la matriz del material compuesto de manera favorable. Los resultados de la caracterización han demostrado que estos materiales compuestos pueden alcanzar temperaturas de hasta 50°C, sin que el resto de materiales que conforman el composite se vean alterados negativamente, por lo que la funcionalidad calefactable ha quedado confirmada.



Ejemplo de material compuesto laminado calefactable.

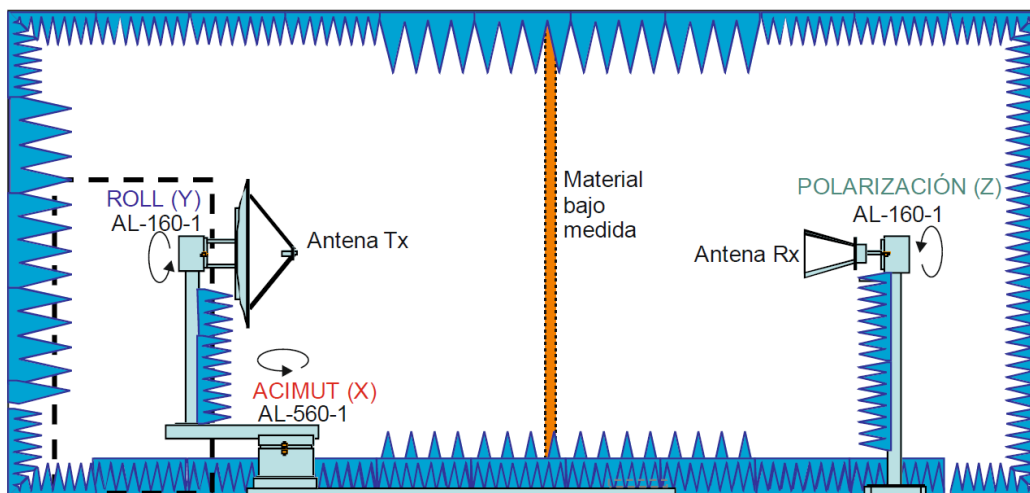
Composites de apantallamiento electromagnético

En el caso de estos composites se han obtenido resultados de apantallamiento electromagnético en un rango de frecuencias entre 400 MHz y 3 GHz (frecuencia normalmente utilizada por la telefonía móvil, red wifi, etc.), similares a productos textiles que actualmente existen en el mercado. Estos composites, de pocos milímetros de espesor, han conseguido atenuar entre -10 y -20 dB para tal rango de frecuencias, tal y como se puede observar en el gráfico que aparece más abajo.



Ejemplos de composites de apantallamiento electromagnético.

El gráfico que aparece a continuación se ha obtenido tras la realización del ensayo de cámara anecoica de dos prototipos desarrollados en el proyecto. En este ensayo se toman mediciones de la intensidad de una señal electromagnética entre una antena emisora y otra receptora, tanto antes como después de colocar el material objeto a ensayar entre ambas antenas. La atenuación de la señal que llega a la antena receptora se mide en decibelios (dB).



Esquema del ensayo de cámara anecoica.

