aitex®
textile research institute

3DTEX

Investigación y desarrollo para la fabricación de estructuras 3D a partir de la tecnología additive manufacturing destinadas al sector de la industria creativa de la salur

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

1.FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Nº EXPEDIENTE	IMAMCI/2018/1
TÍTULO COMPLETO	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS 3D A PARTIR DE LA TECNOLOGÍA ADDITIVE MANUFACTURING DESTINADAS AL SECTOR DE LA INDUSTRIA CREATIVA Y DE LA SALUD
PROGRAMA	Plan de Actividades de Carácter no Económico 2018
ANUALIDAD	2018
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	(SI PROCEDE)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870

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)

2.ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES

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.

MOTIVACIONES:

La tecnología de Additive Manufacturing, AM es una tecnología que en los últimos años está ganando posiciones en nuestra industria. Después de más de tres décadas de investigación y desarrollo, la tecnología de fabricación aditiva continúa creciendo, se introducen cada año nuevos materiales, aplicaciones y nuevos modelos de negocio. Del mismo modo, se están incorporando al uso de la fabricación aditiva, muchos sectores que, hasta ahora, veían esta tecnología solamente útil para el desarrollo de producto o el diseño de pieza. De hecho, las piezas funcionales realizadas por procesos aditivos para series cortas, o prototipos funcionales representan alrededor de un 30% del total de las piezas fabricadas.

El principal reto del presente proyecto consiste en investigar el proceso de aditivación de los filamentos empleados en la impresión 3D para obtener piezas funcionales y estudiar todas las tecnologías que abarca la fabricación aditiva para imprimir piezas inteligentes. Esto permitirá que la tecnología de Additive Manufacturing sea considerada como uno de los procesos más competitivos para la fabricación de piezas en muchas aplicaciones.

3.OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto 3DTEX engloba 4 líneas de investigación donde la tecnología de impresión 3D (additive manufacturing) es el hilo conductor de todas ellas:

- 1ª Línea: funcionalización de polímeros termoplásticos y resinas acrílicas para la impresión 3D de piezas.
- 2ª línea: Impresión 3D de piezas para moda inteligente (accesorios con sensores, prendas con filamentos conductores, etc)
- 3ª línea: Impresión 3D de piezas para salud (dental)
- 4ª línea: Impresión 3D para la fabricación de composites

Para desarrollar con éxito las líneas mencionadas, se han establecido los siguientes objetivos:

- Funcionalización de polímeros termoplásticos para la tecnología FDM de 3D printing.
- Funcionalización de polvos selectivos para la tecnología SLS de 3D printing.
- Funcionalización de resinas acrílicas para la tecnología DLP de 3D printing.
- Desarrollo de piezas 3D funcionalizadas para la industria creativa: piezas con sensores integrados, piezas conductoras, accesorios inteligentes, etc.
- Desarrollo de estructuras extra-ligeras y super-resistentes para la industria creativa.
- Desarrollo de piezas 3D para el sector salud: moldes dentales.
- Investigación y desarrollo de núcleos honeycomb de elevadas prestaciones para la industria de materiales compuestos.

4.PLAN DE TRABAJO

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.

Para la ejecución del proyecto 3DTEX se han llevado a cabo las siguientes tareas:

1. GESTIÓN Y COORDINACIÓN TÉCNICA
    - 1.1. Gestión
    - 1.2. Coordinación técnica

2. INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA 3D
    - 2.1. Estudio de polímeros y resinas para la tecnología additive manufacturing
    - 2.2. Estudio de la tecnología de additive manufacturing para moda inteligente
    - 2.3. Estudio de la tecnología de additive manufacturing para salud
    - 2.4. Estudio de la tecnología de additive manufacturing para la fabricación de composites

3. SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES
    - 3.1. Selección y adquisición de polímeros y resinas para su funcionalización 3D
    - 3.2. Selección y adquisición de polímeros y resinas para estructuras 3D destinadas a la moda inteligente
    - 3.3. Selección y adquisición de resinas para estructuras 3D destinadas a la salud
    - 3.4. Selección y adquisición de polímeros/resinas para estructuras 3D destinadas a los composites

4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS ESTRUCTURAS 3D
    - 4.1. Formulación y desarrollo de polímeros y resinas 3D
    - 4.2. Diseño y desarrollo de las estructuras 3D para moda inteligente
    - 4.3. Diseño y desarrollo de las estructuras 3D para la salud
    - 4.4. Diseño y desarrollo de los composites 3D

5. VALIDACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 3D
    - 5.1. Evaluación de polímeros y resinas 3D funcionalizadas
    - 5.2. Validación de las estructuras 3D para moda inteligente
    - 5.3. Validación de las estructuras 3D para la salud
    - 5.4. Validación de los composites 3D

6. DIFUSIÓN DE RESULTADOS
    - 6.1. Definición del plan de difusión
    - 6.2. Realización de acciones de difusión

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.

PAQUETES DE TRABAJO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT1 GESTIÓN Y COORDINACIÓN												
T1.1. Gestión												
T1.2. Coordinación técnica												
PT2 INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA 3D												
T2.1 Estudio de polímeros y resinas para la tecnología additive manufacturing												
T2.2. Estudio de la tecnología additive manufacturing para moda inteligente												
T2.3. Estudio de la tecnología de additive manufacturing para salud												
T2.4. Estudio de la tecnología de additive manufacturing para composites												
PT3 SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES												
T3.1. Selección y adquisición de polímeros y resinas para la funcionalización 3D												
T3.2. Selección y adquisición de polímeros/resinas para estructuras 3D destinadas a la moda inteligente												
T3.3. Selección y adquisición de resinas para estructuras 3D destinadas a la salud												
T3.4. Selección y adquisición de polímeros/resinas para estructuras 3D destinadas a los composites												
PT4 DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS ESTRUCTURAS 3D												
T4.1. Formulación y desarrollo de polímeros y resinas 3D												
T4.2. Diseño y desarrollo de estructuras 3D para moda inteligente												
T4.3. Diseño y desarrollo de estructuras 3D para la salud												
T4.4. Diseño y desarrollo de composites 3D												
PT5 VALIDACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 3D												
T5.1. Evaluación de polímeros y resinas 3D funcionalizadas												
T5.2. Validación de las estructuras 3D para moda inteligente												
T5.3. Validación de las estructuras 3D para la salud												
T5.4. Validación de los composites 3D												
PT6 DIFUSIÓN DE RESULTADOS												
T6.1. Definición del plan de difusión												
T6.2. Realización de acciones de difusión												

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.

5.RESULTADOS OBTENIDOS

Según las líneas de investigación dentro del proyecto 3DTEX, los resultados conseguidos se presentan a continuación:

1ª LÍNEA: FUNCIONALIZACIÓN DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS Y RESINAS ACRÍLICAS PARA LA IMPRESIÓN 3D DE PIEZAS.

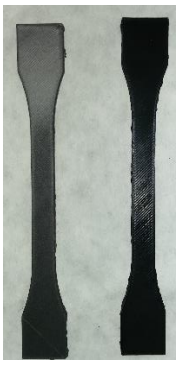
Los resultados dentro de la línea de desarrollo de materiales se centran en la experimentación y desarrollo de materiales con propiedades mejoradas y/o añadidas por ello se han desarrollado nuevos filamentos de impresión 3D con aditivos que incrementan las capacidades de conducción eléctrica, también se han diseñado e impreso con materiales reforzados pequeños utillajes de maquinaria enfocada al sector textil. Estos resultados pueden reunirse en los siguientes puntos:

- Compilación de un estado del arte, donde se han analizado diferentes materiales, su coste y sus requerimientos para impresión 3D con el fin de conocer la procesabilidad de cada material tanto en extrusión monofilamento como en el proceso de impresión 3D.
- Realización de distintas pruebas de impresión con materiales de altas prestaciones térmicas y/o mecánicas.
- Desarrollo de nuevos filamentos de base PLA con aditivos conductores de la electricidad como son el grafeno y los nanotubos de carbono.
- Diseño y desarrollo por medio de impresión 3D de pequeños utillajes para maquinaria textil.
- Realización de acciones de difusión y transferencia de resultados.

