



AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE ADDITIVE MANUFACTURING. AÑO II



N.I.F.: G-03182870

Asociación de Investigación de la Industria Textil

Proyecto COLABORATIVO: AITEX, AIJU e INESCOP

Expediente AITEX: IMDECA/2016/12

Expediente AIJU: IMDECA/2016/3

Expediente INESCOP: IMDECA/2016/2



"Proyecto cofinanciado por los Fondos FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020"

1. INTRODUCCIÓN

La Fabricación Aditiva o Additive Manufacturing (AM), como se conoce internacionalmente, consiste en manipular material a escala micrométrica y depositarlo de forma muy precisa para construir un sólido capa a capa a partir de un fichero CAD. Son muy diversas las tecnologías que permiten fabricar piezas por este principio, lo que ha supuesto una revolución industrial.

Dentro de las tecnologías de AM (conocidas popularmente como impresión 3D), está muy extendida la tecnología del Modelado por Deposición de Material Fundido (FDM), consistente en la extrusión de filamentos de materiales termoplásticos a través de una boquilla que deposita capa a capa el modelo a construir. Esta técnica permite la obtención de geometrías extremadamente complejas, pudiendo trabajar con materiales diversos. No obstante, existe el inconveniente de la dependencia de los proveedores de tecnología y de la no disponibilidad de formulaciones con propiedades especiales.

Como consecuencia del estado actual de los mercados, las empresas manufactureras están demandando de forma creciente el desarrollo de productos totalmente personalizados, de series cortas o piezas con funcionalidades y/o propiedades innovadoras como aspecto similar a la madera, cambios de color, electro conductividad, absorción de impactos, propiedades antimicrobianas, e incluso la incorporación de más materiales biodegradables y/o medioambientalmente sostenibles.

Por estas razones, surge entre **AIJU, AITEX e INESCOP** la idea de colaborar en esta propuesta de Investigación y Desarrollo, con el objetivo fundamental de mejorar la competitividad de las empresas del Sector Juguetero, Textil y de Calzado de la Comunidad Valenciana mediante la aplicación de estas tecnologías de fabricación aditiva (AM) para la obtención de piezas funcionales y/o personalizadas para cada sector industrial, desarrollando para ello tanto materiales según los requisitos solicitados, como herramientas informáticas para el diseño de producto, tanto en herramientas para el paso de superficies de 3D a 2D e inversa, como para incorporar texturizados 2D en superficies 3D.

En el caso del juguete y calzado, se aplicará la tecnología FDM como tal, sin embargo puede ofrecer más oportunidades en combinación con procesos manufactureros tradicionales, como puede ser el caso del Sector Textil. Por ello se prevé también la impresión FDM sobre materias tejidas pudiendo ahorrar un proceso productivo de ensamblaje adicional, así como desarrollar ideas que con los procesos tradicionales no se pueden llegar a obtener.

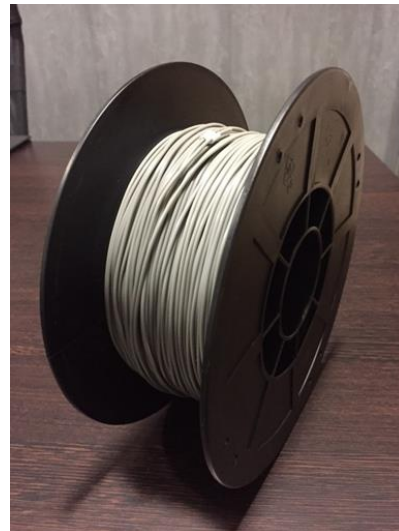
El presente proyecto es la segunda anualidad del proyecto colaborativo iniciado en 2015 por AIJU, AITEX e INESCOP, y donde se tratan de ampliar los objetivos alcanzados en la primera anualidad.

2. RESULTADOS PREVIOS. Año I

En la primera anualidad (2015) del proyecto la investigación se centró en la utilización de distintos materiales (no flexibles), así como su funcionalización, para el desarrollo de monofilamentos técnicos para su utilización como material de aporte en la impresión 3D directa sobre estructuras textiles (tejidos) con la finalidad de obtener artículos textiles personalizables, como anillas, enganches, logotipos, etc.

Los materiales fundamentalmente utilizados fueron Poliéster (PET), Acido Poliláctico (PLA), Polipropileno (PP) y Polifenil Sulfuro (PPS). A estos materiales también se les incorporó aditivos para tratar de aportarles propiedades de luminiscencia y electro-conductividad.

