

El proyecto europeo Fit4U tiene como objetivo impulsar la personalización y la asistencia para la selección de calzado basado en las características y necesidades del usuario, mejorando así las prestaciones de confort y rendimiento. Es un proyecto que cubre desde el diseño y la fabricación hasta la comercialización del producto personalizado. El Instituto de Biomecánica (IBV) ha aportado su experiencia en innovación orientada por las personas, que ha servido para definir las especificaciones técnicas en el desarrollo de nuevos materiales y componentes, y de dos nuevas herramientas: una metodología para el diseño automatizado de hormas personalizadas y un equipo capaz de determinar, de forma sencilla, el perfil biomecánico del corredor en la tienda.

Customizing shoes at the point of sale

The European project Fit4U has as aim stimulate the customization and the assistance for the selection of footwear based on the characteristics and needs of the user, improving this way the comfort and performance. Within a project which covers from the design and the manufacturing to the commercialization of the personalized product, the IBV has contributed with his experience in innovation orientated by the persons enabling the definition of technical specifications, which guide the development of new materials and components, and the development of two new tools: a methodology for the automatic design of customized lasts and a device to determine the biomechanical profile of the runner in the shop of a simple way.

Personalización de calzado en el punto de venta

Sandra Alemany Mut¹, Sara Gil Mora¹, Ramón Moraga Maestre¹, Enric Medina Ripoll¹, Juan Carlos González García¹, Jaime Díaz Pineda¹, Jaime Prat Pastor^{1,2}, Clara Solves Camallonga¹, José Olaso Melis¹

¹ INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

² GRUPO DE TECNOLOGÍA SANITARIA DEL IBV, CIBER DE BIOINGENIERÍA, BIOMATERIALES Y NANOMEDICINA (CIBER-BBN)

INTRODUCCIÓN

Financiado por el VII Programa Marco de la Unión Europea, Fit4U (*Framework of Integrated Technologies for User Centred Products*) es un proyecto de investigación en colaboración que tiene como objetivo mejorar la competitividad de las empresas europeas de calzado y accesorios mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones que permitan ofrecer a los consumidores productos adaptados a sus necesidades. El proyecto aborda nuevos desarrollos para **personalizar aspectos funcionales del calzado deportivo y laboral** en todas sus fases: comercialización, diseño, producción y logística.

La personalización funcional del calzado viene determinada por el entorno de uso (tipo de pavimento, perfil del terreno, condiciones climáticas, etc.) y las características específicas de cada usuario: morfología del pie y perfil biomecánico. Sin embargo, la tecnología actual para la caracterización del perfil biomecánico del usuario es, en su mayoría, de laboratorio y no está adaptada para su uso en tienda. La adaptación funcional completa del calzado se realiza todavía de forma muy artesanal y, en consecuencia, tiene un precio muy elevado. Además, se precisan nuevos materiales que cubran las exigencias ergonómicas y funcionales de los usuarios. Estos retos han sido objeto de las líneas principales de investigación y desarrollo del proyecto FIT4U para hacer efectiva la personalización de calzado de uso deportivo y laboral. Los resultados más importantes del proyecto se agrupan en:

- Nuevas tecnologías para generar el perfil virtual del usuario, tanto morfológico como biomecánico.
- Herramientas innovadoras de diseño 3D integrado para la personalización de calzado basadas en conocimiento y reglas de diseño que permiten adaptar las características del producto a las necesidades y preferencias del usuario.
- Nuevos materiales con mejores prestaciones funcionales y de seguridad para productos con altos requerimientos, como el calzado deportivo y laboral.
- Nuevas tecnologías para la producción rápida de hormas, plantillas y suelas, y nuevas herramientas de gestión de la producción.

La aportación del Instituto de Biomecánica (IBV) al proyecto se ha centrado en el estudio del usuario. Por una parte, se han definido las especificaciones funcionales morfológicas, biomecánicas y térmicas del calzado laboral y deportivo para adecuarse a las necesidades de los usuarios y, por otra, se han desarrollado nuevas tecnologías para caracterizar al usuario y trasladar estos parámetros al diseño del calzado. A continuación, se presentan con más detalle dos de los resultados del proyecto, que suponen un mayor avance para la

v



Figura 1. Esquema del desarrollo del proyecto FIT4U centrado en las necesidades del usuario.

selección y personalización de calzado, y que han sido fruto de la investigación llevada a cabo por el IBV:

- Un sistema de **caracterización biomecánica de la carrera en tienda**, que permite la selección del calzado deportivo, con control de movimientos y amortiguación de impactos, adecuado al usuario.
- Una metodología para la **personalización o selección de calzado ajustado a la antropometría 3D** de los pies del usuario.