Compounding y extrusión de monofilamentos para impresión 3D

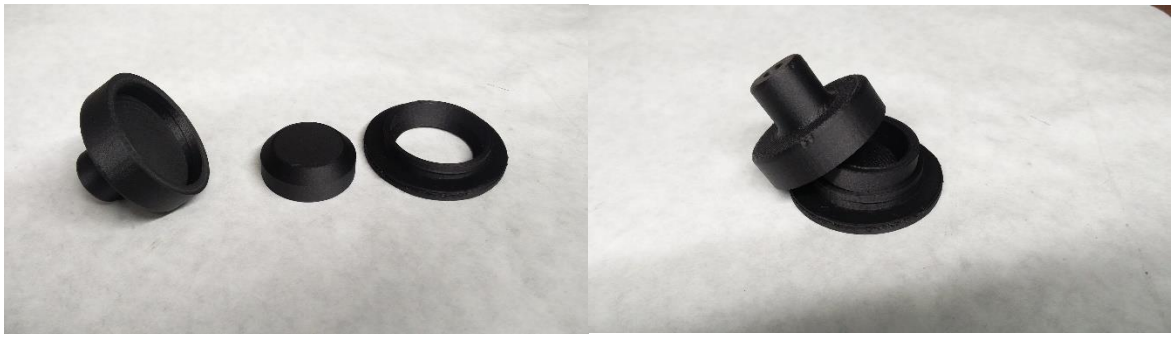
Compound de PLA con grafeno y nanotubos de carbono

Filamentos funcionalizados



Probetas funcionalizadas

Impresión 3D de repuestos de maquinaria textil



Piezas impresas en 3D con filamento reforzado

2ª LÍNEA: IMPRESIÓN 3D DE PIEZAS PARA MODA INTELIGENTE (ACCESORIOS CON SENSORES, PRENDAS CON FILAMENTOS CONDUCTORES, ETC)

En esta línea de investigación se han obtenido los siguientes resultados:

PT2. INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA 3D

Se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de la tecnología de manufactura aditiva englobando:

- Las distintas tecnologías: VAT PHOTOPOLYMERIZATION, MATERIAL EXTRUSION PROCESSES, PRINTING PROCESSES, SHEET LAMINATION, DIRECTED ENERGY DEPOSITION
- Los materiales a emplear: PLA, PP, PTU, ABS, PVA, etc.
- Los sectores de aplicación: sector biomédico, sector alimentario, sector textil, sector del calzado, sector joyería, etc.

Todo ello abalado con el estudio de patentes y artículos científicos. Esta información se puede encontrar en el E2.2.A.

Dentro de este PT2 también se ha realizado una investigación en los programas de diseño SOLIDWORKS, RHINOCEROS y en el programa de control CURA 3D. Todas ellas, herramientas necesarias para poder imprimir filamentos conductores, filamentos flexibles o con propiedades fosforescentes sobre el textil. La información generada se encuentra en el E2.2.B.

Por último, se han realizado pruebas con las impresoras ULTIMAKER, MARFORGED, B9 CREATOR y WITBOX para familiarizarse con las tecnologías específicas de cada una de ellas. El registro de las pruebas realizadas se encuentra en el E2.2.C

PT3. SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Se ha realizado un estudio de los filamentos para impresión con la funcionalidad conductora para obtener circuitos capaces de iluminar leds. La búsqueda realizada se encuentra en el E3.2.

