

I+d+i DIRIGIDA A  
LA INDUSTRIA DEL CALZADO  
Y SUS COMPONENTES



IMÁGENES DE PORTADA



revista de biomecánica



<http://www.ibv.org/Shop/usuario/productos/IBV/revista.asp>

.. EN INTERNET ..

# sumario

## I+D+i dirigida a la INDUSTRIA DEL CALZADO Y SUS COMPONENTES

### 3 **Introducción**

### 5 **Actividades del IBV en el ámbito del calzado**

- Funcionalidad y confort
- Orientación al usuario
- Nuevos retos

### 9 **Oferta tecnológica del IBV**

- I+D bajo contrato
- Desarrollo de productos
- Asesoramiento tecnológico
- Valoración del confort y funcionalidad del calzado
- Valoración emocional
- Formación y difusión de resultados

### 21 **Mapa de clientes**

### 23 **Proyectos europeos**

#### **Autores:**

Juan Carlos González García  
Sara Gil Mora  
Sandra Alemany Mut  
Beatriz Nacher Fernández  
Sergio A. Puigcerver Palau  
Clara Solves Camallonga  
Miguel Tito Malone  
Jaime M. Prat Pastor  
Ana Cruz García Belenguer  
Pedro M. Vera Luna  
Carlos Soler Gracia  
José F. Ramiro Pollo

Publicación periódica creada en 2004 por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)



Esta publicación pone a disposición de empresas, entidades y personas con fines análogos a los del IBV, los resultados de las líneas de trabajo que en él se desarrollan.

**Coordina:**

Irene Hoyos

**Edita:**

Instituto de Biomecánica  
de Valencia  
Universidad Politécnica  
de Valencia  
Edificio 9C  
Camino de Vera s/n  
E-46022 Valencia (ESPAÑA)  
Teléfono: 96 387 91 60  
Fax: 96 387 91 69  
Internet: [www.ibv.org](http://www.ibv.org)

**Información:**

e-mail: [ibv@ibv.upv.es](mailto:ibv@ibv.upv.es)

No puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación o transmitirse en forma alguna por medio de cualquier procedimiento sea éste mecánico, electrónico, de fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el previo permiso escrito del editor.

**Diseño:** Instituto de Biomecánica de Valencia

**Imprime:** Martín Impresores, S.L.

**Distribuye:**

Instituto de Biomecánica de Valencia

**Nº de ejemplares:**

2.500

**Depósito legal:**

V-3262-2006

El Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) es un centro tecnológico que tiene como misión el fomento y la práctica de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, el asesoramiento técnico y la formación en Biomecánica.



Hacia el éxito empresarial a través de la salud y el bienestar de las personas

# INTRODUCCIÓN

**EN LAS CIRCUNSTANCIAS ACTUALES, EN LAS QUE LOS COSTES, LA PRODUCTIVIDAD E INCLUSO LA TECNOLOGÍA HAN** dejado de ser factores suficientes de éxito empresarial en muchos mercados y, en particular, en los comercialmente más atractivos, resulta oportuno definir un nuevo modelo de desarrollo de productos que considere a los usuarios finales como la fuente principal de información y los integre de manera eficiente en la cadena de creación de riqueza a fin de obtener productos mejor adaptados a sus expectativas, necesidades y requerimientos desde el punto de vista funcional y emocional, y con ello lograr el éxito empresarial a la vez que la salud y satisfacción de los ciudadanos.

La consolidación de la competencia exterior como alternativa de bajo precio y calidad creciente señala que el modelo de competitividad hasta ahora preponderante en la industria española, basado en ofrecer una buena relación calidad - precio, está siendo superado.

Nuestra industria, especialmente en los sectores tradicionales como el calzado, dominados por PYME, es muy vulnerable a la penetración de productos de terceros países, lo que pone en peligro el tejido productivo y, por consiguiente, el empleo y el bienestar.

Para contrarrestar esta amenaza es necesario introducir cambios en el enfoque empresarial tradicional fomentando la cultura de la innovación. De este modo, las empresas podrán mantener o mejorar su posición en el mercado siempre que sepan distinguirse de su competencia y atraer a los consumidores.

Para conseguir este objetivo, debe innovarse en todos los procesos que caracterizan las actividades de las organizaciones empresariales:

- En los de fabricación, para incrementar la productividad, mejorar la calidad, aumentar la flexibilidad de la producción, etc.

- En los de gestión, para reducir los costes, mejorar la eficiencia, mejorar la gestión financiera, etc.

- En los de comercialización, para incrementar la cuota de mercado, fidelizar clientes, mejorar la red de distribución, etc.

- En la concepción y desarrollo de productos, para sistematizar el proceso de desarrollo, identificar los aspectos y actividades clave para la innovación en el diseño, aportar valor, mejorar el rendimiento y la coherencia del proceso creativo, etc.

Es precisamente en este último proceso donde residen los valores intrínsecos de los productos, donde toman cuerpo las especificaciones técnicas y funcionales con las que fueron concebidos y se diferencian en el mercado.

Por esta razón, la innovación en el proceso de desarrollo de productos como el calzado cobra la máxima importancia para el posicionamiento y competitividad de las empresas.

Y, puesto que la finalidad última de estos productos es atender las demandas de los consumidores, atrayéndoles y provocando una experiencia de uso satisfactoria, es evidente que la consideración del usuario como elemento central de la cadena de valor constituye un potente vector de innovación.

Ahora bien, ¿qué es lo que valoran los usuarios?

## 4 I+D+i dirigida a la industria del calzado y sus componentes

> Hoy por hoy ya no es suficiente con proporcionar una calidad adecuada a un precio aceptable para satisfacer al consumidor porque el binomio calidad - precio se ha convertido en una exigencia natural en el mercado sin capacidad real de diferenciación y porque los esquemas tradicionales de competitividad basados en la calidad - precio sitúan a nuestra industria en clara desventaja frente a la competencia de terceros países.

Por tanto, para estimular la demanda es necesario identificar nuevas fuentes de diferenciación de los productos centradas en valores en alza en nuestra sociedad. En este sentido, la calidad de vida, la salud y el bienestar son los valores más potentes de las sociedades occidentales, los que las distinguen y quieren ser emulados por el resto de sociedades del planeta.

En los últimos años, desde diversos sectores y áreas tecnológicas se han propuesto metodologías y procedimientos de trabajo para mejorar la gestión del desarrollo de productos, reduciendo tiempos y costes, y aumentando la diferenciación, buscando, en última instancia, potenciar la imagen de marca corporativa a través de productos con mayor carga de innovación.

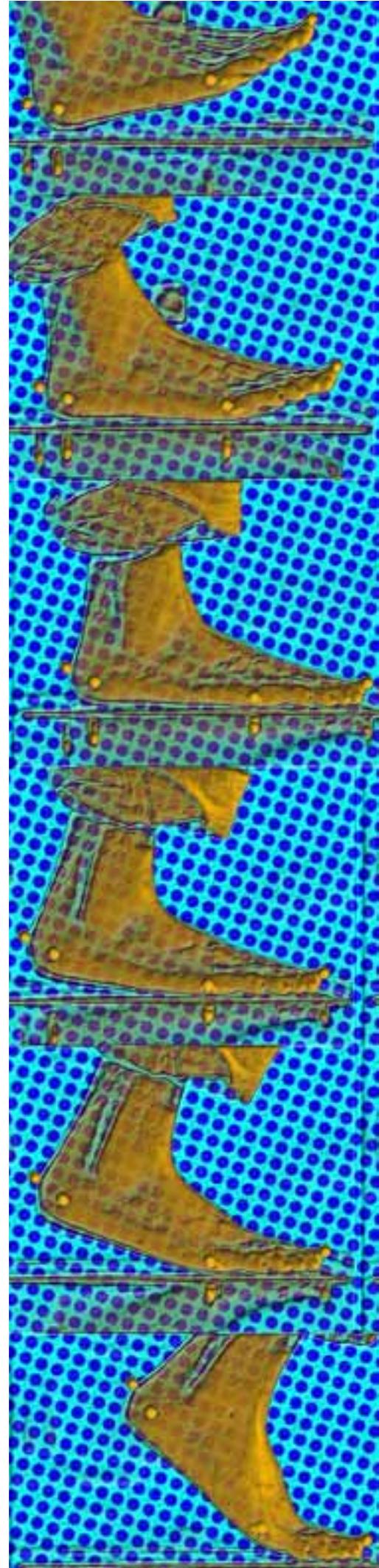
No obstante, en el contexto actual ya no es suficiente con mejorar la gestión del proceso creativo para obtener productos más competitivos en precio y/o en calidad, sino que es necesario avanzar en un nuevo modelo que considere a los usuarios finales como fuente imprescindible e inagotable de información y los integre de forma eficiente en todas y cada una de sus fases con el objetivo final de obtener productos mejor adaptados a sus necesidades, capacidades y preferencias (un concepto de calidad amplio en el que se relacionan interacción mecánica y cognoscitiva, facilidad de uso, comprensión del producto o servicio, ergonomía, etc.).

La combinación de conocimientos procedentes de ámbitos como la Biomecánica y la Ergonomía aplicados al sector del calzado permite plantear la siguiente ecuación:

$$\text{SATISFACCIÓN TOTAL DEL USUARIO} = \text{SATISFACCIÓN FUNCIONAL} + \text{SATISFACCIÓN EMOCIONAL}$$

Si las empresas cumplen esta ecuación, se diferenciarán en los mercados de mayor interés comercial e incorporarán a su oferta valores que representan una atractiva referencia social y cultural para los ciudadanos de cualquier país que aspiren a un elevado desarrollo personal.

Las actividades del IBV se encaminan en esta dirección, contribuyendo al éxito de sus empresas clientes a través del bienestar de las personas. ●



# ACTIVIDADES DEL IBV EN EL ÁMBITO DEL CALZADO

**LAS CONSTANTES MEJORAS TECNOLÓGICAS Y CIENTÍFICAS EN BIOMECÁNICA Y ERGONOMÍA HAN ACOMPAÑADO LA** evolución y consolidación de las actividades del IBV en el ámbito del calzado. El dominio de estos conocimientos, la capacidad de desarrollar técnicas de registro y medida de variables biomecánicas, y la aplicación de avanzadas técnicas de tratamiento de datos y análisis de señales ha potenciado su capacidad de innovación y liderazgo en este ámbito, haciendo posible la generación de conocimientos basados en las necesidades de los usuarios y su transferencia a las empresas como criterios de diseño e innovación.

## **FUNCIONALIDAD Y CONFORT**

La aplicación de criterios funcionales al diseño de calzado fue iniciada a finales de los años 60 por importantes empresas de calzado deportivo que emprendieron campañas publicitarias agresivas basadas en la investigación en biomecánica. Los sistemas para la amortiguación de impactos con burbujas de aire o los sistemas de torsión basados en estudios biomecánicos fueron muy bien recibidos por los usuarios. La extensión de las actividades de estas compañías, tradicionalmente centradas en el calzado deportivo, en mercados como el calzado casual, unido al incremento de las demandas de los usuarios, fueron circunstancias que favorecieron la aplicación de criterios biomecánicos a todo tipo de calzados.

Las actividades del IBV se centraron inicialmente en el calzado deportivo, combinando actividades de investigación y desarrollo apoyadas por las administraciones públicas, como el Consejo Superior de Deportes, o por empresas pioneras, como ANALCO o J´HAYBER. El análisis de los requerimientos clave en el calzado deportivo, como la amortiguación de impactos y el control de movimientos del pie, junto al estudio

de gestos técnicos deportivos, como la carrera, el salto o las paradas laterales, ocuparon las actividades del IBV durante los primeros años.