Alguno de los demostradores impresos sobre textiles con los monofilamento investigados se muestran a continuación.





2. OBJETIVOS. Año II

El objetivo general de la presente iniciativa es la mejora competitiva de las empresas de la Comunidad Valenciana desarrollando para ello nuevos productos funcionales y personalizados mediante fabricación aditiva, de alto valor añadido dentro de los sectores del Juguete, del Textil y del Calzado Valenciano. Esto también se podrá hacer extensible a todos los demás sectores industriales como compounders, moldistas, envase y embalaje, automoción, etc. e incluso al público general de la Comunitat, ya que repercutirá positivamente sobre pilares socio-económicos fundamentales para la población en general, como pueden ser la creación de empleo o la mejora del Estado del Bienestar.

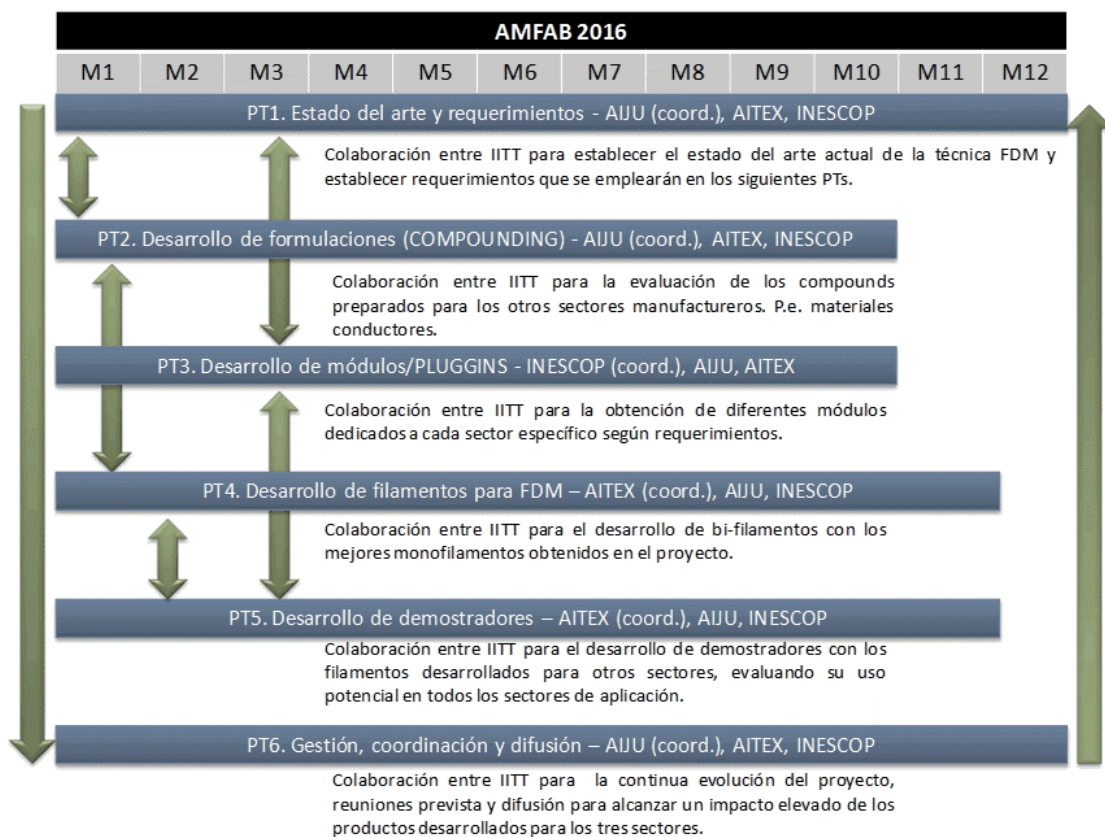
Para ello, AIJU, AITEX e INESCOP colaborarán en el desarrollo de nuevos materiales y filamentos para impresión 3D promoviendo un sistema integrado de fabricación avanzada de piezas funcionales y/o personalizadas para cada sector industrial. Se desarrollarán nuevas formulaciones de materiales poliméricos funcionalizados, filamento apropiado para su procesado mediante FDM y herramientas de diseño para esta tecnología, que permitan finalmente a las empresas manufactureras ofrecer a los usuarios finales productos a medida con características novedosas, más eficientes, sostenibles y competitivos no presentes actualmente en el mercado.