PT4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS ESTRUCTURAS 3D PARA MODA

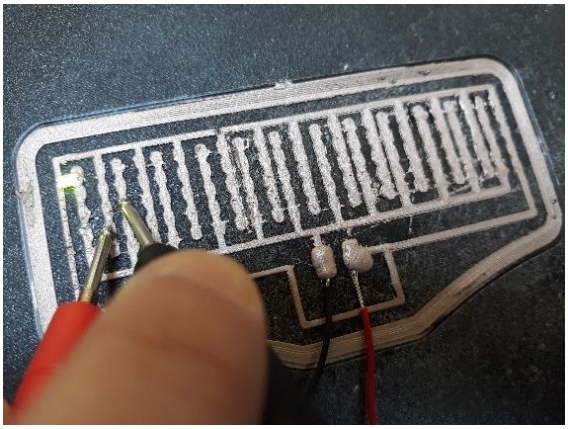
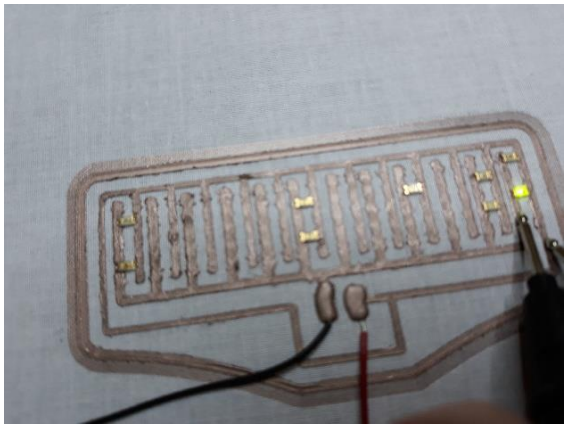
En el PT4 se han diseñado e impreso piezas para imprimir sobre tejido. Algunas de estas piezas impresas con filamentos flexibles, fosforescentes o conductores, se muestran a continuación:

Toda la información se encuentra en los entregables pertenecientes al PT4.

PT5. VALIDACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 3D

En el último PT se han impreso sobre los tejidos y con los filamentos que mejores resultados han ofrecido, las siguientes piezas:

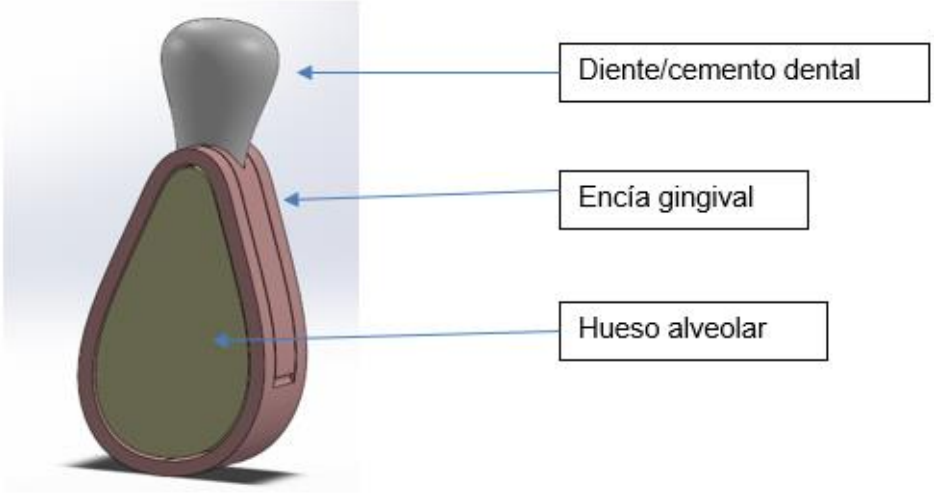
Con filamentos conductores con los que se ha conseguido que el led se ilumine:

Con filamentos fosforescentes se han impreso complementos integrados en la línea de prendas que a continuación se muestra:

3ª LÍNEA: IMPRESIÓN 3D DE PIEZAS PARA SALUD (DENTAL)

En la siguiente línea de trabajo para alcanzar los resultados esperados (estructura dental con la que poder simular y trabajar en la integración de velos de nanofibras entre encia gingival y Hueso alveolar) se ha trabajado con diferentes tecnologías de impresión, utilizando y probando diferentes materiales tanto en formato de filamento como en resina. Obteniendo demostradores que combinan diferentes tecnologías y materiales (flexibles y rígidos) según las características de cada parte de la estructura dental impresa.

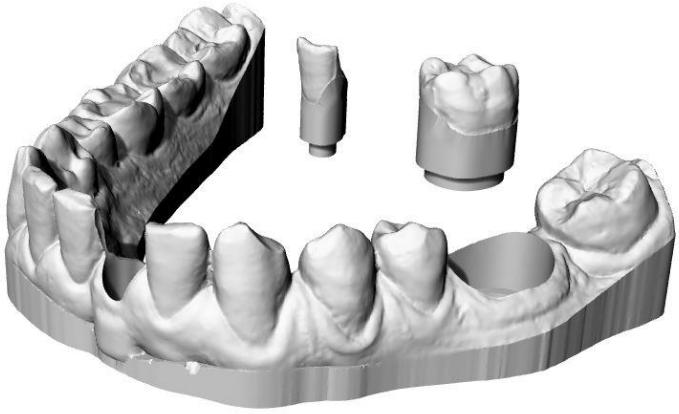


Estructura dental para simulación de incisión e integración de velos de nanofibras.

Impresión estructura dental con incisión.

Destacar que se han realizado ensayos de citotoxicidad de todos los materiales utilizados para el desarrollo de los prototipos con la finalidad de saber si los desarrollos finales puedan ser biocompatibles incluso con el paciente. Sirviendo dichas caracterizaciones para realizar la criba de los materiales idoneos para la fabricación de los prototipos finales.

Una vez conseguida la estructura deseada con diferentes materiales, hasta alcanzar el más optimo para cada parte de la estructura, se ha dado un paso más desarrollando estructuras dentales completas como las que se pueden ver más abajo, con las cuales se puede simular perfectamente la incisión y posterior incorporación de velos de nano fibras desarrolladas en otros proyectos con propiedades regenerativas, sobre una dentadura real. Con la posibilidad de separar los dientes de forma individual pudiendo así intervenir sobre cualquiera de ellos.