Desde el primer momento la orientación metodológica se dirigió a identificar las características funcionales del usuario (el nivel deportivo, si el corredor es pronador o supinador, etc.) y a combinar el registro y estudio de fuerzas y movimientos con el desarrollo de métodos de medida de propiedades mecánicas de los materiales y calzado acabado, simulando las condiciones de uso reales. En esta etapa fue clave disponer de herramientas tecnológicas propias para el registro y análisis de fuerzas (Dinascan/IBV) y movimientos (Kinescan/IBV).

Tras unos resultados alentadores en el calzado deportivo, las actividades se extendieron a otros tipos de calzado, como el de calle, el ocupacional o el destinado a poblaciones específicas, como los niños, personas mayores, personas con diabetes etc. Con el apoyo del Programa de Promoción de la I+D Precompetitiva del Plan Tecnológico de la Comunidad Valenciana y del IMPIVA, así como del entonces INSERSO, para definir los requisitos biomecánicos de diseño de calzado

Figura 1. Registro de movimientos del pie mediante el equipo Kinescan/IBV.



## 6 I+D+i dirigida a la industria del calzado y sus componentes

> para las personas mayores, se incorporaron aspectos novedosos en la metodología de análisis del calzado provenientes de la Ergonomía y del análisis de la marcha humana, que habían sido utilizados con éxito por el IBV en otros campos de estudio. Se adaptaron metodologías de análisis del confort o interpretaciones específicas de la marcha humana para la evaluación del calzado. El planteamiento metodológico se amplió hacia un modelo de tres niveles: caracterización del sujeto y el producto, valoración biomecánica y fisiológica, y valoración subjetiva.

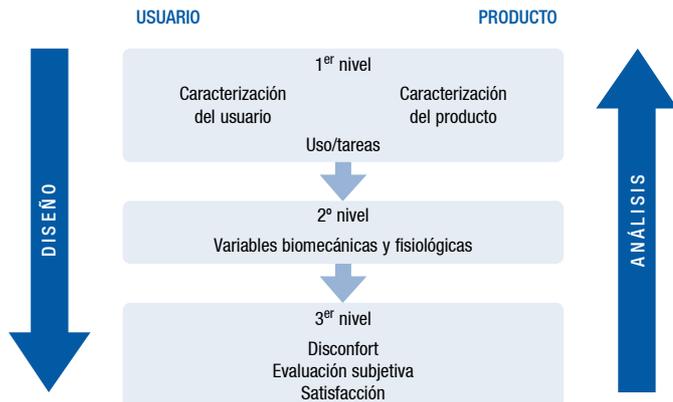


Figura 2. Modelo metodológico de tres niveles para el estudio de la interacción entre el usuario y el calzado.

El registro (Biofoot/IBV) y la medida de la tolerancia a presiones en la planta del pie permitieron abordar y generar criterios para el diseño de elementos anatómicos en el calzado destinados a mejorar el confort y prevenir las lesiones derivadas de presiones excesivas. Asimismo, se desarrollaron métodos para la caracterización mecánica de materiales en función de la zona del calzado considerada y de la actividad y población a la que se destina.

El uso combinado de técnicas de registro de variables mecánicas en el interior del calzado y de diseño asistido por ordenador, permitió desarrollar sistemas innovadores en pisos y plantillas basados en la adecuación de la distribución de esfuerzos sobre el pie y el calzado.



Figura 3. Imagen en la que superpone el registro de presiones (Biofoot/IBV) con la radiografía del pie del usuario y del calzado.

El IBV acompañó la aventura internacional de las empresas del sector en los mercados europeos en el IV y V Programa Marco de I+D para la realización de proyectos destinados al desarrollo de calzado infantil, anatómico, para personas mayores, para bomberos, etc. Gracias a estos proyectos, se ampliaron a nivel europeo las bases de datos de antropometría del pie de niños, adultos y personas mayores, que se habían iniciado en el ámbito español. Estos datos fueron claves para el desarrollo de una metodología propia de diseño y evaluación de hormas y elementos anatómicos.

En los últimos años la participación del IBV en dos de los mayores proyectos europeos sobre fabricación centrada en calzado (EUROSHOE y CEC-made-Shoe) ha permitido abordar otros retos, como la personalización del calzado o la incorporación de nuevas tecnologías, como la simulación o la incorporación de materiales inteligentes. En este sentido, la actual participación en el proyecto europeo LIQUIDSOLE hace posible abordar el diseño de calzado activo para personas con diabetes mediante el uso de materiales magnetorreológicos.

En los últimos años los aspectos de funcionalidad y confort puramente mecánicos se han ampliado a otros ámbitos, como



Figura 4. El confort es el resultado de la compleja interacción de diferentes factores mecánicos y fisiológicos.

el del confort térmico. Una vez más, el IBV ha sido pionero en la utilización de sistemas combinados de medida de temperatura y humedad que, con protocolos propios, permiten registrar el microclima en el interior del calzado.

## ORIENTACIÓN AL USUARIO

En todo momento la orientación del IBV ha sido la incorporación de las necesidades y características de los usuarios y del uso al que iba destinado el calzado en su metodología. Ello incluye la generación de criterios de diseño basados en la detección de necesidades de poblaciones específicas (niños, adultos, personas mayores) y las características de la actividad y propósito al que se destina el calzado (deportivo, ocupacional, de calle, ortopédico). Con esta finalidad el IBV ha desarrollado estudios horizontales de necesidades de usuarios y caracterización antropométrica de miles de usuarios a nivel español y europeo.

No obstante, la obtención de información sobre las necesidades de los usuarios en sí misma no es suficiente, siendo necesario transformar estas necesidades en criterios de diseño. La utilización y puesta a punto de técnicas de diseño orientado al usuario (Despliegue de la Función de la Calidad -QFD-, análisis de jerarquías de Saaty, TRIZ, paneles de usuario, análisis de riesgos o pruebas de usabilidad, entre otras), se convirtió en uno de los objetivos prioritarios del centro que permitió una adecuada transformación de necesidades en criterios.

Además, el calzado no es sólo un producto que sirve para andar o desplazarse con mayor eficiencia y confort. El calzado que utilizamos forma parte de la imagen que transmitimos a los demás y es un elemento de expresión de valores y gustos. A finales de los años 90, el IBV se dispuso a utilizar técnicas que se habían aplicado en otros ámbitos, como el diseño de automóviles, y en otras partes del mundo, sobre todo en Japón, al desarrollo de productos como el calzado. Un conjunto de proyectos de investigación, tanto a nivel español como europeo, junto con la colaboración con empresas como PIKOLINOS o THE ART COMPANY, dieron lugar al desarrollo de métodos y herramientas de evaluación emocional de productos que han permitido dar un salto hacia la satisfacción de las necesidades de los usuarios desde un punto de vista global, combinando funcionalidad y confort con emoción y estética.

## NUEVOS RETOS

Clásicamente, las empresas fabricantes de calzado y componentes se han enfrentado a constantes retos para aumentar su competitividad, reducir los costes del desarrollo de productos y el tiempo de su lanzamiento, y asegurar así su éxito en el mercado.

En la actualidad estos factores son especialmente importantes dado que la deslocalización de las actividades empresariales, las importaciones masivas y la globalización están afectando de forma drástica al sector. Las empresas deben explotar las oportunidades que les brindan las nuevas tecnologías, los conceptos y procesos innovadores y las nuevas necesidades y demandas de los usuarios. En este sentido, el diseño orientado al usuario y la introducción de nuevas tecnologías, conceptos y procesos basados en la Ergonomía y la Biomecánica, constituyen, ahora más que nunca, una fuente permanente de innovación y mejora de la competitividad de las empresas.

Las empresas de calzado y componentes deben hacer uso de estas herramientas y conocimientos para mantener el liderazgo del mercado. A continuación se presentan ejemplos de algunos de estos retos que, de forma distinta, están orientados a mejorar el confort, la salud, la protección y la aceptación estética del producto en diferentes áreas del sector.

**El calzado como servicio. Personalización.** En el desarrollo de productos personalizados cada usuario es la fuente de los objetivos de diseño. La personalización de las características funcionales del calzado supone un evidente valor añadido, especialmente para aquellas personas cuyas necesidades están lejos de los requerimientos medios.

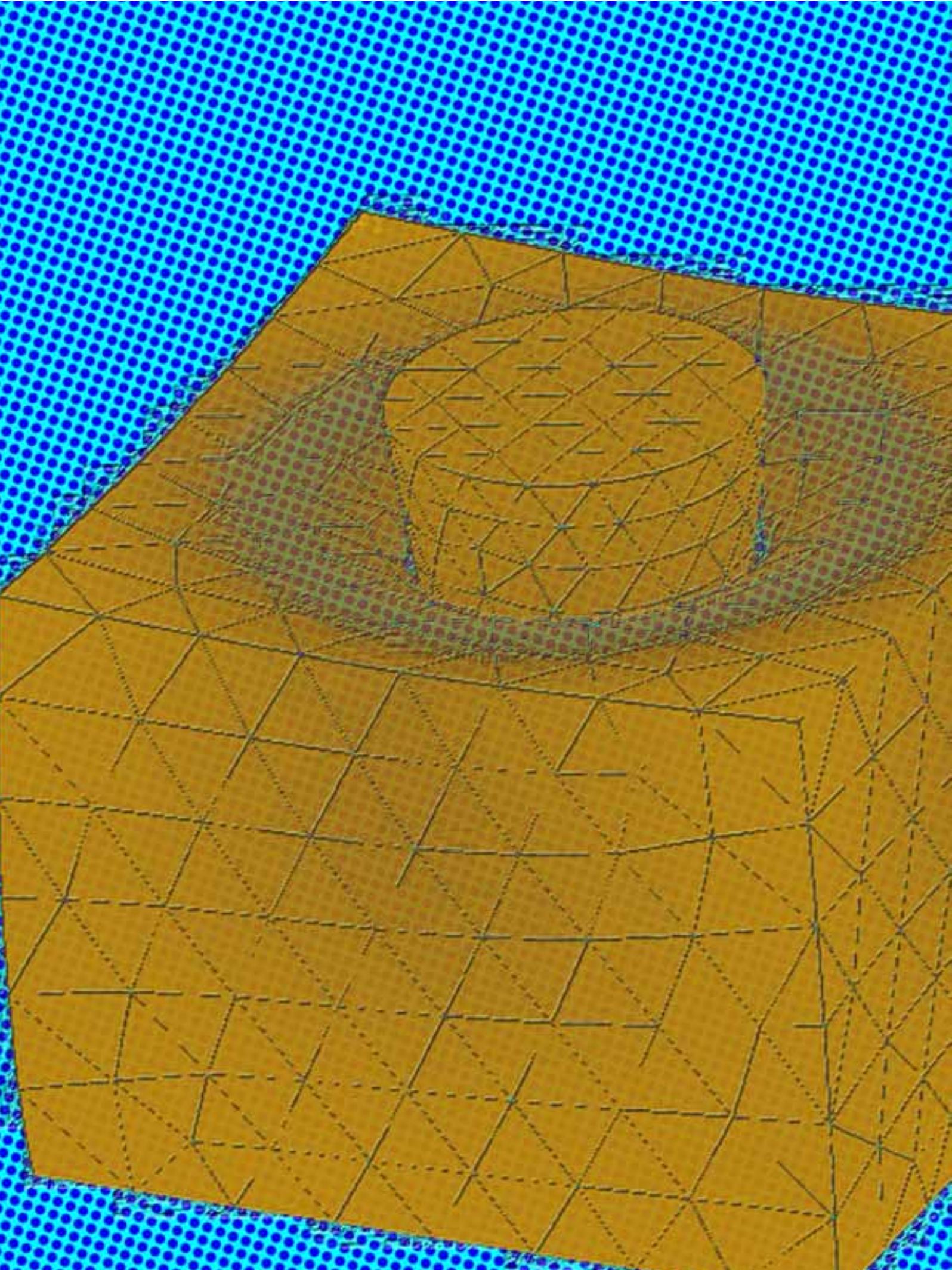
**Nuevas tecnologías en el proceso de desarrollo de calzado. Modelización y simulación de la interacción entre el calzado y el usuario.** El estado del arte actual de las técnicas de modelización hace razonable el desarrollo de metodologías para la simulación de pruebas dinámicas de la interacción entre el usuario y el calzado, sin necesidad de realizar una evaluación en condiciones reales y, en consecuencia, con un importante ahorro en tiempo y costes. El desarrollo de un modelo virtual del pie y la modelización dinámica de la interacción entre el usuario y el producto incluiría aspectos funcionales y sensoriales. De esta forma se podría obtener una estimación predictiva de los resultados de esta interacción sin necesidad de fabricar y ensayar nuevos prototipos.