3. RESULTADOS OBTENIDOS. Año II

En la segunda anualidad del proyecto (2016) la investigación por parte de AITEX se ha centrado en la utilización de materiales flexibles, así como su funcionalización, para el desarrollo de monofilamentos técnicos para su utilización como material de aporte en la impresión 3D directa sobre estructuras textiles (tejidos) con la finalidad de que los diseños impresos tuvieran la flexibilidad necesaria para soportar su doblado sin desprenderse del tejido.

Alguno de los demostradores planteados en el proyecto fueron artículos textiles personalizables como Códigos Braille o etiqueta tridimensional, "Smart Textiles", estructuras protectoras para absorción de impactos, o impresiones luminiscentes para tapicerías y textil-hogar infantil.

En el siguiente cuadro resumen se puede ver el timing los paquetes de trabajo que ha llevado a cabo cada uno de los IITTs.



A continuación, se muestran los resultados obtenidos más importantes en el proyecto colaborativo entre los tres centros tecnológicos participantes durante la segunda anualidad (2016).

RESULTADOS GLOBALES OBTENIDOS EN 2016

PT 1. Estado del arte y Requerimientos de los Sectores Juguete, textil y Calzado.

Se ha ampliado en esta anualidad el estudio sobre el estado del arte acerca de:

- Nuevos avances en la tecnología FDM
- Nuevos avances en materiales y filamentos para FDM
- Nuevos diseños para AM aplicados a los distintos sectores industriales
- Evolución económica y de proyectos de investigación europeos de la fabricación aditiva
- Se ha realizado una búsqueda concreta de publicaciones para los tres sectores del proyecto

Se han consultado artículos científicos y patentes en distintas áreas temáticas.

Esta tarea se ha realizado en colaboración de los tres centros participantes

Requerimientos de los Sectores Juguete, textil y Calzado.

- Se han definido y seleccionado distintos demostradores para su posterior fabricación por impresión 3D con los nuevos filamentos que se desarrollen.
- Se han definido los requisitos y propiedades finales a cumplir por éstos, principalmente los requisitos de seguridad desde el punto de vista normativo
- Se han propuesto unos materiales y unas condiciones de fabricación por FDM para cada demostrador.
- Se han seleccionado distintos materiales termoplásticos que actuarán como matrices plásticas para preparar los filamentos.
- Se han seleccionado distintos aditivos funcionales para conferir las propiedades innovadoras a los filamentos a desarrollar: Aditivos termocrómicos, fotocromicos, luminiscentes, conductores de la electricidad y antimicrobianos.

PT 2. Preparación de formulaciones funcionales para los sectores juguete, textil y calzado

Se han desarrollado distintas formulaciones, tanto rígidas como flexibles aditivando mediante extrusión compounding, los distintos termoplásticos seleccionados en la etapa anterior con diferentes porcentajes de los aditivos funcionales definidos (termo y fotocromicos, conductores de la electricidad, luminiscentes y antimicrobianos), tal como estaba previsto:

- Materiales rígidos no biodegradables y biodegradables: ABS, PS, PP y PLA.
- Materiales flexibles, procedentes de fuentes renovables y no renovables: TPU y TEP PLA, Como funcionalidad se ha incorporado
- AITEX ha desarrollado nuevos compuestos luminiscentes a partir de matrices termoplásticas flexibles, así como con capacidad de disipación electrostática.

AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF

Se ha optimizado el proceso de compounding, hasta obtener formulaciones adecuadas.

Se han caracterizado las formulaciones, obtenidas en forma de granza, mediante FTIR, DSC, TGA, MFI, densidad, SEM, análisis químicos, etc.

INESCOP ha seleccionado y testado aditivos que infieren propiedades antimicrobianas al filamento final extrusionado. Éstos han sido extruidos diferentes filamentos en colaboración de AITEX. Los filamentos han sido caracterizados y se han desarrollado los informes correspondientes en donde se analiza las propiedades antimicrobianas y citotoxicidad de los materiales finales. Por último, han sido analizados los prototipos funcionalizados para comprobar sus características antimicrobianas y citotoxicidad.

PT 3. Desarrollo de pluggins para mejora del diseño para AM en base a los requerimientos

INESCOP ha desarrollado herramientas software aplicables a los tres sectores de forma que se generaliza el uso de estas, indicando AIJU los requisitos necesarios para el juguete.