Estructura dental 3D

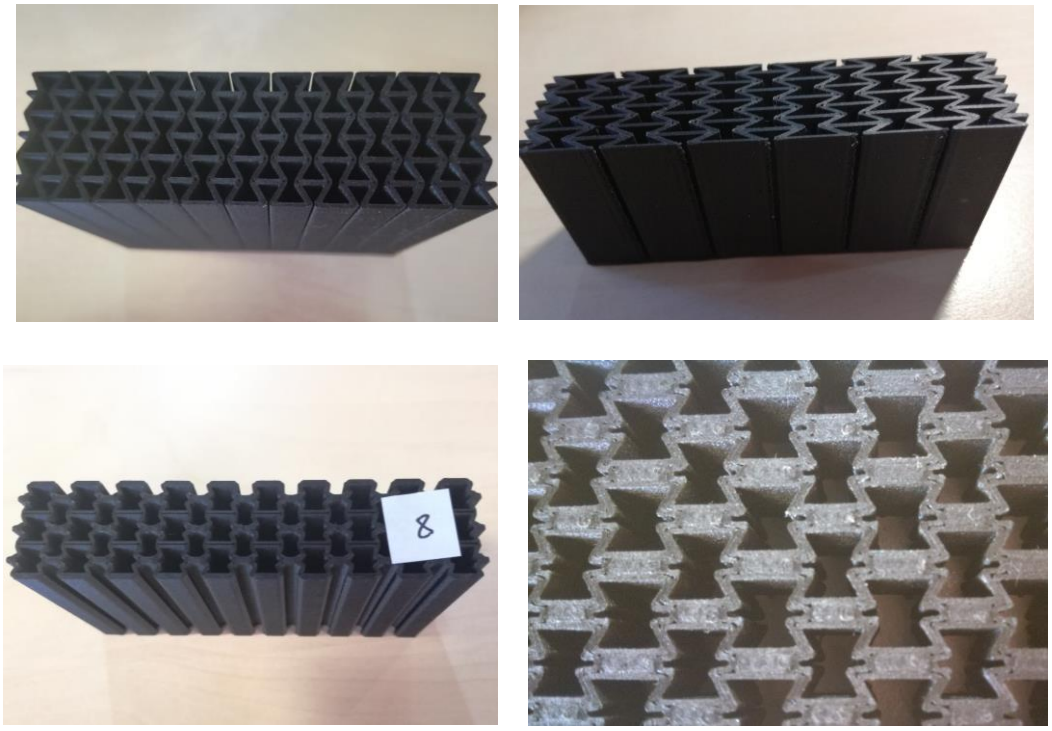
Impresión de estructura dental completa con dientes extraíbles.

Impresión de estructura dental incluyendo encía.

4ª LÍNEA: IMPRESIÓN 3D PARA LA FABRICACIÓN DE COMPOSITES

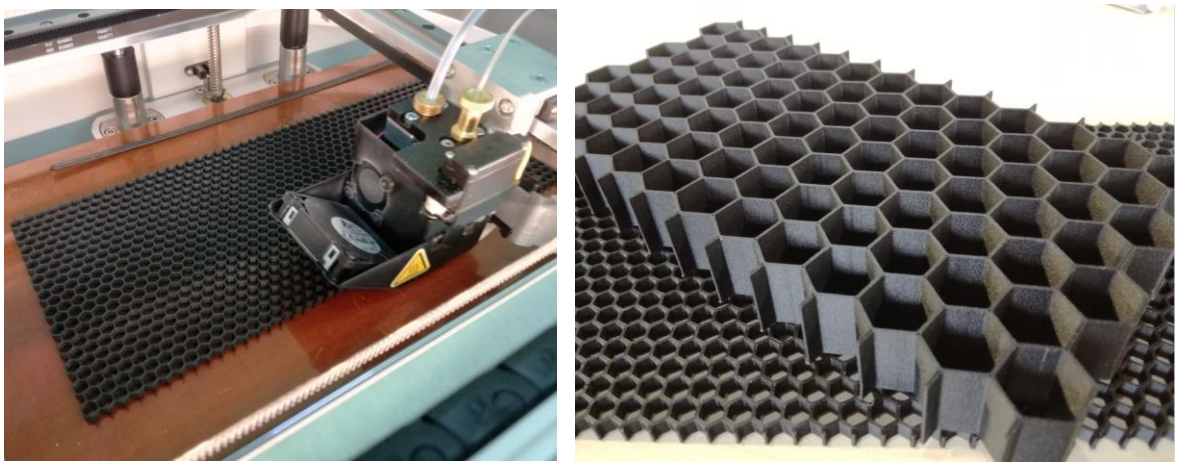
En esta línea de trabajos se han conseguido los siguientes resultados:

- Obtención de núcleos con estructuras auxeticas para comprobar la viabilidad del equipo de impresión MARK TWO para la fabricación de este tipo de refuerzos para fabricación de composites.



Estructuras auxeticas obtenidas mediante impresión 3D.

- Obtención de núcleos con estructuras de panal de abeja para comprobar la viabilidad del equipo de impresión MARK TWO para la fabricación de este tipo de refuerzos.