**Nuevos conceptos de producto. El calzado como un dispositivo activo.** Los avances en la generación de nuevos materiales inteligentes y en el desarrollo de sensores y actuadores cada vez más pequeños hacen posible concebir el calzado como un sistema activo con la capacidad de "percibir" las variables físicas que determinan la interacción entre el cuerpo humano y el calzado, y de actuar para adaptar el calzado a las características del usuario en todas las circunstancias de uso. Las tecnologías disponibles en la actualidad hacen cada vez más cercano el desarrollo de, por ejemplo, materiales de corte que, a través de la medida de la presión en el dorso del pie, modifiquen su forma para proporcionar un ajuste óptimo.

**Adecuación a las emociones del usuario. Medida de la percepción simbólica del calzado.** Como se ha comentado, la satisfacción del usuario depende tanto de los aspectos funcionales y de confort como de los aspectos simbólicos y emocionales del producto. Para ello, una orientación global en el desarrollo del calzado orientado al usuario debe tener en cuenta tanto el diseño funcional, relacionado con las características del usuario y de su interacción con el producto, como el diseño emocional relacionado con aspectos psicosociales del usuario y su interacción con el diseño estético del producto (percepción simbólica). El diseño emocional es esencial para asegurar que los conceptos propuestos por los productos cumplen con las expectativas de los usuarios en factores emocionales, simbólicos, sociales y de moda.



Figura 5. Encuestas para la evaluación emocional de un producto.



**ENTRE LOS PRODUCTOS DE USO COTIDIANO, EL CALZADO ES UNO DE LOS QUE DEBE RESPONDER A UN MAYOR NÚMERO** de requerimientos para lograr la satisfacción del usuario. Éste debe combinar atributos de diseño funcional con aspectos relacionados con el confort y la protección, además de aspectos estéticos de acuerdo a las tendencias de la moda.

La aplicación de la Biomecánica y de la Ergonomía al desarrollo de calzado para satisfacer las necesidades funcionales de los usuarios supone una interesante vía para la innovación, ya que proporciona un claro valor añadido al producto y aumenta la probabilidad de éxito del producto en el mercado.

El IBV acumula una amplia experiencia en la investigación y aplicación de metodologías y técnicas de desarrollo de productos orientados al usuario en el ámbito del calzado. Esta experiencia ha permitido generar una base amplia de conocimientos, consolidar una extensa oferta de servicios para las empresas del sector y establecer nuevos retos.

A su vez, siempre mirando al futuro, el IBV realiza una importante actividad de observación e investigación dirigida a dotarse de los conocimientos que den respuesta a la nueva demanda tecnológica de las empresas.

## **I+D BAJO CONTRATO**

El IBV realiza actividades de I+D bajo contrato para generar conocimientos y criterios de diseño que permitan el desarrollo de productos con una gran carga de innovación.

A continuación se describen brevemente las principales líneas de investigación que el IBV desarrolla en el ámbito del calzado con ejemplos de proyectos realizados para empresas del sector.

### **Amortiguación de impactos**

La amortiguación de impactos se define como la capacidad del cuerpo humano o el calzado de disminuir las fuerzas que se generan en el impacto del pie con el suelo al caminar, correr o saltar.

Los impactos y la vibración subsiguiente, que se propaga a través de la estructura esquelética, han sido relacionados con disconfort e incluso con trastornos degenerativos del cartílago articular. Sin embargo, la transmisión de los impactos a lo largo del cuerpo también tiene un papel beneficioso para el crecimiento y fortalecimiento óseo y muscular. Asimismo, la capacidad de amortiguación depende de la edad del usuario, ya que la capacidad de amortiguación del tejido blando del talón disminuye con la edad. Por estos motivos, es importante que la capacidad de amortiguación de un calzado sea adecuada al uso y al usuario, sin ser demasiado baja ni demasiado elevada. Por tanto, el diseño del calzado debe complementar los mecanismos naturales del cuerpo humano. Esto se consigue a través de un diseño adecuado de la cazoleta y/o de la correcta combinación de los materiales situados debajo del talón.

> **Ejemplo 1. I+D aplicada al desarrollo de nuevos materiales de plantillas (ANALCO)**

Consistió en el desarrollo de nuevos materiales para plantillas con óptimas características de amortiguación de impactos y distribución de presiones plantares. Fruto de este proyecto, ANALCO desarrolló un material viscoelástico destinado a la construcción de inserciones que mejora la capacidad de amortiguación de impactos de las plantillas, el TERCOLITE, y un material también viscoelástico, el DORECO, destinado a toda la plantilla, que se caracteriza por contribuir de forma significativa al aumento de la comodidad del calzado, debido a la óptima relación entre la baja rigidez y la moderada capacidad de disipación de energía que presenta.

**Fricción**

Durante la ejecución de las distintas actividades humanas, es la fricción entre el calzado y la superficie de apoyo la que genera las fuerzas necesarias para la impulsión del cuerpo en la dirección deseada y para la frenada o estabilización del pie sobre el suelo.

Un calzado sin el “agarre” suficiente dificulta, imposibilita o convierte en muy peligrosa la actividad diaria, debido a que no permite aplicar fuerzas suficientes ni de impulsión ni de frenado.

Si bien es recomendable y necesario cierto nivel de rozamiento entre la suela del calzado y el pavimento, niveles excesivos de fricción pueden aumentar el riesgo de lesiones, especialmente en deportes que incluyen desplazamientos laterales y giros entre sus gestos más frecuentes.

El agarre del calzado depende básicamente del diseño y material de la suela, siendo fundamental mantener un buen coeficiente de fricción en cualquier superficie, incluso con la presencia de contaminantes como agua, aceite o polvo.

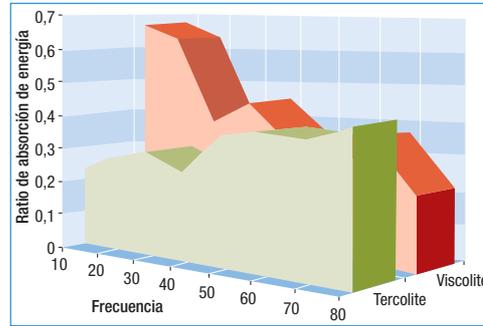


Figura 6. Arriba: Muestras de DORECO. Abajo: Evolución de la capacidad para absorber energía frente a un aumento de la velocidad del impacto para TERCOLITE (ANALCO) y VISCOLITE.

**Ejemplo 2. Generación de criterios de diseño de los tacos de botas de fútbol para la práctica sobre terrenos de tierra (KELME)**

Mediante una bota instrumentada, desarrollada por el IBV, se midieron las fuerzas de agarre de cada uno de los tacos. A partir de estos registros se identificaron los tacos que más influyen en el agarre durante la realización de diferentes gestos deportivos.



Figura 7. Bota instrumentada para medir fuerzas en los tacos individuales de botas de fútbol.

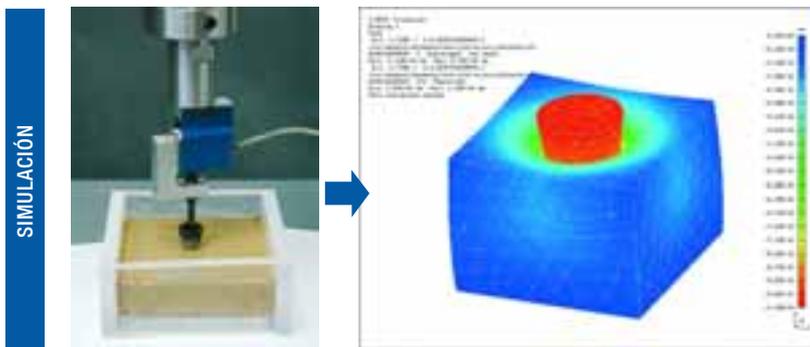


Figura 8. Estudio de la distribución de esfuerzos en un taco a través de técnicas de simulación mecánica por ordenador.

Sin la necesidad de realizar prototipos físicos, la utilización de técnicas de simulación por ordenador proporcionó criterios para el diseño de los tacos y su distribución a lo largo de la suela, optimizando el agarre y su resistencia.

### Control y adecuación a los movimientos del pie

El pie humano está constituido por 26 huesos unidos por fuertes ligamentos y gobernados por potentes músculos que soportan y mantienen el equilibrio postural. Éste es un sistema altamente evolucionado que permite la realización de las distintas actividades humanas.

El calzado puede modificar, en mayor o menor medida, los movimientos fisiológicos del pie. Sin embargo, existen algunos movimientos que conviene controlar y otros en los que el calzado no debe interferir en absoluto.

#### Ejemplo 3. Generación de criterios de diseño para el desarrollo de un calzado de tenis (J'HAYBER)

Se realizó un estudio epidemiológico en el que se detectaron las lesiones más frecuentes y la influencia del calzado sobre las mismas. Se observó que la incidencia de lesiones es de un 60%, siendo las que afectan a los tobillos las más frecuentes, debido básicamente a movimientos que superan el rango fisiológico o a la repetición de movimientos extremos.

De manera complementaria, se realizó un estudio biomecánico para medir las fuerzas que actúan sobre el pie utilizando la plataforma de fuerzas Dinascan/IBV, sobre la que se instalaron distintos tipos de superficie de juego, y se registró los movimientos del miembro inferior con cámaras de cine de alta velocidad durante la realización de diferentes gestos deportivos. El tratamiento de las imágenes y de las fuerzas registradas con el sistema Kinescan/IBV permitió obtener resultados sobre la capacidad de los diferentes modelos de calzado para controlar los movimientos del pie y sobre la capacidad de fricción (adherencia o resbalamiento) de las zapatillas sobre cada superficie. Estos datos permitieron definir los criterios de diseño del calzado de tenis.

### Distribución de presiones en la planta del pie

La distribución de presiones es un factor de influencia primordial en la comodidad del calzado. Durante la marcha todo el peso del cuerpo apoya sobre la planta de los pies. Sobrepresiones en zonas de la planta del pie pueden ocasionar molestias y disconfort e incluso lesiones por un uso prolongado.

Asimismo, la evolución de las presiones en la planta del pie a lo largo del paso guarda relación con la estabilidad de la marcha y con la alineación del pie calzado con el suelo, siendo su estudio una herramienta muy potente para detectar patologías del miembro inferior.

#### Ejemplo 4. Desarrollo de criterios de diseño de un calzado para pie diabético (EMO)

Aproximadamente un 15% de los pacientes diabéticos desarrollan úlceras en los pies. Un calzado adecuado reduce los roces y las presiones plantares elevadas y puede frenar o evitar la aparición de una úlcera.