TECNOLOGÍA PARA MEDIR EN TIENDA EL PERFIL BIOMECÁNICO DEL CORREDOR

La adaptación del calzado deportivo, especialmente el que se utiliza para carrera, al perfil biomecánico del usuario es fundamental para la prevención de lesiones y molestias, la mejora del rendimiento y el aumento del confort. Por esta razón, la mayoría de las marcas de calzado deportivo ofrecen productos con distintas prestaciones de control de movimientos y amortiguación de impactos en función de las necesidades de cada corredor. Estas adaptaciones específicas del calzado son cada vez más valoradas por los usuarios. Sin embargo, la dificultad principal para realizar una correcta selección está asociada a la caracterización precisa del perfil biomecánico que define las necesidades de cada usuario.

El proyecto Fit4U ha permitido al IBV desarrollar un sistema para medir el perfil biomecánico del corredor, de forma sencilla y objetiva, en el mismo punto de venta. El perfil biomecánico definido por el IBV incluye la caracterización del patrón de movimientos del pie/tobillo (Figura 2), siguiendo el modelo biomecánico propuesto por la *International Society of*

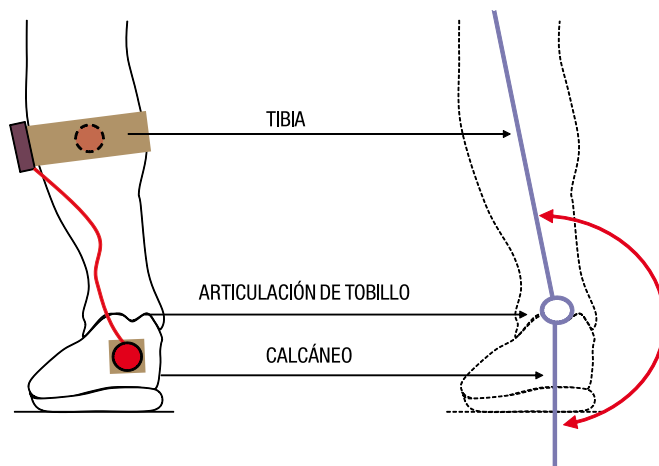


Figura 2. Caracterización del movimiento del tobillo.

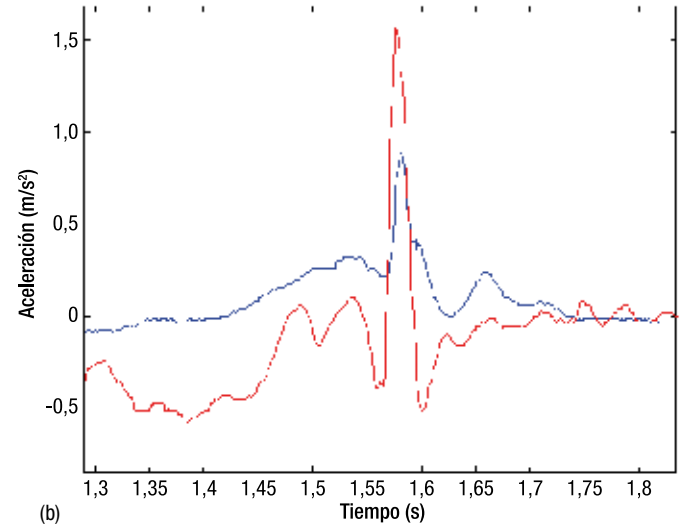
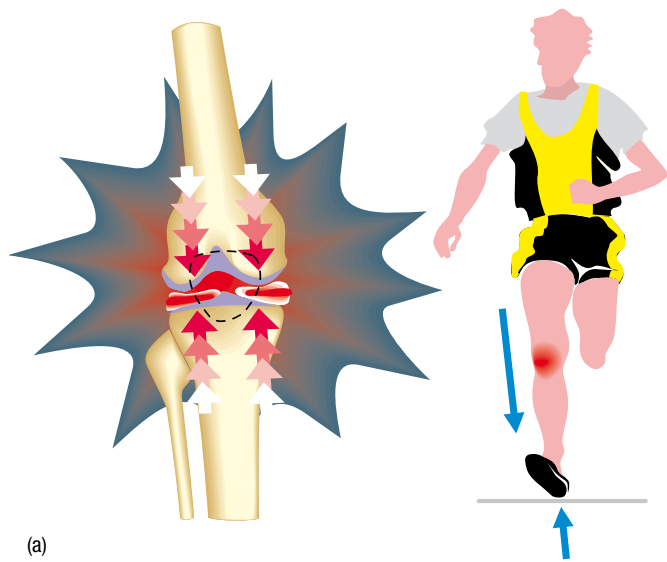