Núcleos obtenidos mediante impresión 3D.

- Utilización de los núcleos de panal de abeja para la obtención de composites mediante laminación manual, se han utilizado diversos tipos de tejidos (hibrido kevlar/carbono, tejido de carbono, tejido de lino y tejido de kevlar.

Composites realizados mediante laminación manual reforzados con núcleos impresos en tecnología 3D.

- **Caracterización mecánica de materiales impresos** en 3D con refuerzos de kevlar impresos de forma simultánea la impresora MARK TWO de MARKFORGED. Los ensayos mecánicos se han estructurado de dos formas.

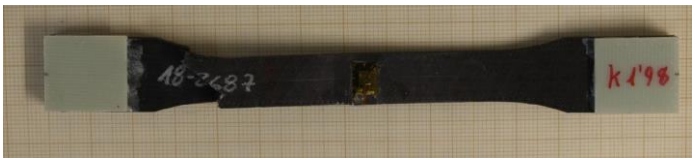
    - Ensayos de flexión, tracción e impacto a temperatura ambiente a probetas impresas con el material Onyx y distintas capas de refuerzo con kevlar, también se han sometido las probetas a envejecimiento UV para comprobar la resistencia del material frete a este tipo de radiación.

Probetas de tracción impresas con Onyx y Kevlar, equipo de envejecimiento UV.

    - Ensayos de flexión y tracción a -20ºC y a 40ºC a probetas impresas con Onyx y reforzadas con kevlar para determinar la influencia de la temperatura ambiental con el material utilizado en su posible aplicabilidad en la fabricación de composites.

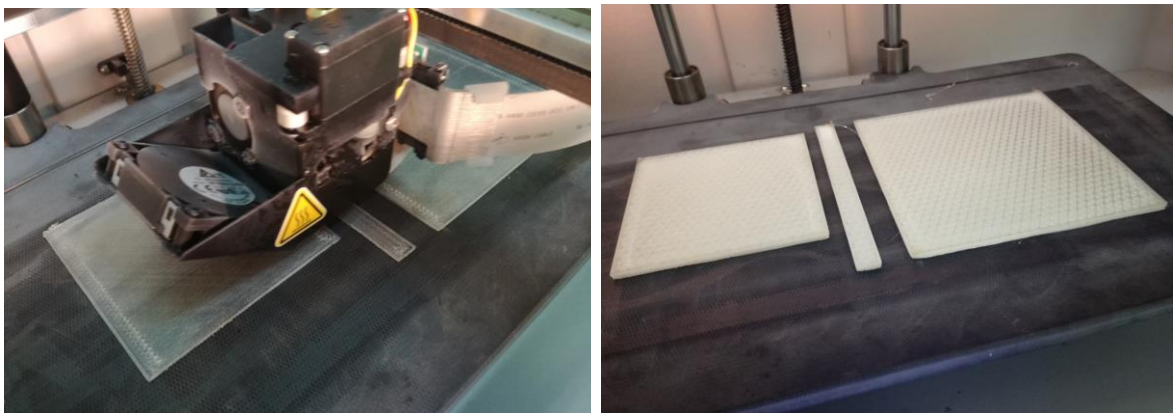
Probetas flexión tras ensayo mecánico

Probetas flexión tras ensayo mecánico



Probetas de tracción tras ensayo de caracterización.

- **Caracterización de resistencia al fuego** de los materiales impresos, se han realizado ensayos de LOI, cono calorimétrico y cabina NBS. Los materiales empleados han sido ONYX y NYLON como materiales termoplásticos y como refuerzo se han utilizado filamentos de kevlar, carbono, fibra de vidrio y fibra de vidrio HT. También se han realizado dichos ensayos a probetas del material termoplásticos recubiertos con una resina termoestable de poliéster formulada para dotar al material de resistencia al fuego.



Impresión de probetas para la caracterización del comportamiento al fuego del material.