En este proyecto se diseñó un calzado que redujera las presiones en toda la planta del pie, principalmente en la zona de las cabezas metatarsianas, disminuyendo de este modo los riesgos de lesiones.

Para ello, se realizaron pruebas funcionales de cuatro modelos de calzado con sujetos utilizando las plantillas Biofoot/IBV que permiten el registro de las presiones en la planta del pie. De los resultados obtenidos cabe destacar la influencia del ángulo del quebrante y de la rigidez de la entresuela en el valor de las presiones sobre la cabeza de los metatarsianos.

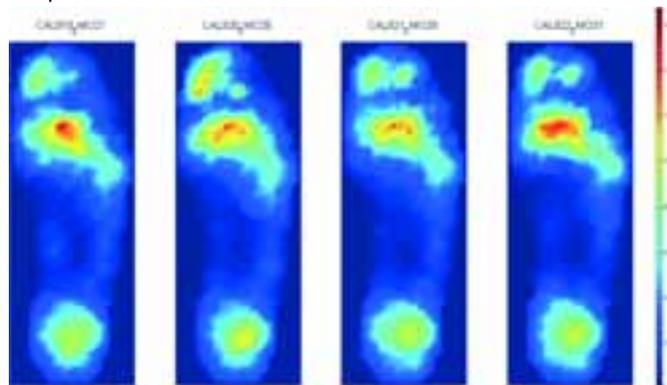


Figura 9. Mapa de presiones máximas en la planta del pie para diferentes modelos de calzado.

### Antropometría y morfometría

Éste es uno de los aspectos que va a influir en mayor medida en el confort percibido por los usuarios y, por lo tanto, uno de los más importantes en el diseño del calzado.

El calzado debe ajustarse al pie adaptándose a sus ejes de movimiento y a las variaciones dimensionales que experimenta durante las actividades que realiza, de forma que lo acompañe en sus movimientos sin que exista desplazamiento relativo entre ellos y sin zonas de presión excesiva. Esta adaptación depende tanto del espacio interior definido por la horma como del material utilizado en el corte.

Con este propósito, el IBV ha desarrollado bases de datos de las dimensiones y formas de los pies de la población europea que le permiten asesorar en el diseño de la horma.

#### Ejemplo 5. Estudio de la evolución de la forma del pie infantil en crecimiento (CUQUITO)

Durante la niñez, la evolución en el tamaño y la forma del pie son mucho mayores que en cualquier otra etapa de la vida. El conocimiento detallado de la forma del pie en los niños



Figura 10. Izquierda: Evolución del tamaño y la forma del pie con la edad para niños y niñas. Derecha: Cambio de forma del pie con la edad.

> durante su crecimiento es de gran importancia para desarrollar calzado con unas propiedades adecuadas de confort y salud. Además, un calzado inadecuado en la infancia puede provocar graves problemas en el pie en la etapa adulta. CUQUITO participó en un proyecto dirigido a estudiar esta evolución en la forma del pie en la etapa infantil, diseñándose una nueva serie de calzado para los más pequeños.

**Confort térmico**

El confort térmico es un factor cada vez más demandado por los usuarios de cualquier tipo de calzado y, en consecuencia, el mercado se ha visto inundado por una gran oferta de productos diseñados con nuevos materiales (membranas técnicas, fibras, etc.) o nuevos conceptos (sistemas de ventilación, materiales de cambio de fase, etc.) que utilizan el confort térmico como elemento diferenciador.

Esta línea de trabajo ha permitido al IBV desarrollar una instrumentación y una metodología de análisis que permiten valorar la temperatura y humedad del pie proporcionada por distintos materiales y sistemas.

**Ejemplo 6. Estudio del confort térmico del calzado en ambientes de clima extremo (FAL)**

Se analizó el confort térmico de los diferentes componentes del calzado (suela, forro, corte, etc.) y de los diferentes materiales utilizados en su fabricación (cauchos, PU, membranas impermeables/transpirables, aislantes térmicos) para seleccionar los materiales más adecuados para tres líneas diferentes de calzado de tiempo libre: los destinados a climas desérticos (alta temperatura y baja humedad), climas de alta montaña (baja temperatura y baja humedad) y climas mediterráneos (alta temperatura y alta humedad).



Figura 11. Pruebas de uso de calzado para diferentes climas.

**Personalización**

La personalización de calzado puede plantearse desde tres enfoques complementarios: la personalización estética, la dimensional y la funcional, aunque son estos dos últimos los que afectan en mayor medida al confort final del usuario, ya que consideran la información objetiva y subjetiva obtenida de los usuarios (características personales, preferencias y medidas del pie) y se apoyan en un profundo conocimiento de la

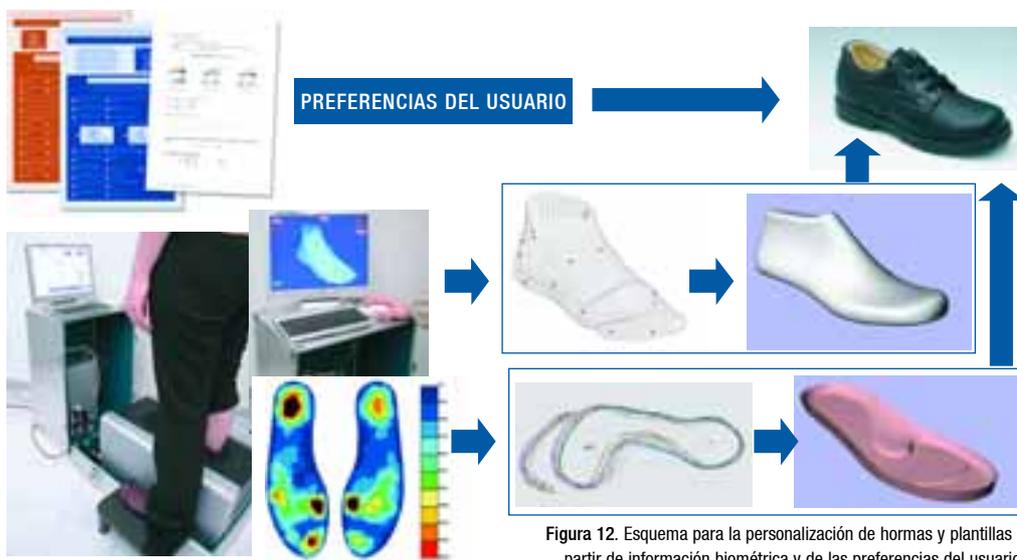


Figura 12. Esquema para la personalización de hormas y plantillas a partir de información biométrica y de las preferencias del usuario.

biomecánica de la marcha humana. La consideración de los tres tipos de enfoques puede ser definida como la personalización completa del calzado.

No obstante, entre el calzado diseñado específicamente para cada persona y el calzado en serie existen soluciones intermedias como el desarrollo de varias hormas, plantillas, etc., por número, que aseguren una mejora considerable en el ajuste del calzado (Best Fitting).

**Ejemplo 7. I+D aplicada a la personalización de calzado (Proyecto Integrado EUROSHOE)**

Durante años, el IBV ha generado conocimientos para el diseño de calzado personalizado y, de manera concreta, participó como referente en biomecánica en el proyecto europeo de personalización de calzado más importante y ambicioso desarrollado hasta la fecha, en el que participaron más de treinta socios de nueve países europeos entre los que se encontraba la marca española ROMU'S. El proyecto EUROSHOE "Development of the processes and implementation of management tools for the Extended User Oriented Shoe Enterprise", abordó la personalización de calzado en todas sus etapas: diseño, fabricación, distribución y venta, con el propósito de conseguir un aumento en la satisfacción del cliente mediante la adaptación funcional del calzado. La biomecánica se consideró como punto clave en el diseño del calzado junto con la utilización de la última tecnología de comunicación y CAD/CAM, apoyada por el desarrollo de nuevos sistemas de automatización de la producción, para ofrecer este servicio al consumidor desde el punto de venta.

## DESARROLLO DE PRODUCTOS

En el proceso de desarrollo de nuevos productos centrados en el usuario destacan dos elementos clave. Por una parte, un profundo conocimiento de las necesidades y características del usuario y, por otra, la implicación del usuario en todo el proceso de desarrollo, especialmente en las fases de concepción y valoración.

En la oferta dirigida al desarrollo de productos orientados al usuario, el IBV presta servicios de diseño y desarrollo bajo un enfoque integral de apoyo a la innovación que considera: I+D precompetitiva como la descrita en el apartado anterior, definición estratégica del producto, generación de conceptos innovadores, diseño conceptual y de detalle, prototipado y evaluación del nuevo desarrollo, etc.

La actividad de desarrollo del IBV abarca:

- *Calzado terminado* para un grupo de usuarios definido o para la realización de una actividad específica.
- *Componentes del calzado*: hormas, pisos, plantillas, cortes, topes y contrafuertes, palmillas, etc.
- *Sistemas innovadores* que puedan integrarse en cualquier tipo de calzado, como los de ventilación forzada o los de amortiguación de impactos, entre otros.

A continuación, se presentan algunos desarrollos para empresas del sector.

### Ejemplo 8. Desarrollo de un nuevo zueco sanitario (ROMU'S)

En el ámbito sanitario hasta el 75% de las horas de trabajo se realizan en bipedestación. Además, la influencia del calzado en las caídas producidas es muy importante. En estas circunstancias, la utilización de un calzado adecuado desde el punto de vista de la funcionalidad, la prevención de la fatiga y las lesiones, y el confort es especialmente importante, constituyendo un claro factor de salud laboral.

Se realizó un estudio biomecánico para determinar cuál debía ser la respuesta del calzado para personal sanitario frente a aspectos biomecánicos como la amortiguación de impactos, la fricción, la distribución de presiones en la planta y el confort asociado a su uso.

A partir de los criterios de diseño, se realizó el desarrollo de un nuevo zueco sanitario que partió del diseño de una horma adecuada a la población usuaria, una plantilla anatómica para mejorar el confort en bipedestación y el diseño y selección de

materiales del piso para obtener una flexibilidad y agarre óptimos. El diseño del corte recibió una especial atención en este producto, incluyendo una tira trasera para evitar el destalonamiento del zueco, causante de caídas.



Figura 13. Zueco sanitario de ROMU'S desarrollado de acuerdo a las necesidades y preferencias de los usuarios.

### Ejemplo 9. Desarrollo de una suela y plantilla para el calzado escolar (GARVALIN)

El biomecánico es un calzado infantil destinado a la población en edad escolar. Se diseñó pensando en un calzado ergonómico para todos los días, pero incorporando elementos

del calzado deportivo especialmente diseñados para evitar lesiones y alteraciones en el pie del niño. Los materiales y geometría de la suela y plantilla se desarrollaron de acuerdo a su comportamiento frente a impactos, la mejora de la estabilidad y la adecuación a los movimientos del pie del niño.



Figura 14. Ensayo de amortiguación de impactos y análisis de movimientos en calzado infantil.

### Ejemplo 10. Desarrollo del sistema Adaptaction (Grupo HERGAR)

El calzado desarrollado permite la adaptación dinámica del calzado a los cambios de forma que se producen en el pie al caminar. Ello es posible gracias al diseño desarrollado y a los materiales del piso y planta del zapato que favorecen la deformación transversal del conjunto. Esta deformación permite la adaptación del calzado a los cambios de anchura

que se producen en el antepié, donde se registran las mayores variaciones de la forma del pie durante la marcha.

Para la ejecución de este proyecto se utilizaron herramientas de simulación mecánica por ordenador y prototipado rápido que redujeron el tiempo de desarrollo del producto y la inversión en moldes.

