

2017 INESCOP

INFORME RESULTADO

PROYECTO:

FUNCGOODS
FUNCIONALIZACIÓN
DE BIENES DE CONSUMO
MEDIANTE IMPRESIÓN 3D

INESCOP trabaja en el proyecto “Metodología para funcionalización de bienes de consumo (calzado) mediante fabricación aditiva (IMDEEA/2017/18)” con el apoyo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Amortiguación en pisos mediante estructuras internas

El estudio de la utilización de la fabricación aditiva (impresión 3D) para producir pisos de calzado resulta de gran interés, debido a que con ella es posible crear pisos a partir de geometrías que con otras tecnologías, sería imposible fabricar. Por este motivo, se ha desarrollado y validado una metodología para mejorar las propiedades de amortiguación de los pisos a partir del uso de estructuras interiores.

En primera fase de análisis se ha determinado la geometría de las estructuras a utilizar. En la fase posterior, se han desarrollado algoritmos CAD para integrarlas dentro del piso de manera automatizada. Se ha diseñado un conjunto de pisos representativo conteniendo las estructuras de amortiguación en la zona del talón y el metatarso, sirviendo además esta etapa para refrendar que los algoritmos diseñados

son válidos y se ajustan a los requisitos especificados. Seguidamente, se procedió a fabricar los pisos, de los cuales es posible observar una muestra en la figura 1.



Figura 1: Pisos funcionalizados mediante estructuras de amortiguación

TIPO DE ESTRUCTURA	MÍNIMO FUERZA IMPACTO (N)	MÁXIMO FUERZA DE IMPACTO (N)
Cilindros medianos	63	70,2
Elipses XY	130,5	139,5
Elipses XYZ	122,4	162,9
Cilindros pequeños	108	165,6
Cámaras aire esferas	72	138,6
Soportes circulares semizigzag	123,3	157,5
Soportes transversales semizigzag	52,2	77,4
Elipses XYZ	108,9	155,7

Tabla 1: Fuerza de impacto mínima y máxima. A menor fuerza de impacto, mayor amortiguación

En el proyecto IMDECA 2016/2 AMFAB II, se concluyó que para imprimir en 3D geometrías internas, era necesario someter al objeto a una partición previa y fabricarlo en dos partes. Sin embargo, a lo largo de este proyecto se ha determinado que no es necesario mientras los elementos interiores estén diseñados con las caras de las diferentes superficies que lo integran orientadas correctamente.

Fricción en pisos mediante texturizado 3D

En este ámbito del proyecto, se ha abordado el aumento de las propiedades de fricción de los pisos de calzado mediante la aplicación de texturizado 3D y fabricación mediante impresión 3D.

En primer lugar, se ha implementado una serie de técnicas de generación automatizada de texturas 2D de manera que puedan ser utilizados para aplicar el texturizado. Estas técnicas de generación son: procedurales (generación algorítmica en base a unos determinados parámetros de entrada), a partir de líneas 2D y a partir de objeto 3D (ver tabla 2).

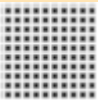




TÉCNICA	PARÁMETROS DE ENTRADA	RESULTADO
Procedural	Tipo: Tuberías Tamaño fila: 10 px Tamaño columna: 10 px	
Líneas 2D		
Objetos 3D		

Tabla 2: Ejemplos de texturas generadas mediante las diferentes técnicas

Finalmente, se han sometido a ensayo los pisos para determinar la amortiguación producida por cada estructura, para lo cual se ha efectuado un número variable de impactos en diferentes zonas, registrando el pico de fuerza mínimo y máximo para cada una de ellas (ver tabla 1).

Adicionalmente, se han desarrollado nuevos procedimientos de filtrado de texturas orgánicas. La validez y adecuación de estas herramientas se constató construyendo a partir de ellas una librería de texturas 2D para su aplicación en pisos de calzado. A continuación, se ha abordado el desarrollo de técnicas auxiliares que solucionan problemas comunes en el texturizado: la deformación siguiendo una determinada curva de diseño, y la discontinuidad que se presenta en piezas complejas que requieren ser divididas para su aplanado.

Haciendo uso las herramientas desarrolladas, se ha aplicado texturizado tridimensional a un conjunto de diseños de pisos, y se ha procedido a su fabricación mediante impresión 3D (ver figura 2).



Figura 2: Detalle de algunos de los pisos a los que se les ha aplicado texturizado 3D

Finalmente, se ha caracterizado el coeficiente de fricción (CoF) obtenido a partir de las texturas aplicadas en los diferentes diseños de pisos mediante una herramienta CAD que permite simular el tipo de ensayos de resbalamiento descrito en la norma ISO 13287:2012. La tabla 3 ilustra los resultados de la simulación en función del tipo de textura generada mediante las técnicas desarrolladas en el proyecto.