Posteriormente han sido testeadas estas herramientas imprimiendo piezas de juguete con el objetivo de verificar la calidad de las geometrías finales conseguidas y su idoneidad para ser impresas en 3D.

INESCOP ha desarrollado herramientas software que permiten la conversión de polisuperficies complejas a mallas poligonales aptas para la realización de su aplanado. También una herramienta que permite la visualización del error cometido en el proceso de conversión, así como algoritmos que permiten el aplanado de polisuperficies complejas para proceder posteriormente a su texturizado 3D.

Otras herramientas desarrolladas permiten la traslación paramétrica de 2D a 3D. Además, se ha incluido la posibilidad de utilizar objetos de referencia para poder ser utilizados como ayuda para la creación de texturas más complejas y a partir de imágenes.

Esta herramienta ha sido validada para su utilización tanto en aplicaciones para el sector calzado, juguete y textil. En el caso del juguete se han aplicado estas herramientas al texturizado de superficies complejas como el pelo de la cabeza de muñeca texturas de animales.

- Han sido desarrolladas herramientas software aplicables a los tres sectores de forma que se generaliza el uso de estas.

- Han sido testeadas estas herramientas en ambos sectores con el objetivo de verificar la calidad de las geometrías finales conseguidas y su idoneidad para ser impresas en 3D.

- Se han desarrollado algoritmos específicos que permiten la posibilidad de incluir postizos correctores funcionalizados (tanto a nivel de texturizado como estructural) con el objetivo de mejorar las propiedades de la plantilla.

- Se han desarrollado herramientas software que permite la adecuación de una plantilla anatómica para su impresión 3D con la inclusión de estructuras internas que posibilitan la definición de zonas de amortiguación diferentes.

- Se han validado las estructuras creadas mediante la definición de una metodología y protocolo de trabajo apto para su impresión 3D.

AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF

- Se han desarrollado herramientas software que permiten la conversión de polisuperficies complejas a mallas poligonales aptas para la realización de su aplanado. Además, se ha desarrollado, por necesidad, una herramienta que permite la visualización del error cometido en el proceso de conversión.
- Se han desarrollado algoritmos que permiten el aplanado de polisuperficies complejas para proceder posteriormente a su texturizado 3D.
- Se han desarrollado herramientas que permiten la traslación paramétrica de entidades geométricas desde el mundo 2d al mundo 3d. Además, se ha incluido la posibilidad de utilizar objetos de referencia para poder ser utilizados como ayuda para la creación de texturas más complejas.
- Se ha desarrollado una herramienta software para la creación de texturas 3D complejas a partir de imágenes. Esta herramienta ha sido validada para su utilización tanto en aplicaciones para el sector calzado, juguete y textil.
- Se han desarrollado herramientas software que permite la adecuación de la geometría 3D junto con textura para su impresión 3D.

Esta tarea se ha realizado en colaboración por los centros participantes

PT 4. Desarrollo de filamento para FDM

Los IITTs han desarrollado filamentos mediante extrusión a partir de las formulaciones desarrolladas en el paquete de trabajo 2. Se ha optimizado los parámetros de extrusión e hilado hasta obtener los filamentos de manera adecuada con el diámetro y características correctas para su posterior impresión en 3D.

AITEX ha desarrollado nuevos filamentos flexibles funcionales para su utilización en impresión 3D, así como con capacidad de disipación electrostática.

Se han realizado pruebas de impresión 3D con todos ellos optimizando los parámetros de impresión. De los filamentos desarrollados, finalmente se han seleccionado los óptimos para obtener los prototipos demostradores en el PT5.

Los filamentos han sido caracterizados mecánica y térmicamente, así como desde el punto de vista biológico (test de efectividad antimicrobiana)

Se han evaluado los filamentos biodegradables desde el punto de vista medioambiental realizando el ACV. para conocer en qué aspectos de estos materiales generan mayores impactos respecto a otros filamentos fabricados con formulaciones convencionales.

Esta tarea se ha realizado en colaboración de los tres centros participantes

PT 5. Demostradores de juguete, textil y calzado mediante FDM y materiales funcionales

AITEX ha desarrollado a través de la impresión 3D sobre diferentes sustratos textiles, nuevos elementos de absorción de impactos, así como distintos tipos de iconografía como Braille, señalización, diseños infantiles luminiscentes, Smart textiles, etc.