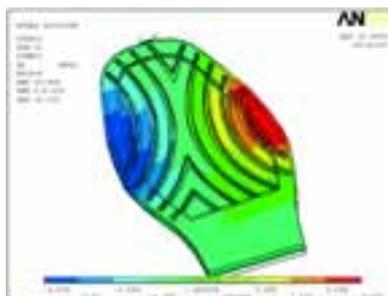


Figura 15. Arriba: Simulación por ordenador de los esfuerzos de expansión de la suela. Abajo: Ensayo con máquina para determinar las características mecánicas del sistema.

## > **ASESORAMIENTO TECNOLÓGICO**

El IBV ofrece una amplia oferta de servicios de asesoramiento tecnológico a empresas de calzado y componentes. Esta oferta es flexible y se adapta a las necesidades de cada cliente. El asesoramiento puede estar ligado a cualquier etapa del proceso de desarrollo de productos orientados al usuario: detección de necesidades y preferencias del usuario, definición estratégica del producto, desarrollo de prototipos, etc., o al rediseño o selección de nuevos materiales. En los últimos años también se han creado servicios de asesoramiento dirigidos a los compradores de calzado mediante la elaboración de pliegos de prescripciones técnicas para la selección del calzado ergonómico y su evaluación. Finalmente, se ofrece una línea de asesoramiento en la gestión de la innovación durante el desarrollo de productos. A continuación se describe con mayor detalle estos servicios, incluyendo algunos ejemplos realizados para distintas empresas.

### **Elaboración de pliegos de prescripciones técnicas para la selección de calzado ergonómico**

Un calzado cómodo y saludable debe adecuarse al entorno y tipo de actividad desempeñada en el puesto de trabajo. Factores ambientales como, por ejemplo, la temperatura y la humedad (cámaras frigoríficas, hornos) o cambios de presión (en el interior de cabinas de aviones), deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar y seleccionar un calzado adecuado. El entorno laboral, como los tipos de pavimentos, la presencia de contaminantes, las vibraciones, las cargas estáticas, entre otros, intervienen en los requerimientos de seguridad del calzado. Las posturas adoptadas durante el desempeño de la actividad requerirán una estructura funcional del calzado adecuada para adaptarse a los movimientos del pie (por ejemplo, posiciones en cuclillas) o disminuir el dolor en la planta del pie con plantillas anatómicas (por ejemplo, en actividades donde se permanezca muchas horas de pie). Finalmente, el calzado laboral debe incluir diferentes elementos que protejan al pie de los posibles riesgos existentes en el puesto de trabajo. De ello puede concluirse que cada tipo de actividad laboral y puesto de trabajo requiere unas características funcionales del calzado específicas.

Los gabinetes de prevención de riesgos laborales o, en general, los encargados de efectuar las compras de calzado laboral para los empleados de las empresas que lo proporcionan, se enfrentan a la necesidad de conocer qué requisitos o prestaciones técnicas y ergonómicas deben exigir para garantizar su adecuación a la actividad laboral, tanto desde un punto de vista de seguridad como ergonómico.

El IBV ofrece el servicio de elaboración de pliegos de especificaciones técnicas a estas empresas y profesionales, que sirven de base para la elaboración del procedimiento de compra.

#### **Ejemplo 11. Pliegos de prescripción de calzado para técnicos de cabina de pasajeros y personal administrativo (IBERIA)**

Con el objetivo de mejorar la seguridad y salud en el trabajo de sus empleados, IBERIA, LINEAS AÉREAS DE ESPAÑA, S.A. encargó al IBV la realización de un proyecto para el desarrollo de pliegos de prescripción de calzado ergonómico y funcional

para los técnicos de cabina de pasajeros TCP (señora y caballero) y para el personal administrativo (señora y caballero). El resultado se ha plasmado en unos pliegos de especificaciones técnicas.

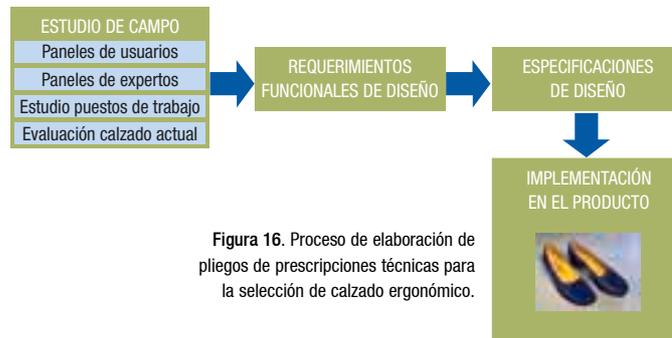


Figura 16. Proceso de elaboración de pliegos de prescripciones técnicas para la selección de calzado ergonómico.



Figura 17. Estudio del puesto de trabajo de los técnicos de cabina de pasajeros.

### **Reingeniería y asesoramiento en el diseño de calzado y componentes**

A menudo, el fabricante de calzado dispone de un producto y el objetivo de la empresa no es desarrollar un nuevo producto sino realizar pequeñas modificaciones dirigidas a mejorar el grado de confort que aporta a sus usuarios.

Existen innumerables maneras de mejorar el confort del producto en contra de creencias como que el confort y la moda son conceptos antagónicos, o que mejorar el confort lleva aparejado un incremento del coste.

En el ejemplo que se presenta a continuación se rediseñó el piso de un calzado con plataforma (moda juvenil de los últimos años). En este modelo, rediseñando el sistema de ahorros del piso, se consiguió disminuir considerablemente el peso, con el consiguiente aumento del confort, y además se abarató el coste por el ahorro en el material necesario para su construcción.

**Ejemplo 12. Asesoramiento para el diseño de los ahorros en la suela (The ART Company)**

Mediante el equipo Biotoof/IBV se registraron las fuerzas que se ejercen en el piso del calzado al caminar. Los datos obtenidos permitieron realizar varias simulaciones por ordenador para, sin necesidad de construir prototipos reales, obtener el diseño que optimizaba la resistencia del calzado y el ahorro del material.

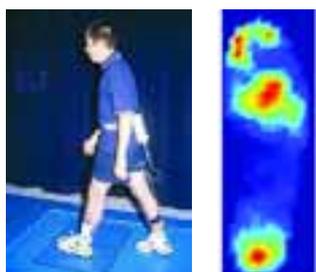


Figura 18. Integración de la información de las fuerzas actuantes sobre la suela durante la fabricación y su uso para la optimización del diseño mediante técnicas de simulación.

**Selección y uso de materiales**

La creciente demanda de confort y funcionalidad por parte de los usuarios, unida a la aparición de nuevos materiales y sus aplicaciones, ha hecho que el mercado se haya visto inundado por una gran oferta de nuevos materiales (viscoelásticos, membranas técnicas, fibras, materiales de cambio de fase, etc.), que mejoran aspectos como el confort térmico o la amortiguación de impactos.

Para valorar si estos materiales tienen el efecto deseado y aplicarlos de forma óptima, el IBV ofrece un servicio de asesoramiento en la evaluación, selección y uso de materiales para la mejora del confort y la funcionalidad del calzado.

**Ejemplo 13. Selección de materiales para plantillas (CAMPER)**

El IBV realizó ensayos de materiales y plantillas existentes en el mercado para encontrar la combinación y espesor óptimo desde el punto de vista de la adecuación funcional y el confort para los usuarios y uso del calzado de CAMPER. Se realizaron ensayos determinando la capacidad de amortiguación de impactos y de distribución de presiones, antes y después de someter a los materiales a un uso intenso (fatiga del material).

**Gestión de la innovación en el desarrollo de productos**

La creciente experiencia del IBV en el desarrollo de productos dirigidos a ámbitos tan diferentes como el calzado, mueble o el equipamiento deportivo, han permitido poner a disposición de las empresas un servicio de asesoramiento en la gestión de

la innovación y en la aplicación de nuevas herramientas en el proceso de diseño de productos con el fin de mejorar el rendimiento del proceso creativo y sistematizar el desarrollo de productos.

El objetivo de este servicio es mejorar el proceso de desarrollo de nuevos productos y la gestión del diseño y la innovación, con el fin de conseguir las siguientes ventajas:

- Productos más innovadores y competitivos (diferenciación, reducción de tiempos de desarrollo, coherencia con la marca).
- Mejora de la coordinación interna.
- Mejora de la planificación de los procesos.
- Detección de oportunidades de mejora.

Aunque este servicio se adapta a las necesidades de cada empresa, se definen las siguientes etapas estándar:

- Auditoría del marco de desarrollo de productos, caracterizando los bloques, personas, hitos, flujos de información, decisiones y herramientas empleadas.
- Análisis y diagnóstico de la innovación, mostrando los puntos débiles y oportunidades de mejora.
- Implementación de herramientas de soporte para la gestión del desarrollo de productos.

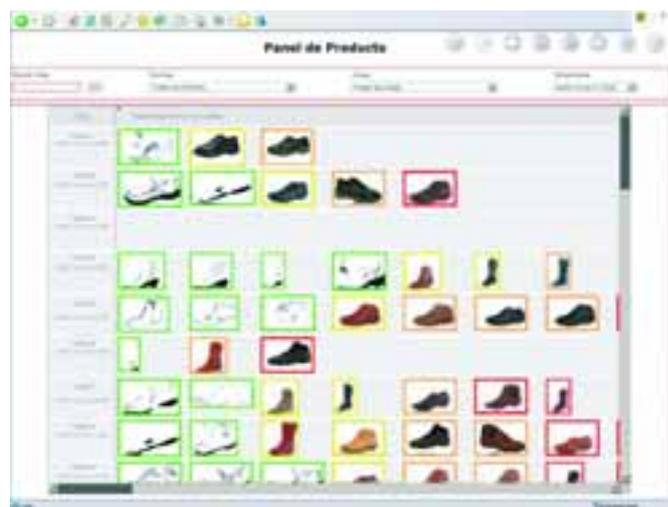


Figura 19. Software para la gestión de las líneas de producto.

Asimismo, se proporciona formación a medida en el uso de herramientas y metodologías de ingeniería inversa, diseño asistido por ordenador (CAD) y prototipado rápido. En este capítulo hay que señalar el desarrollo de un tutorial sobre el uso del software *Rhinoceros* aplicado al diseño de calzado.



Figura 20. Izquierda: Diseño por ordenador de un zapato; Derecha: Prototipo rápido.

## > VALORACIÓN DEL CONFORT Y FUNCIONALIDAD DEL CALZADO

El IBV dispone de un laboratorio para la valoración funcional del calzado que permite ofrecer un servicio para la evaluación del confort del calzado y de su adecuación al usuario y al uso al que está destinado. Es posible evaluar tanto el calzado terminado como los componentes que lo forman, permitiendo predecir el comportamiento del producto final. El laboratorio de valoración del calzado está constituido por equipos y procedimientos desarrollados íntegramente por el IBV y consta de ensayos con máquinas, que simulan la interacción del pie con el calzado, y de pruebas con usuarios, que permiten la evaluación del calzado en condiciones reales de uso. A continuación, se listan los diversos ensayos que integran este servicio:

### Ensayos con máquinas

El IBV ha desarrollado diversas máquinas y procedimientos para la valoración funcional y del confort del calzado y componentes. Estas máquinas simulan la biomecánica o fisiología del pie, permitiendo una evaluación sencilla pero realista del calzado.

- El **ensayo dinámico de amortiguación de impactos** permite determinar la capacidad de amortiguar los impactos de materiales, plantillas, pisos o calzado terminado.



Figura 21. Máquina de ensayos LecCus/IBV para el estudio de la amortiguación frente a cargas de impacto.