Tipo textura	Uso	Válidos	Cuestionables	Inválidos
Procedurales	Casual	94 %	6 %	0 %
	Profesional	94 %	6 %	0 %
Líneas 2D	Casual	85 %	0 %	15 %
	Profesional	77 %	8 %	15 %
Objetos 3D	Casual	50 %	17 %	33 %
	Profesional	50 %	17 %	33 %

Tabla 3: Evaluación de CoF para pisos texturizados

Dureza en punteras mediante topes de refuerzo

Se ha investigado la utilización de la fabricación aditiva para crear topes de refuerzo en para las punteras de zapatos, así como los niveles de refuerzo máximo que podemos obtener en función de diferentes parámetros de diseño y del material utilizado. Para ello, se ha diseñado un conjunto de punteras variando su longitud, grosor, horma base, etc., se han impreso (ver figura 3) y sometido a

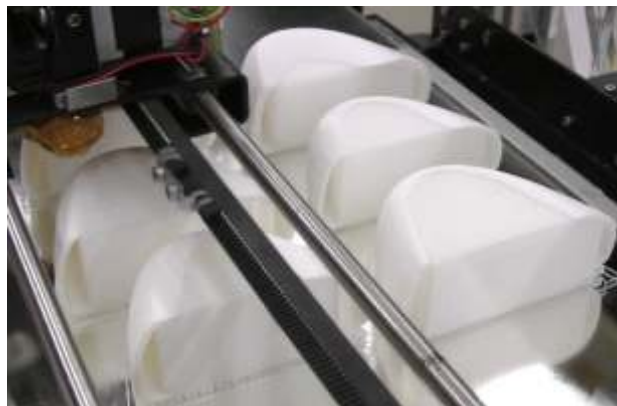


Figura 3: Impresión 3D de topes de refuerzo

diferentes ensayos de compresión variando la fuerza máxima aplicada.

Como conclusión, aunque la fuerza soportada varía en función de los parámetros utilizados, en ningún caso supera los 5kN. Las diferentes normativas a las que se adaptan los topes analizados se indican en la tabla 4.

NORMA INTERNACIONAL	FUERZA APLICADA (kN)	RESULTADO
Calzado de bombero (EN 15090:2012)	0,5	Apto
Calzado de protección (EN ISO 20346:2014)	10	No apto
Calzado de seguridad (EN ISO 20345:2011)	15	No apto

Tabla 4: Tipos de ensayo a los que se ha sometido a los topes fabricados mediante impresión 3D

Dureza en tacones mediante estructuras internas

En este apartado del proyecto se ha analizado la utilización de estructuras interiores a modo de armazón para mejorar la dureza en tacones impresos en 3D. Se ha analizado las estructuras a utilizar, se

han desarrollado algoritmos para integrarlas en el tacón, y se ha procedido a su fabricación (ver figura 4) y análisis mediante ensayo.

Los resultados de los ensayos determinaron que todas las estructuras utilizadas restan dureza al tacón. Sin embargo, en tacones con suficiente

volumen, dichas estructuras podrían ser adecuadas para ahorrar material y aligerar el componente.