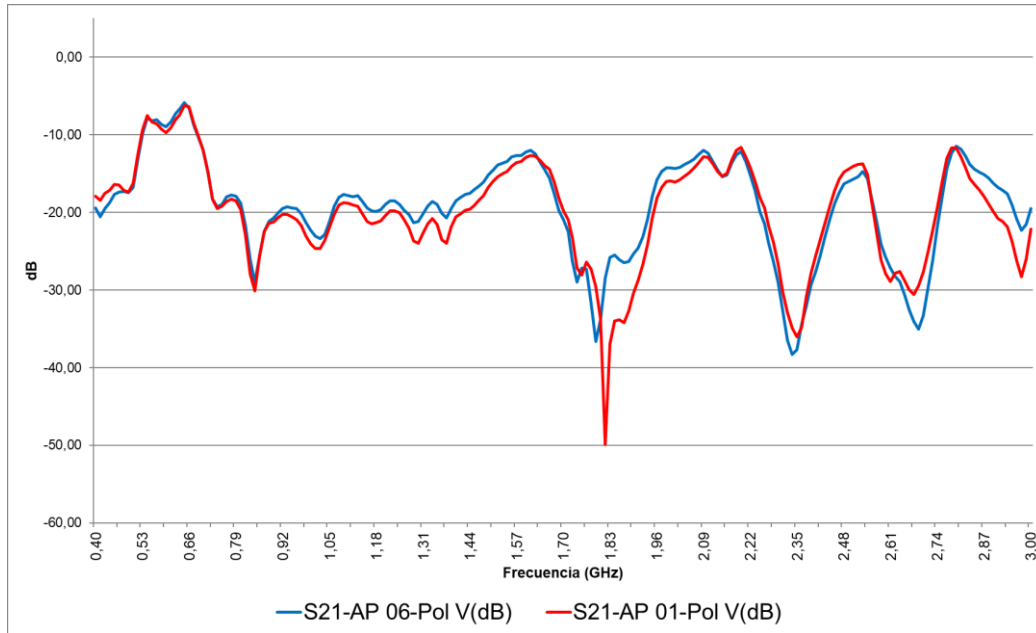


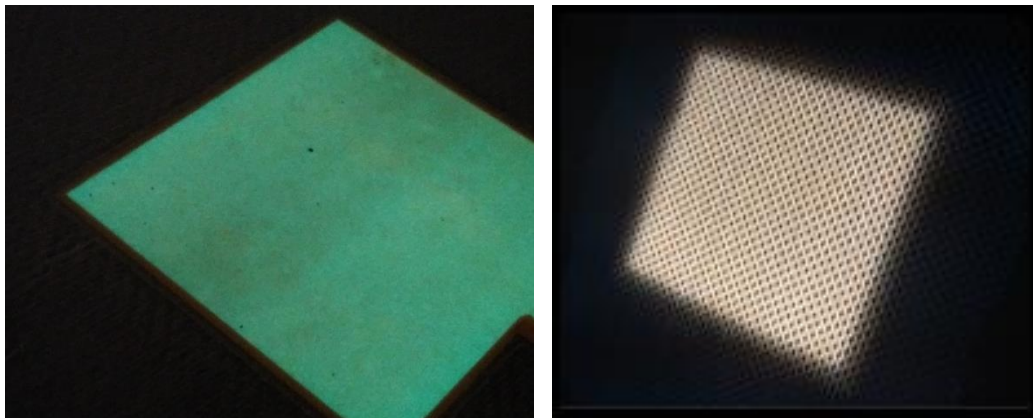
Gráfico comparativo entre dos composites desarrollados en el Smartcomp.

En el gráfico anterior queda representado el comportamiento de un composite fabricado con un textil comercial con propiedades de apantallamiento electromagnético (línea roja), y el de un composite fabricado con un textil sobre el que se ha realizado un bordado con hilo metálico (línea azul). Como se observa, el comportamiento de ambos materiales compuestos es muy parecido. Los materiales llegan a obtener un apantallamiento aproximado de -20dB.

Composites lumínicos

La integración de los elementos lumínicos en el material compuesto ha sido satisfactoria. A través del proceso de reingeniería se han podido insertar LEDs, OLEDs, lentejuelas y dispositivos electroluminiscentes en los materiales compuestos, sin que ello haya supuesto modificaciones relevantes en el proceso de fabricación de dichos materiales.

Por lo que respecta a la intensidad lumínica, por lo general, se obtiene menor intensidad lumínica cuando se incluye el elemento lumínico en el composite debido a la capa de resina que se coloca delante de él. Sin embargo, esta disminución es poco significativa.



Ejemplos de composites lumínicos desarrollados en el proyecto.

Composites piezoeléctricos

En cuanto a los composites piezoeléctricos desarrollados, se ha podido concluir que la energía generada es relativamente baja, pero es ligeramente mayor respecto al dispositivo piezoeléctrico en sí, sin ser integrado en el composite. La razón de ello se encuentra en el aumento de la rigidez, al integrarse en el material compuesto. Una mayor rigidez se traduce en mayores vibraciones frente a impactos, y consecuentemente, mayor generación de energía eléctrica.



Ejemplo de dispositivo piezoeléctrico antes (izq.) y después (dcha.) de ser integrado en el composite.