- El **ensayo dinámico de almohadillado** proporciona información sobre la capacidad para distribuir las presiones en la planta del pie de un material, plantilla, piso o calzado terminado.
- El **ensayo de fricción del calzado** tiene por objetivo determinar las propiedades de agarre o fricción del calzado sobre el pavimento. Esta máquina permite el ensayo del calzado o de la suela en condiciones muy diversas (desde las fuerzas más bajas para calzado infantil para primeros pasos, hasta calzado deportivo para salto de longitud) y con

diferentes suelos (acero, terrazo, parquet, suelos naturales como hierba, arena o hielo, etc.) y contaminantes (agua, aceite, glicerina, polvo, arena, etc.).

- El **ensayo de fricción de los materiales de forro** con el pie proporciona el valor del coeficiente de fricción entre el material utilizado en el forro de la plantilla o en el corte y la piel humana. Además, se registra el aumento de temperatura que la fricción ha causado en el forro.

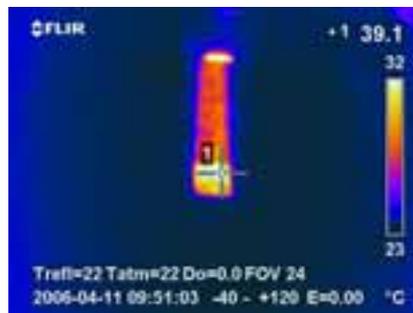


Figura 22. Imagen termográfica de un material de forro al someterlo al test de fricción. Arriba (antes del ensayo), temperatura= 22 °C. Abajo (después del ensayo), temperatura=24° C.

- La **evaluación del peso del calzado** permite determinar el efecto del calzado sobre la fatiga y el riesgo de tropiezos y caídas.
- El **ensayo de flexibilidad del calzado** mide la resistencia del calzado a la flexión en la zona de la cabeza de los metatarsianos (zona de flexión de los dedos).



Figura 23. Máquina de ensayos LecFlex/IBV para el ensayo de flexión del calzado.

-- El **ensayo de torsión** mide la resistencia del calzado para flexionar por su eje longitudinal, permitiendo determinar su capacidad para adaptarse a las irregularidades del terreno.

-- El **ensayo de elasticidad del corte** permite determinar la capacidad del material del corte del calzado para adaptarse a la forma y movimiento del pie y, por lo tanto, para mejorar el ajuste.



Figura 24. Ensayo de flexibilidad del corte.

-- La **evaluación dimensional de la horma** y su comparación con las bases de datos de la población española y europea permiten determinar la adecuación del calce de un determinado producto a los usuarios a los que se dirige. Mediante un escáner láser se obtiene la forma 3D de la horma, sobre la que se toman diferentes medidas y formas.



Figura 25. Horma 3D con diferentes secciones y medidas.

-- La **evaluación dimensional de la plantilla** permite, como en el caso de la horma, determinar la adecuación de la anatomía plantar a la población objetivo.

-- En el **ensayo de transmisión térmica de calzado** se determina el aislamiento térmico, la resistencia al vapor de agua y la absorción de agua del calzado completo.

-- El **ensayo de aislamiento térmico mediante termografía infrarroja** permite detectar las zonas por las que el calzado tiene una menor o mayor pérdida de calor. De esta forma, es posible evaluar el comportamiento térmico de los diferentes elementos de diseño del calzado de forma aislada, como por ejemplo los sistemas de ajuste y cierre, las costuras, el piso, etc.



Figura 26. Termografía del calzado para detectar zonas con pérdidas de calor elevadas.

-- El **ensayo de absorción y desorción de agua** de la plantilla, corte, forro o espumas es importante para determinar la contribución de estos elementos en el proceso de control de la humedad en el interior del calzado.

-- El **ensayo de transmisión de agua** de la plantilla, corte, forro o espumas permite determinar la capacidad de los materiales para transportar el sudor en forma líquida lejos de la piel para que se evapore en el exterior del calzado.

### Ensayos con usuarios

Para la generación de nuevos conocimientos o criterios de diseño en el ámbito de la biomecánica o la fisiología, o para la evaluación de productos innovadores es esencial el estudio de la interacción usuario-producto en condiciones de uso reales. El trabajo en muy variadas áreas de aplicación ha permitido al IBV disponer de completos laboratorios de análisis de movimientos, morfometría y antropometría, y de confort térmico a disposición de las empresas del sector. A continuación se describen estos ensayos:

-- Los **ensayos de confort** en laboratorio permiten evaluar una muestra de calzado en condiciones controladas. Son pruebas subjetivas que se realizan durante y tras la utilización del producto a analizar en condiciones controladas, reproduciendo las condiciones de uso.

-- El **ensayo de distribución de presiones** permite medir de forma directa la distribución de presiones en la planta del pie a través del sistema avanzado de plantillas instrumentadas Biofoot/IBV.



Figura 27. Equipo de registro de presiones plantares Biofoot/IBV.

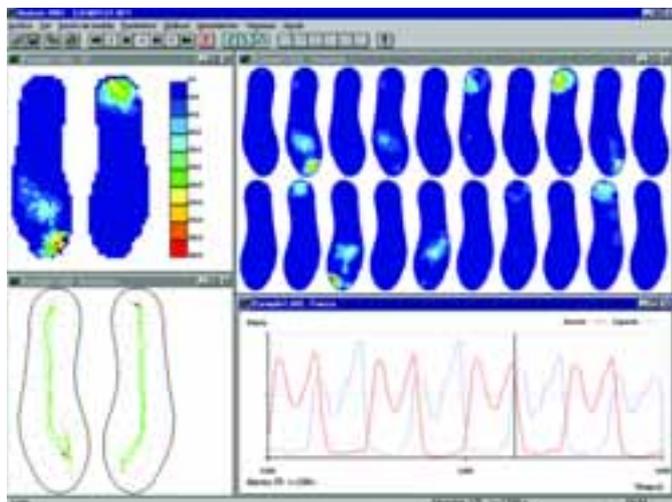


Figura 28. Resultado gráfico del registro de presiones plantares Biofoot/IBV de un usuario caminando.

> -- El **ensayo de fuerzas cortantes en la planta del pie** registra el aumento de temperatura en la planta del pie tras el uso de un calzado, plantilla o material determinado. Este aumento de temperatura está relacionado con las fuerzas cortantes o de rozamiento entre el pie y la plantilla, muy relacionadas a su vez con el confort del calzado y con la formación de ampollas o incluso de ulceraciones en pies diabéticos.

-- El **ensayo de distribución de presiones en el corte** permite medir las presiones que se producen entre el dorso del pie y el corte del calzado relacionadas con el ajuste de éste y con su capacidad para adaptarse a los movimientos del pie.

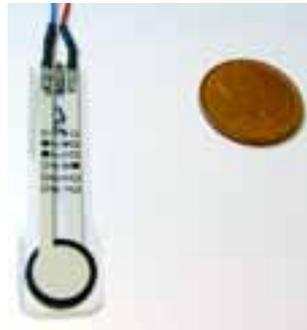


Figura 29. Sensor para la medida de la presión en el corte del calzado.

-- El **ensayo de amortiguación de impactos** permite la valoración de la capacidad de un sistema o calzado para reducir las fuerzas de impacto con el suelo y la vibración que se transmite por el sistema músculoesquelético. El laboratorio de valoración funcional del calzado dispone de plataformas de fuerzas (Dinascan/IBV) y equipos de acelerometría desarrollados por el IBV.



Figura 30. Ensayo de amortiguación de impactos, mediante técnicas de acelerometría y plataformas de fuerza.

-- Mediante el **sistema de análisis de movimientos en 3D** Kinescan/IBV, basado en tecnología de vídeo digital, es posible determinar la influencia del calzado en el movimiento del pie y en el patrón de marcha o carrera.



Figura 31. Análisis de la influencia del calzado y del pavimento en el movimiento deportivo.

-- Mediante el sistema de electromiografía ErgoEMG/IBV, es posible el **análisis de la actividad muscular** relacionada con el uso de un determinado calzado, plantilla o sistema. La actividad muscular puede proporcionar información, por ejemplo, sobre la fatiga que produce un calzado particular después de realizar una actividad.

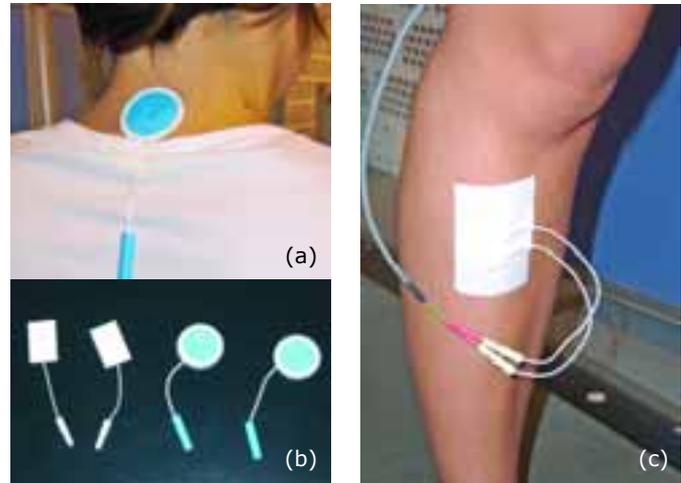


Figura 32. (a) Sensor de referencia para la medida de actividad EMG nula; (b) Sensores EMG usados; (c) Colocación del sensor EMG para la medida de la actividad muscular en la pierna.

-- El **ensayo de confort térmico con usuarios** proporciona la medida de la temperatura y humedad en el interior del calzado, y la percepción de los usuarios en situación real de uso. El equipo permite libertad de movimientos a los usuarios y se puede utilizar en ambientes extremos (alta montaña, deporte, largas jornadas, etc.). El IBV también dispone de una cámara climática que permite reproducir cualquier ambiente (temperaturas desde  $-20^{\circ}$  a  $50^{\circ}\text{C}$  y rangos de humedad relativa desde el 30 al 98%).



Figura 33. Izquierda: cápsula de medida del microclima (temperatura y humedad) en el pie. Derecha: sensor de medida de la temperatura superficial de la piel.



Figura 34. Pie instrumentado para los ensayos termofisiológicos (temperatura y humedad en el pie).

## VALORACIÓN EMOCIONAL

En la situación de mercado global en que vivimos resulta patente la importancia de conocer al cliente y fidelizarlo, estableciendo una relación sólida y duradera. En este contexto, fruto de un profundo conocimiento de la interacción de los individuos con su entorno, el IBV ha desarrollado una línea de investigación en Ingeniería Emocional con el fin de averiguar, registrar y modelar las leyes de relación existentes entre la respuesta emocional provocada por un determinado diseño y su aceptación final en el mercado, dentro del entorno particular de cada sector.

La aplicación de la Ingeniería Emocional para conocer, evaluar y controlar anticipadamente cómo los diferentes modelos y diseños van a ser percibidos por los usuarios se convierte en un factor decisivo que otorga a las empresas mayores garantías de éxito en el proceso de innovación.

Los servicios que el IBV ofrece en el marco de la valoración emocional de producto son:

- Personalizar el diseño y diferenciarlo respecto al resto de productos existentes en el mercado.
- Conocer qué conceptos usan los consumidores para definir los productos que componen un segmento de mercado determinado (calzado infantil, calzado moda, calzado para personas mayores, etc.).
- Averiguar qué conceptos están relacionados con la intención de compra.
- Averiguar qué emociones está generando un producto en el consumidor. Conocer los puntos fuertes y débiles del producto, permitiendo corregir los débiles (planificación del rediseño) y potenciar los fuertes que van a incidir en la compra del producto (apoyo a la planificación de la comunicación).
- Diferenciar productos de distintas gamas (alta/baja) según los criterios de los consumidores.
- Conocer cómo un cambio en el diseño de un producto afectará a la imagen que el consumidor percibe.
- Situar un producto o línea de productos respecto al segmento de mercado al que pertenece (posicionamiento).