- Se ha optimizado el proceso de impresión 3D en los dos equipos de FDM

AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF

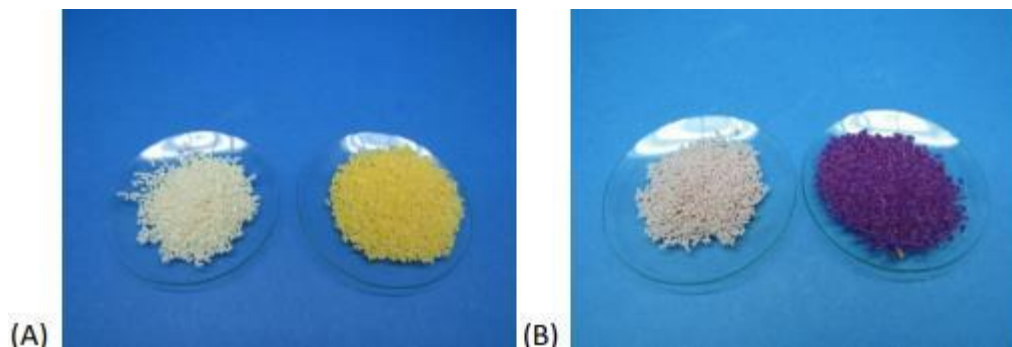
- Se han caracterizado las piezas obtenidas, validando la funcionalidad (ensayos antimicrobianos, de cambios de color, luz...) así como realizando ensayos de seguridad del juguete según la norma aplicable EN71

INESCOP ha utilizado una impresora 3D de doble cabezal que permite la manipulación de los parámetros de configuración de los cabezales de forma independiente. Se han diseñado un conjunto de piezas prototipo (demostradores) que permitan su análisis con el dispositivo de absorción de impactos desarrollado para el proyecto. Se ha desarrollado un sistema de monitorización remota de la impresora 3D. Se ha desarrollado un dispositivo de análisis de impacto para la caracterización de las probetas diseñadas e impresas con diferentes estructuras 3D.

Los resultados parciales obtenidos por AIJU en el proyecto han sido:

En primer lugar, para obtener los filamentos, se ha realizado mediante extrusión compounding de los materiales para obtener la granza funcionalizada para su posterior hilado para impresión 3D.

Así, se ha llevado a cabo un estudio para obtener las diferentes formulaciones incluyendo materiales tanto biodegradables como ácido poliláctico tipo PLA, como materiales provenientes de origen renovable como ha sido un elastómero de TPU. En segundo lugar, teniendo en cuenta que dentro de la impresión 3D también se emplean matrices convencionales, se han empleado matrices termoplásticas rígidas como un polipropileno, ABS y flexibles como un elastómero basado en TPU convencional. Los materiales mencionados anteriormente se han funcionalizado para la obtención de material en granza con cambio de color por acción de la temperatura (termocrómico), por acción de la luz (fotocrómico), luminiscente, conductor o con funcionalidad antimicrobiana por la adición de nanomateriales.



Todos los materiales que se han desarrollado durante el proyecto han sido caracterizados mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), termogravimetría (TGA), Espectroscopía Infrarroja (FTIR), índice de fluidez (MFI), densidad y microscopía electrónica de barrido para conocer tanto sus propiedades químicas y físicas y de la dispersión de los aditivos en las matrices.

AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF

En segundo lugar, se han realizado mediante extrusión-hilado, los filamentos necesarios para impresión 3D con las características descritas, controlando en todo momento las condiciones de estiraje y bobinado para obtener filamentos de impresión 3D con un diámetro establecido (1.75 o 2.85mm) constante en todo el filamento preparado. A modo de ejemplo, la siguiente Figura muestra dos de los filamentos preparados, filamentos de PLA conductor y TPU con característica fluorescente.