Figura 3. (a): Transmisión de impactos a la rodilla en carrera. (b): Registro de la transmisión del impacto mediante acelerometría en tibia (rojo) y cabeza (azul) en carrera.

Biomechanics (ISB), y la caracterización de los impactos que se transmiten al cuerpo durante la carrera (Figura 3).

Este sistema está compuesto por sensores inerciales que permiten medir el movimiento relativo entre el retropié y la pierna para analizar, entre otros aspectos, el **grado de pronación/supinación del usuario en carrera** y acelerómetros que miden la **transmisión del impacto en carrera en la tibia** (Figura 4). La información registrada se transmite en tiempo real mediante una conexión *bluetooth* a un ordenador, *tablet* o *smartphone* para su procesamiento, permitiendo clasificar al usuario según el grado de pronación y la capacidad natural de amortiguación de impactos.

En la fase demostrativa del proyecto se ha realizado un estudio en un contexto de uso real para analizar la adecuación biomecánica de los nuevos prototipos de calzado para montaña desarrollados por la empresa SCARPA. Estos prototipos incorporan los nuevos materiales y componentes desarrollados en el proyecto Fit4U (Figura 5).



Figura 4. Sistema de registro del patrón biomecánico de carrera en tienda.



Figuras 5. Estudio biomecánico en campo del calzado de montaña desarrollado en el proyecto y fabricado por SCARPA.

PERSONALIZACIÓN DE HORMAS DE CALZADO A PARTIR DEL PERFIL ANTROPOMÉTRICO DEL PIE DEL USUARIO

Existen numerosos sistemas de adquisición tridimensional que permiten caracterizar la forma y dimensiones del pie del usuario para determinar su talla o para realizar adaptaciones en el calzado que mejoren su ajuste. Sin embargo, la traslación de las dimensiones antropométricas al diseño de calzado se realiza de forma manual pues, aunque se utilicen herramientas de diseño asistido por ordenador, suele ser un experto el que modifica las zonas de ajuste de la horma sobre la base de su experiencia y criterios.

La actividad del IBV en la línea de ajuste y personalización de calzado se ha centrado en el desarrollo de una metodología que permite calcular de forma automática la horma adaptada a la forma del pie del usuario aplicando criterios de diseño ergonómicos. Esta metodología incorpora el conocimiento generado por el IBV en años de estudio del ajuste del calzado y comprende:

- El análisis mediante técnicas de morfometría geométrica de las **bases de datos 3D de pies** de la población adulta generadas por el IBV para caracterizar la variabilidad de forma y tamaño de los pies de la población.
- Las mismas técnicas se han utilizado para analizar la variabilidad de forma y tamaño de las **hormas de calzado y la relación geométrica con la morfología de los pies** para conseguir un ajuste adecuado (Figura 6).
- El estudio de la **interacción dinámica entre el pie y el calzado** mediante sensores de presión ha permitido relacionar cómo afectan aspectos como la rigidez del calzado, la elasticidad del material de corte y el tipo de actividad en el ajuste.
- La **caracterización de la elasticidad del material de corte** (Figura 7) ha permitido establecer márgenes de tolerancia en el diseño de la horma personalizada, considerando el nivel de adaptabilidad que tendrá el material del corte durante el uso.

Esta herramienta de cálculo automático de la geometría de la horma personaliza a partir de las secciones críticas para el ajuste es integrable con los programas de diseño asistido por ordenador de hormas a través de formatos de intercambio de ficheros estándar como el dxf.