Figura 35. Portal de diseño de productos orientados al usuario del IBV.

- Acotar muestrarios.
- Detectar cambios y descubrir nuevas tendencias en concepciones tradicionales de diseño de productos.

Además de las aportaciones de la Ingeniería Emocional al diseño de producto, su aplicación puede proporcionar información estratégica para la empresa como:

- Identificar oportunidades y amenazas relacionadas con la diversificación de diseños.
- Conocer qué aspectos tienen en común los productos de una marca, es decir, conocer la imagen de marca y qué productos la distorsionan.
- Potenciar la imagen del producto en el escenario de compra.

El IBV ha desarrollado un portal de valoración de productos, que permite la aplicación de la Ingeniería Emocional de forma rápida y flexible a través de Internet.

### Ejemplo 14. Ingeniería Emocional aplicada al calzado casual (Proyecto Europeo KENSYS –PIKOLINOS–)

KENSYS es un proyecto combinado de investigación, demostración y diseminación cuyo objetivo es la introducción de la Ingeniería Emocional en el sector del calzado. En consecuencia, considera acciones no técnicas que hacen posible una amplia implementación de la metodología en la industria, gracias a la superación de barreras de comunicación y organización.

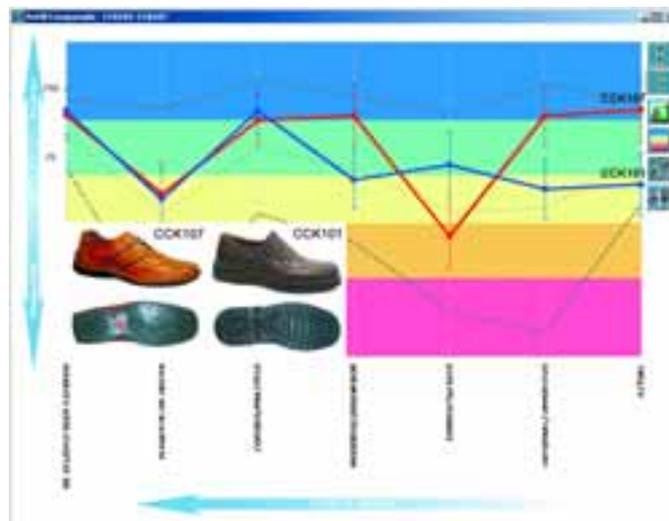


Figura 36. Perfil semántico comparado de dos zapatos casuales.

## FORMACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

El IBV ofrece servicios de formación presencial, a distancia o mixta, en los que se diseñan los contenidos adaptados al cliente.

Aspectos relacionados con el estudio de la marcha y del pie, técnicas biomecánicas de estudio, aspectos funcionales y de diseño de calzado y componentes, o personalización de calzado y componentes, forman parte de una oferta adaptable al cliente. Asimismo, se diseñan acciones formativas a medida sobre la gestión de la innovación en el desarrollo de productos.

> En este mismo apartado, como material de soporte a las actividades de formación y difusión de resultados, se han editado diferentes publicaciones con alto impacto en todos los agentes del sector.

**Ejemplo 15. Proyecto piloto de aprendizaje electrónico dirigido a vendedores de calzado sobre ergonomía, salud y calidad (Proyecto europeo FORCAL)**

El objetivo de este proyecto es elaborar una oferta formativa, específicamente adaptada al colectivo de profesionales involucrados en la venta de calzado en Europa, con la posibilidad de obtener una acreditación académica que permite su formación profesional mediante el aprendizaje electrónico, ya sea como formación inicial o a lo largo de la vida profesional.

En particular, el contenido de esta oferta formativa recoge aspectos relativos a:

- La calidad del calzado.
- La ergonomía, funcionalidad y el confort por tipo de usuario al que va destinado el calzado (niño, adultos, personas mayores, etc.) y por el uso al que va dirigido (deporte, trabajo, etc.).
- La influencia del calzado en la preservación de la salud.

El curso ha sido desarrollado en varios idiomas de la UE, con el fin de asegurar su accesibilidad al mayor número posible de usuarios, que pueden acceder al mismo a través de Internet.



El IBV coordinó la puesta en marcha de este curso telemático, financiado por la Comisión Europea a través de la Agencia Nacional Española Leonardo da Vinci.



**Ejemplo 16. Guía de recomendaciones para el Diseño de Calzado**

Texto único en el sector en el que se recogen recomendaciones para el diseño funcional de calzado para diferentes actividades (deportivas, urbanas, laborales, domésticas) y poblaciones (niños, personas mayores). Asimismo, incluye datos antropométricos de diferentes poblaciones (Francia, Alemania, EEUU), las normas que afectan al calzado y los métodos de ensayo utilizados para el diseño y evaluación del calzado desde la perspectiva de la salud y el confort.



**Ejemplo 17. Cuadernos “El pie calzado”**

Esta colección está integrada por una serie de cuadernos elaborados con el objetivo de divulgar los conceptos básicos de la biomecánica en el ámbito del calzado, para que éste sea lo más cómodo, sano y funcional posible dentro de sus características y, dependiendo del uso y el tipo de usuario a que se destine, ayudar a los vendedores y distribuidores de calzado a calzar correctamente a sus clientes, sin contravenir sus gustos y preferencias.

La colección “El pie calzado” está integrada por:

- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado para personas mayores.
- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado de calle.
- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado infantil.
- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado deportivo.
- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección de calzado para plantillas
- El pie calzado. Guía para el asesoramiento en la selección del calzado saludable.



# MAPA DE CLIENTES



**Cientes y socios de proyectos del IBV en el ámbito del calzado (1996–2006)**

ABELLAN CONFORT S.L.U. (ORTOMABEL) (ESPAÑA)	*	ASOCIACIÓN NACIONAL DE HORMAS Y TACONES (ESPAÑA)	
ADOLFO DOMINGUEZ (ESPAÑA)		ASOCIACIÓN PRÊT A PORTER DE LA COMUNIDAD VALENCIANA (PIV) ESPAÑA	
AFS - FREIZEITSCHUHFABRIK GMBH (AFS) (ALEMANIA)		AVANG SCHOENFABRIEK BV (AVANG) (HOLANDA)	
ALBA ZAPATERO, S.L. (ANGEL INFANTES) (ESPAÑA)		AZORIN SHOES, S.L. (ESPAÑA)	
ALICANTE C. F. (ESPAÑA)		BALLY SHOEFATORIES, LTD (SUIZA)	
ALLIANCE FOOTWEAR, S.L. (ALLIANCE) (ESPAÑA)		BEBELITE (GRECIA)	
ALOIS SUSTEK FARE (REPÚBLICA CHECA)		BERNEDA, S.A. (MUNICH) (ESPAÑA)	*
ALPINA, TOVARNA OBUVTE, D.D. ZIRI (ESLOVENIA)		BIOELECTRO MECHATRONICS, S.A. de C.V (BEMSA) (MÉXICO).	
AMORIM REVESTIMIENTOS, S.A. (AMORIM-WICANDERS) (PORTUGAL)		BIOMEDICAL SHOES, S.L. (MENDIVIL) (ESPAÑA)	*
ANALCO AUXILIAR DEL CALZADO, S.A. (ANALCO) (ESPAÑA)	*	BJARNI'S BOOTS- HANDSEWN FOOTWEAR AND LEATHER GOODS (BJARNI'S BOOTS) (REINO UNIDO)	
ANTONIO LOPEZ, S.A. (LORENS) (ESPAÑA)		BOURLOUKIS (GRECIA)	
ARNEPLANT, S.L. (ESPAÑA)		CALDEPIEL, S.L. (GARVALIN) (ESPAÑA)	*
ASOCIACIÓN COMARCAL DE INDUSTRIALES DE CALZADO DEL ALTO VINALOPÓ (ACICAV) (ESPAÑA)		CALZADO SANDY, S.A. DE C.V. (SANDY) (MÉXICO)	
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE ORTOPEDIA TÉCNICA DE ANDALUCÍA (ASOAN) (ESPAÑA)	*	CALZADOS ANATÓMICOS CALANA, S.L. (ROMUS) (ESPAÑA)	*
ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS DEL CALZADO Y CONEXAS DE LA RIOJA (AICCOR) (ESPAÑA)	*	CALZADOS BESTARD, S.A. (BESTARD) (ESPAÑA)	
ASOCIACIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DEL CALZADO Y AFINES DE ALBACETE (AIDECA) (ESPAÑA)	*	CALZADOS BOREAL, S.L. (BOREAL) (ESPAÑA)	
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE PRODUCTOS PARA LA INFANCIA (ASEPRI) (ESPAÑA)		CALZADOS CANÓS GARCÍA, S.L. (SEGARRA) (ESPAÑA)	*
		CALZADOS CATAY, S.L. (CATAY) (ESPAÑA)	
		CALZADOS CIOMA, S.L. (AGARÉ) (ESPAÑA)	
		CALZADOS EVORI, S.A. (EVORI) (ESPAÑA)	