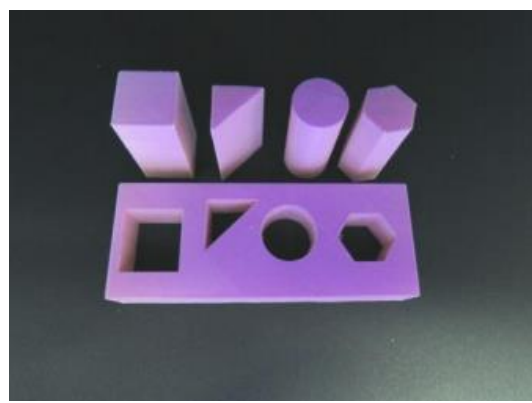
Los filamentos fabricados mediante extrusión-hilado, empleando las granzas funcionalizadas desarrolladas durante el proyecto, han sido caracterizados para conocer y evaluar sus propiedades mecánicas. Para ello, se ha realizado la caracterización de los filamentos desde el punto de vista mecánico (tracción sobre el filamento y dureza) como desde el punto de vista químico para evaluar su idoneidad de acuerdo con la normativa EN-71.

Por concluir, todos los desarrollos de filamentos realizados durante el proyecto han sido evaluados como filamentos de impresión 3D mediante la fabricación de demostradores.

En primer lugar, se han optimizado las condiciones de impresión de filamentos sin funcionalizar para evaluar su aptitud como filamentos de impresión 3D, a partir de la impresión distintas piezas con distintas geometrías, distintas velocidades o temperaturas de la base de impresión o del cabezal de impresión. Con estos parámetros, se ha realizado una evaluación de los filamentos funcionalizados con las distintas características establecidas.

Por último, se han impreso distintos demostradores dentro del sector del producto infantil y de ocio, y se ha evaluado la seguridad de juguetes de acuerdo con la normativa EN-71. La figura 4 muestra diferentes demostradores realizados en los materiales desarrollados en el proyecto: (A) PPfluorescente, (B) PLA fotocromático amarillo, (C) PLA termocromático rosa y azul, (D) y (E) TPU luminiscente y (F) PLA fotocromático violeta.

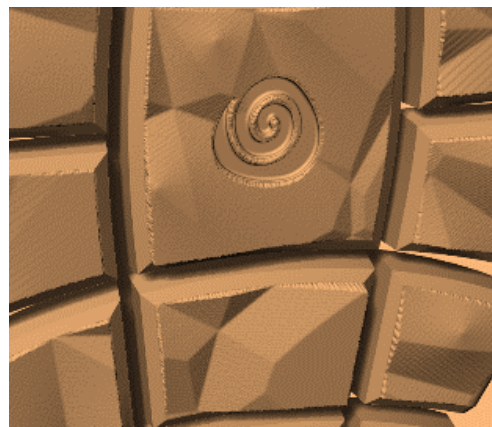
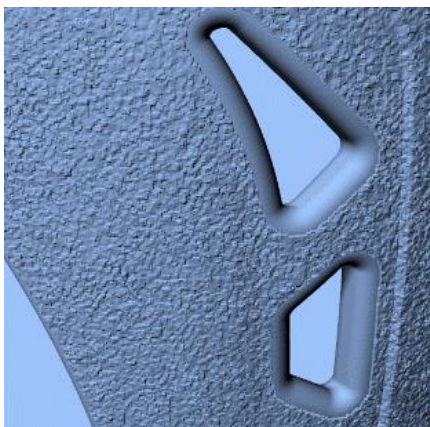
AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF



Prototipos desarrollados por AIJU

Los resultados parciales obtenidos por AITEX en el proyecto han sido:

Los materiales fundamentalmente utilizados fueron Poliuretano Termoplástico (TPU), Elastómero Termoplástico (TPE) y SEBS. A estos materiales también se les incorporó aditivos para tratar de aportarles propiedades de luminiscencia y electro-conductividad. Alguno de los demostradores impresos sobre textiles con los monofilamento flexibles investigados se muestran a continuación.



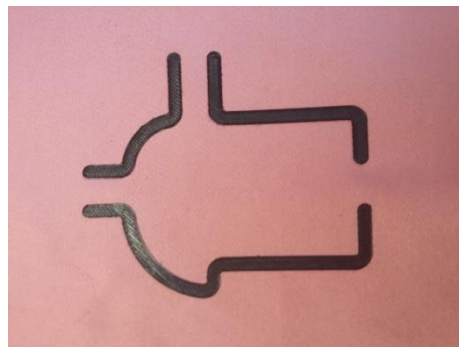
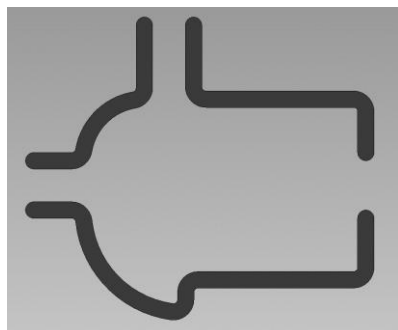
Impresión 3D de absorbedor de impacto sobre textil