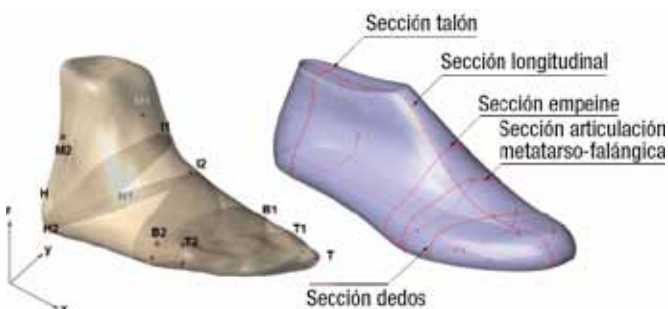


Figura 6. Estudio morfométrico de la geometría del pie y la horma en secciones críticas homólogas para personalizar calzado.

CONCLUSIONES

El proyecto FIT4U, en el que el Instituto de Biomecánica (IBV) ha aportado su experiencia en el estudio del usuario y su integración en las distintas fases del proceso de personalización, impulsará la personalización y la ayuda a la selección de calzado en el punto de venta mediante la aportación de innovaciones tecnológicas que permitirán hacer efectivos estos servicios.

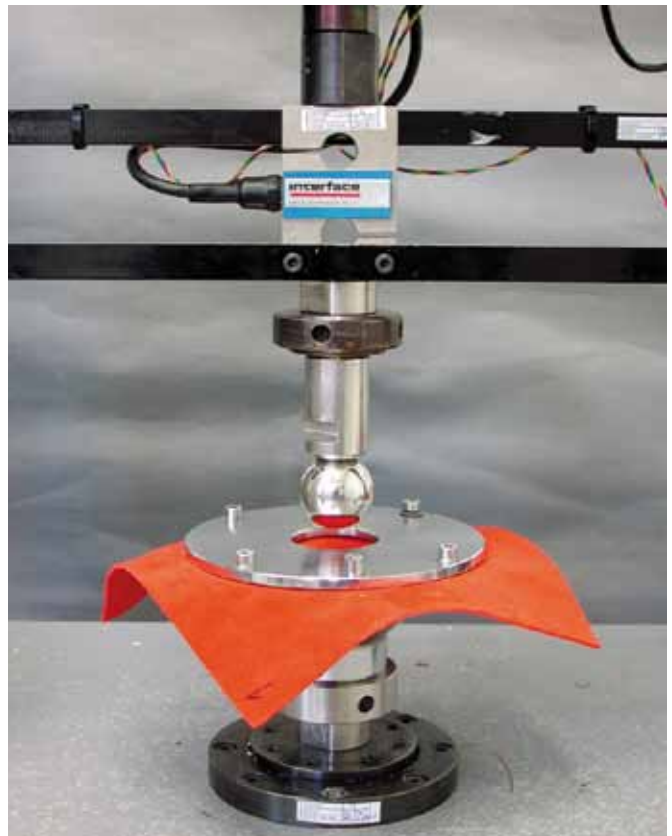


Figura 7. Ensayo de caracterización elástica del material de corte del calzado.

Se han estudiado las características de los usuarios de calzado de *trekking*, de *running* y de seguridad, permitiendo establecer las especificaciones para el desarrollo de nuevos materiales y componentes para estos productos.

Un gran problema al que se enfrentan los corredores a la hora de adquirir unas zapatillas es seleccionar la más adecuada a su forma de correr. De hecho, en los foros de usuarios especializados se pueden encontrar múltiples propuestas para determinar el tipo de pie y, con esta información, la forma de correr. Sin embargo, estos métodos no proporcionan información sobre la capacidad de amortiguación y la dinámica de la carrera. El IBV ha desarrollado un equipo que permite medir de forma objetiva las características biomecánicas del corredor en el punto de venta para relacionarlas después con aspectos de diseño del calzado, lo que permite indicar el tipo de zapatilla más adecuada para un determinado corredor.

En cuanto a la personalización del ajuste del calzado, una de las barreras que existe actualmente es que las adaptaciones de la horma al pie del usuario se hacen de forma manual y por personal muy experto. En este proyecto el IBV ha desarrollado una metodología que permite de forma automatizada la personalización de hormas a partir de la información tridimensional del pie, incorporando conocimiento sobre la interacción dinámica pie-calzado y el efecto de las características elásticas del material del corte. ●

Más información: www.fit4u.eu

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Europea por su contribución a este proyecto colaborativo que ha sido cofinanciado a través del VII Programa Marco (NMP2-SE-2009-229336).

A las empresas SCARPA, VIBRAM, PAREDES y BASE-Protection que han participado en la validación del producto.