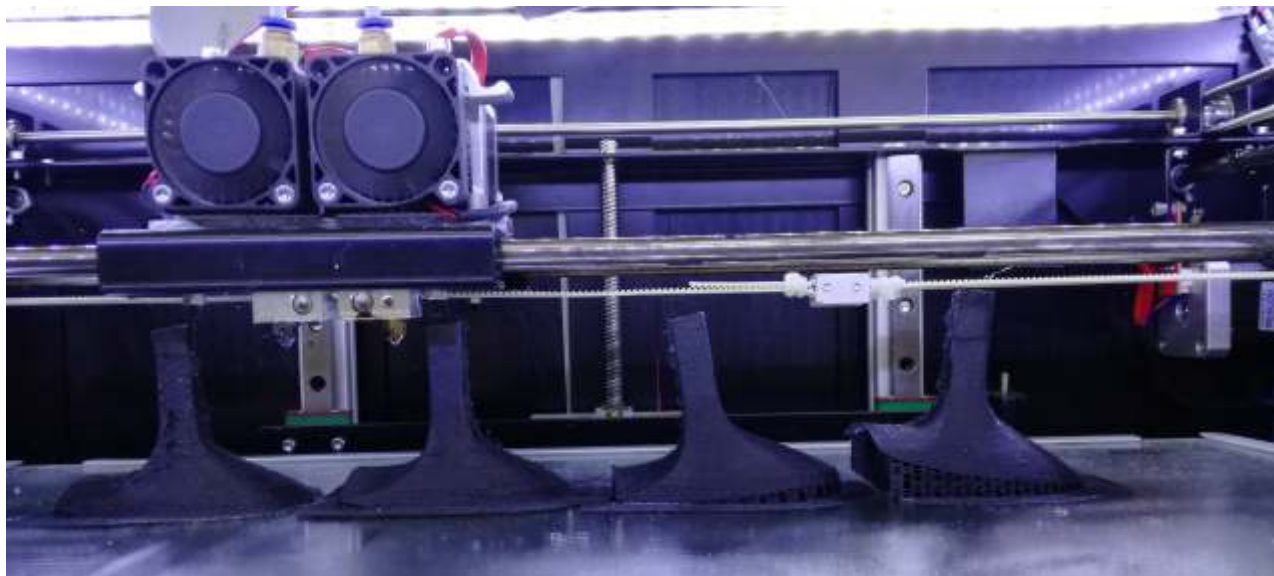


Figura 4: Tacones impresos en 3D dotados de estructuras internas

ELEMENTO FABRICADO	RECOMENDACIONES DE IMPRESIÓN
Pisos texturizados	<p>Filamento flexible.</p> <p>La posición adecuada de impresión consiste en ubicar la cara que está en contacto con el forro sobre la plataforma. La rugosidad producida por el soporte de impresión no afecta al texturizado, y favorece la adhesión con el corte.</p> <p>La altura máxima de capa recomendada para obtener un acabado fino y preciso es de 0.1mm.</p> <p>La retracción del filamento debe habilitarse. Evita goteo ocasional de material residual, el cual produce restregones indeseados sobre el acabado del texturizado.</p>

Tabla 5: Recomendaciones de impresión 3D para los elementos estudiados

ELEMENTO FABRICADO	RECOMENDACIONES DE IMPRESIÓN
Pisos con estructuras de amortiguación	<p>Filamento flexible.</p> <p>La posición adecuada de impresión consiste en ubicarlo con su lateral sobre la plataforma. De esta forma, las cámaras de aire se fabrican de manera correcta al minimizarse las superficies que quedan en voladizo.</p> <p>El soporte se debe configurar exclusivamente sobre la plataforma de impresión para que no se rellenen de soporte las estructuras huecas.</p> <p>El ángulo de voladizo de soporte se debe configurar como máximo al 10º. De lo contrario, el material de soporte de la zona de punta y talón se deforma al no disponer de la superficie adecuada sobre la que depositarse.</p> <p>La retracción del filamento puede deshabilitarse, ya que en este caso la precisión en el acabado no es tan necesaria como en el caso del texturizado.</p>
Topes de refuerzo	<p>Filamento rígido.</p> <p>La posición adecuada de impresión es con la punta del tope mirando hacia arriba. La disposición de las capas de material favorece la dureza del tope al aplicarle compresión.</p> <p>Cuando el material utilizado sea ABS, y debido a la tendencia del material a desprenderse, se debe configurar un soporte de adhesión adicional.</p>
Tacones con estructuras internas de refuerzo	<p>Filamento rígido.</p> <p>Posición de impresión con el frontal sobre la plataforma de impresión para favorecer la fuerza del tacón con la disposición de las capas.</p> <p>Cuando se utilice ABS, configurar soporte de adhesión adicional.</p>

Tabla 5: Recomendaciones de impresión 3D para los elementos estudiados

PROBLEMAS COMUNES DE IMPRESIÓN	RECOMENDACIONES PARA SU PREVENCIÓN
Obstrucción del cabezal	<p>Temperatura de impresión excesiva: El material se carboniza produciendo pequeñas obstrucciones.</p> <p>Temperatura de impresión insuficiente: El filamento no funde completamente y produce atascos en el extrusor.</p> <p>Deshabilitar retracción de filamento.</p>
Desplazamientos de capa de material	<p>Por sobrecalentamiento de la electrónica del motor: reducir la velocidad de impresión.</p> <p>Por problemas mecánicos (correas, poleas, etc.): revisar periódicamente estos elementos.</p>
Acabados imprecisos	<p>Comprobar diámetro de filamento correcto</p> <p>Ajustar el flujo de impresión</p> <p>No usar velocidad de desplazamiento excesiva</p> <p>Ajustar temperatura en función de velocidad utilizada.</p>
Material desprendido	<p>En elementos exteriores: Aumentar en ángulo de aplicación del soporte.</p> <p>En elementos interiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Modificar la posición de impresión para minimizar voladizos. b) Incluir soportes interiores de reducido grosor que no afecten funcionalmente a la pieza

Tabla 6: Recomendaciones generales para evitar los problemas de impresión encontrados durante el proyecto

DATOS DEL PROYECTO

TÍTULO: METODOLOGÍA PARA FUNCIONALIZACIÓN DE BIENES DE CONSUMO (CALZADO) MEDIANTE FABRICACIÓN ADITIVA

ACRÓNIMO: FUNCGOODS

PROGRAMA: PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS 2017

PERIODO EJECUCIÓN: ENERO 2017 - DICIEMBRE 2017

FINANCIACIÓN:

Convocatoria de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) dirigida a centros tecnológicos de la Comunitat Valenciana para proyectos de I+D de carácter no económico realizados en cooperación con empresas para el ejercicio 2017. Proyecto apoyado por el IVACE (Generalitat Valenciana) y cofinanciado en un 50% por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020, con número de expediente IMDEEA/2017/18.

Desarrolla:



Financia:



Una manera de hacer Europa