Impresión 3D de etiqueta luminiscente sobre textil



Impresión 3D de codigos Braille sobre textil



Impresión 3D de un smart textile

Los resultados parciales obtenidos por INESCOP en el proyecto han sido:

Resultados y documentación gráfica

PT1: Estado del arte y Requerimientos de los Sectores Juguete, textil y Calzado. Selección de demostradores. Ejemplos:



PT2: Preparación de las formulaciones funcionales para los sectores juguete, textil y calzado. Más de 40 formulaciones con termoplásticos flexibles, rígidos, biodegradables y convencionales con distintos aditivos funcionales: termocrómicos, fotocromicos, luminiscentes, conductores eléctricos, absorbentes UV y antimicrobianos

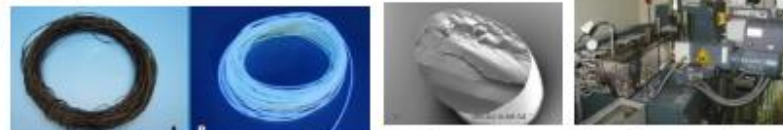


PT3: Desarrollo de módulos/pluggins para mejora del diseño para AM en base a los requerimientos



Ejemplos de texturas

PT4: Desarrollo de filamentos para FDM
Ejemplos de filamentos funcionales



PT5: Desarrollo de demostradores de juguete, textil y calzado mediante FDM con materiales funcionales



Contribución a la resolución de un problema o debilidad regional. Impacto empresarial.

La realización de este proyecto permitirá aumentar el grado de innovación en sectores manufactureros tradicionales, los cuales necesitan elevar su nivel competitivo frente a otros sectores industriales más tecnológicos

La introducción en sus procesos de nuevas tecnologías de fabricación aditiva, con nuevos materiales funcionales muy novedosos permitirá la generación de productos de elevado valor añadido con propiedades diferentes:

- Personalización de piezas dentro del sector manufacturero del juguete, textil y calzado para su acoplamiento al usuario final.
- Introducción de propiedades innovadoras, como antimicrobianas, absorción de impactos, textiles inteligentes para usuarios específicos...
- Diseño de nuevas texturas sobre piezas finales.
- Fabricación de piezas de diseño, únicas, piezas de coleccionista según criterios del usuario final.
Fabricación Piezas técnicas (calzado deportivo, indumentaria o juguetes especiales).

Sector del Juguete

El número de empresas del sector del juguete potencialmente beneficiarias de los resultados del proyecto son 221 en toda España, sin incluir al subsector auxiliar del juguete (fabricación de componentes).

Sector Textil

El número de empresas textiles potencialmente beneficiarias de los resultados del proyecto son 1.100 en la Comunitat Valenciana y 9.476 en toda España.

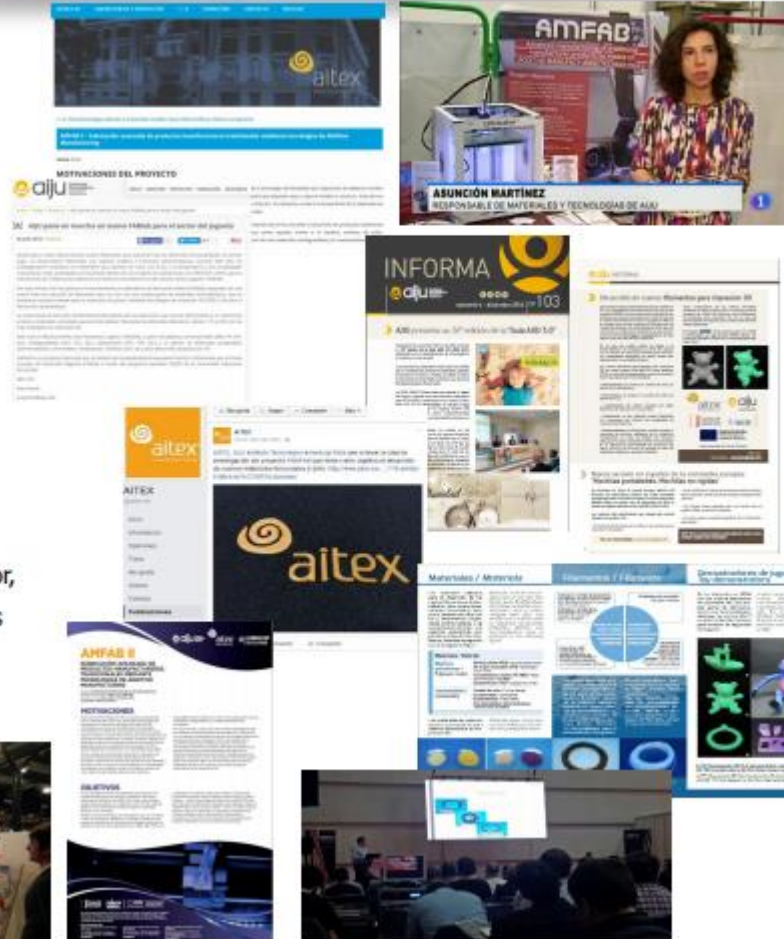
Sector del Calzado

El número de empresas del calzado potencialmente beneficiarias de los resultados del proyecto son 1.402 en la Comunitat Valenciana.

AMFAB II. FABRICACIÓN AVANZADA DE PRODUCTOS MANUFACTUREROS TRADICIONALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE AMF

Información, publicidad y difusión realizadas: PT6

- ❖ Páginas web de AIJU, AITEX e INESCOP
- ❖ Boletines y Revistas de los centros (distribución formato electrónico y papel)
- ❖ Noticia en el blog de AIJU (acceso público)
- ❖ Redes sociales
- ❖ Nuevos trípticos y póster
- ❖ Memoria Actividades de AIJU 2016
- ❖ Presentaciones en Ferias y eventos
- ❖ Artículos técnicos y científicos
- ❖ Aparición en Prensa, Radio y TV
- ❖ Otros: Powerpoint reunión anual Consejo Rector, Cursos, Visitas a las instalaciones de los Centros



Criterios horizontales de igualdad de oportunidades y sostenibilidad ambiental. Sinergias con otras políticas o instrumentos de intervención pública.

- ✓ El empleo de estas tecnologías de impresión 3D potencia las condiciones en materia de igualdad de oportunidades
- ✓ Como consecuencia del estado actual de los mercados, las empresas manufactureras están demandando de forma creciente el desarrollo de productos medioambientalmente más sostenibles
- ✓ Aumentar el valor añadido de los productos generados en el proyecto gracias a las funcionalidades
- ✓ Desarrollar nuevas oportunidades de negocio en los sectores tradicionales implicados al hacer este tipo de industria más competitiva con las nuevas formulaciones, filamentos y diseños desarrolladas frente a otros procesos de fabricación.

3. CONCLUSIONES

La posibilidad de innovar en los sectores tradicionales a partir de nuevas tecnologías de fabricación como es la impresión 3D mediante técnicas de fabricación aditiva es muy importante para darle un nuevo impulso a los sectores del Juguete, Textil y Calzado. Así, se han diseñado nuevos materiales técnicos y un programa de diseño 3D que permite la mejora de los diseños, personalización en función de los requerimientos de los usuarios, todo ello a través de la fabricación por impresión 3D mediante FDM.

Durante el año 2016, se han desarrollado de nuevos filamentos para impresión 3D para ser empleados dentro de los sectores tradicionales. En primer lugar, se han obtenido diferentes materiales en grana con las propiedades descritas de cambio de color, luminiscencia, conductor o antimicrobiana, y posteriormente, mediante extrusión-hilado, se han desarrollado los filamentos con estas propiedades. Por último, se ha probado con éxito los distintos filamentos para la impresión 3D de demostradores.

Los resultados derivados de los dos años de proyecto permiten disponer a los IITTs de la capacidad para el desarrollo de filamentos para impresión 3D y dotarle de distintas funcionalidades, incluidas las desarrolladas durante la primera anualidad como aspecto madera y capacidad antimicrobiana.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto AMFAB II, "Fabricación avanzada de productos manufactureros tradicionales mediante tecnologías de additive manufacturing. Año II", está financiado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) a través del programa "Proyectos de I+D en Colaboración" en la actuación IMDECA-proyectos de I+D en colaboración siendo los centros del consorcio AIJU (ref. IMDECA/2016/3) coordinador del proyecto, AITEX (ref. IMDECA/2016/12) e INESCOP. (ref. IMDECA/2016/2)