\* Entidad asociada al Instituto de Biomecánica de Valencia

**Cientes y socios de proyectos del IBV en el ámbito del calzado (1996–2006)**

CALZADOS FAL, S.A. (CHIRUCA, FAL) (ESPAÑA)	*	INCADESA .INDUSTRIAS DEL CALZADO Y PRENDAS DEPORTIVAS, S.A. (KELME) (ESPAÑA)	*
CALZADOS MAKER'S (MAKER ´S) (ESPAÑA)		INDUSTRIAL ZAPATERA, S.A. (PANTER) (ESPAÑA)	*
CALZADOS MAYJO S.L. (PEPE VARO) (ESPAÑA)	*	INYECTADOS Y VULCANIZADOS, S.A. (INVULSA) (ESPAÑA)	*
CALZADOS NUEVO MILENIO S.L. (VICTORIA) (ESPAÑA)		JEFAR - INDUSTRIA DE CALÇADO, S.A. (JEFAR) (PORTUGAL)	
CALZADOS TRUENO, S.L. (TRUENO) (ESPAÑA)	*	J´HAYBER, S.A. (J´ HAYBER) (ESPAÑA)	*
CALZATURIFICIO FRAU S.P.A. (FRAU) (ITALIA)		JOMA SPORT S.A. (JOMA) (ESPAÑA)	
CALZATURIFICIO MANAS S.P.A. (ITALIA)		KOMFORT ESPAÑA, S.L. (KURHAPIES – SARA NAVARRO) (ESPAÑA)	
CÁSTER S.A. (CASTER) (ESPAÑA)	*	LEZNA 2000, S.L. (ACEBOS) (ESPAÑA)	
CAUCHOS RUIZ ALEJOS, S.A. (ESPAÑA)		LINEA DE SEGURIDAD S. L. (SECURITY LINE) (ESPAÑA)	*
CEDERROTH IBERICA, S.A. (ESPAÑA)		LLOYD SCHUHFABRIK MEYER & CO GMBH (ALEMANIA)	
CHEMICAL UNIVERSE S. L. (UNICHEM) (ESPAÑA)	*	MAIN STYLE S.L. (GRUPO MORON) (ESPAÑA)	*
CÍA. MFRA. DE CALZADO EMYCO, S.A. DE C.V. (MÉXICO)		MÁLAGA CLUB DE FÚTBOL, SAD (ESPAÑA)	
CIATEC, A.C. (CIATEC) (MÉXICO)		MANUFACTURA INNOVACAL, S.L. (CRIO´S) (ESPAÑA)	
CÍRCULO DE MODA (ESPAÑA)		MASSEN MACHINE VISION SYSTEMS GMBH (MASSEN) (ALEMANIA)	
CLEMENT SALUS, S.L. (ESPAÑA)		MATRICERIA POVEDA, S.L. (ESPAÑA)	
CLUB DEPORTIVO TENERIFE, S.A.D. (ESPAÑA)		MILA Y PEDRO GARCIA (ESPAÑA)	
CLUSTER ARAGONÉS DEL CALZADO (ESPAÑA)		MIRO BORRAS, S.A. (MIBOR) (ESPAÑA)	
COFLUSA S.A. (CAMPER) (ESPAÑA)	*	NIMCO (HOLANDA)	
COMERCIAL CALZADOS ALINOS, S.L. (TERMANS) (ESPAÑA)		NOUS INNOVATION COMPANY, S.L. (MIKERS) (ESPAÑA)	*
CORPORACION INDUSTRIAL DEL CALZADO, S.A. (CICASA) (ESPAÑA)	*	NOVO FERRIZ, S.L. (ESPAÑA)	*
COUNTY FOOTWEAR, LTD (COOFOOT) (REINO UNIDO)		ORTHO-BIODYNAMICS FOOT CENTER (GRECIA)	
CREA SPORT, S.L. (CREA SPORT) (ESPAÑA)	*	ORTOPEDIA MOLLÁ, S.L. (O.M.) (ESPAÑA)	*
CSM3D INTERNATIONAL LIMITED (CSM3D) (REINO UNIDO)		PEMARSA S.A. (PEMARSA) (ESPAÑA)	
CUQUITO, S.A. (CUQUITO) (ESPAÑA)	*	PIEDRO VERKOOPORGANISATIE BV (HOLANDA)	
DECATHLON CAMPUS (FRANCIA)		PIKOLINO'S INTERCONTINENTAL, S.A. (PIKOLINOS) (ESPAÑA)	*
DELCAM PLC (DELCAM) (REINO UNIDO)		PIMICAL, S.L. (ESPAÑA)	
DIEDRE DESIGN (SARL – DIEDRE) (FRANCIA)		PODO-ORTOSIS, S.L. (ESPAÑA)	
DIVISIÓN ANATÓMICOS, S.L. (DIAN) (ESPAÑA)	*	PRE-CUER, S.L. (ESPAÑA)	
DOW ITALIA S.R.L. (ITALIA)		REAL CLUB DEPORTIVO DE LA CORUÑA, S.A.D. (ESPAÑA)	
DUREA SCHOENFABRIEK BV (DUREA) (HOLANDA)		REAL MADRID CLUB DE FÚTBOL, S.A.D. (ESPAÑA)	
ECCO SKO S/A (DINAMARCA)		REAL ZARAGOZA, SAD (ESPAÑA)	
EMBOGA, S.L. (HISPANITAS) (ESPAÑA)		RICHER KONTRY, S.L. (KONTRY) (ESPAÑA)	*
ERNESTO SEGARRA, S.A. (SNIPE) (ESPAÑA)		RUIZ POVEDA S.L. (ESPAÑA)	
EUROHORMA, S.L. (ESPAÑA)		SCHOLL INTERNATIONAL, R & D (ITALIA)	
EUSTAQUIO CANTÓ CANO, S.L. (ESPAÑA)	*	SUPERGA S.P.A. (ITALIA)	
FAGUS - GRECON GRETEN GMBH & CO. KG (FAGUS) (ALEMANIA)		TECNICA S.P.A. (ITALIA)	
FEDERACIÓN DE INDUSTRIAS DEL CALZADO ESPAÑOL (FICE) (ESPAÑA)	*	TECNIHORMA, S.L. (ESPAÑA)	
FIBA BASKETBALL PROMOTION GMBH (FIBA SPORT PROJEKTE) (SUIZA)		TEMPE, S.A. (GRUPO INDITEX) (ESPAÑA)	*
FLEXOR S.A. (FLEXOR) (ESPAÑA)	*	TENERIÁS ALFA, S.A. (ESPAÑA)	
FOLQUES, S.A. (FOLQUÉS) (ESPAÑA)		TEXON INTERNACIONAL, LTD (REINO UNIDO)	
FORMIFICIO MILANESE TEAM S.R.L. (FMT) (ITALIA)		THE ART COMPANY, S.A. (ART SHOSES) (ESPAÑA)	
FRANCISCO MENDI, S.L. (ESPAÑA)	*	THE Z.E.M. SOCIETY, S.L. (ZEM) (ESPAÑA)	
FÚTBOL CLUB BARCELONA (ESPAÑA)		TROQUELADOS ROGELIO INES S.L. (FOOT SANIT) (ESPAÑA)	
GANDÍA Y TORRÓ, S.L. (FALKY Y QUERUBÍN) (ESPAÑA)		UHLSPORT GMBH (ALEMANIA)	
GETAFE CLUB DE FÚTBOL, SAD (ESPAÑA)		UNIDAD DE BIOMECÁNICA Y ORTOPEDIA DEL PIE (UBOP) (ESPAÑA)	
GIOSEPPO, S.L. (GIOSEPPO) (ESPAÑA)	*	UNIVERSIDAD DE VALENCIA – FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (IVEF-VALENCIA)	*
GROUP NEW PLANT, S.L. (ESPAÑA)		VALENCIA CLUB DE FUTBOL, S.A.D. (ESPAÑA)	
GRUPO HERGAR (CALLAGHAN, GORILA) (ESPAÑA)	*	VILLARREAL C.F., S.A.D. (ESPAÑA)	
GRUPO INDUSTRIAL ITURRI, S.A. (ITURRI) (ESPAÑA)	*	ZAHONERO VIRGILI, S.L. (ESPAÑA)	*
GRUPP INTERNACIONAL, S.A (PANAMA JACK) (ESPAÑA)		ZAPATILLAS QUINO, S.L. (ESPAÑA)	
HORMA TENDENCIA, S.L. (ESPAÑA)			
IBERIA, LINEAS AÉREAS DE ESPAÑA, S.A. (IBERIA) (ESPAÑA)	*		

\* Entidad asociada al Instituto de Biomecánica de Valencia

# PROYECTOS EUROPEOS

Los proyectos europeos desarrollados por el IBV en el ámbito del calzado en el período comprendido entre 1996 y 2006 son:

- *Development of reliable anatomic insoles for children shoes: Assessing and improving functional properties of children shoes (CHILDREN)*. Prima exploratoria para preparación de Propuesta de proyecto de investigación cooperativa a presentar al IV Programa Marco Europeo. Commission of the European Communities. 1996.
- *Development of reliable anatomic insoles for children shoes: Assessing and improving functional properties of children shoes (CHILDREN)*. Proyecto de investigación cooperativo IV Programa Marco (BRITE/EURAM 3). [BRST-CT97-5140]. Commission of the European Communities. Inicio: 01/11/97 - Fin: 31/12/99.
- *Generation of design criteria of footbeds for the European Population (FOOTBEDS)* Prima exploratoria para preparación de Propuesta de proyecto de investigación cooperativa a presentar al IV Programa Marco Europeo. Commission of the European Communities. 1997.
- *Generation of design criteria of footbeds for the European Population (FOOTBEDS)*. Proyecto de investigación cooperativo IV Programa Marco (BRITE/EURAM 3). [BRST-CT98-5346]. Commission of the European Communities. Inicio: 01/12/98 - Fin: 30/11/00.
- *Generation of design criteria of footwear for the elderly (ELDERLY)*. Prima exploratoria para preparación de Propuesta de proyecto de investigación cooperativa a presentar al IV Programa Marco Europeo Commission of the European Communities. 1998.
- *Development of the current European standards for firefighter's footwear: Focus on the compatibility of functional and prospective properties (FIREFIGHTER'S FOOTWEAR)* Proyecto de investigación cooperativo IV Programa Marco (Programa de Medidas de Estimulación/SMT) [SMT4-CT98-2275]. Commission of the European Communities. Inicio: 01/01/99 - Fin 31/12/01.
- *Biomechanical approach to the design of footwear for the elderly (ELDERLY)*. Proyecto de investigación cooperativo V Programa Marco Crecimiento competitivo y sostenible (GROWTH). [GIST-CT-2000-50024]. Commission of the European Communities. Inicio: 15/10/00 - Fin: 15/10/02.
- *Development of a new type advanced early walking shoe (ARCHIBALD)*. Prima exploratoria para preparación de Propuesta de proyecto de investigación cooperativa a presentar al V Programa Marco Europeo Crecimiento competitivo y sostenible. (EXAW-1999-0152) Commission of the European Communities. 1999.
- *Development of a new type of advanced early walking shoe. (ARCHIBALD)*. Proyecto de investigación cooperativo V Programa Marco (Programa de Crecimiento competitivo y sostenible (GROWTH). [CRAF-1999-71023]. Commission of the European Communities, 164.410 Euros. Inicio: 1/03/02 - Fin: 28/02/04.
- *Development of sensor systems for measuring shear forces in body contact interfaces (SHEARFORCE)*. Prima exploratoria para preparación de propuesta de Proyecto de investigación cooperativo V Programa Marco (Programa de crecimiento competitivo y sostenible) [EXAW-1999-00572]. Commission of the European Communities. 1999.
- *Development of the processes and implementation of the management tools for the Extended User Oriented Shoe Enterprise (EUROSHOE)*. Proyecto de investigación cooperativo V Programa Marco Crecimiento competitivo y sostenible (GROWTH). [GIRD-CT-2000-00343]. Commission of the European Communities. Inicio: 01/03/01 - Fin: 31/03/04.
- *Development, implementation and dissemination of a new methodology for User-centred products design using Product semantics and Kansei Engineering (KENSYS)*. Proyecto combinado de I+D y Demostración cofinanciado por la Comunidad Europea bajo el programa "Innovación & PYME (IPS-2000)" del V Programa Marco. [ISP-2001-42075] Commission of the European Communities, Inicio: 01/09/03 - Fin: 31/08/06.
- *Custom, Environment, and Comfort made shoe (CEC-MADE-SHOE)*. Proyecto Integrado (Integrated Project) del VI Programa Marco de la UE. [NMP2-CT-2004-507378]. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Inicio: 01/10/04 - Fin: 01/10/08.
- *Development of a cost-effective adjustable camping sole base on magnetorheological fluids to provide diabetics with a customizable product-service which reduces foot stress and diseases, while decreasing National Health Services expenditure(..) (LIQUIDSOLE)*. Proyecto Cooperativo (Co-operative Research Project) del VI Programa Marco de la UE. [COOP-CT-2004-512670]. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Inicio: 01/11/04 - Fin: 31/10/06.
- *Innovación, Dinamización y Competitividad del Sector Calzado (INDICO)*. Proyecto aprobado dentro del Programa de Iniciativa Comunitaria INTERREG III B Sudoeste Europeo. [INDICO - SO2/1.3/E59]. SECRETARIADO INTERREG IIIB SUDOE. Inicio: 01/03/05 - Fin: 30/07/07.
- *Proyecto Piloto de aprendizaje electrónico dirigido a vendedores de calzado sobre ergonomía, salud y calidad (FORCAL)*. Proyecto aprobado en el marco del Programa Europeo Leonardo Da Vinci. [2005-ES/05/B/F/PP-149306] COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITIES. Inicio: 01/10/2005 - Fin: 01/10/2007.
- *Development of an innovative recycling process based in cryogenic and water jet grinding and sintering techniques for extending the use of recycled rubber in the development of high quality products (CRIOSINTER)*. Proyecto Cooperativo (Co-operative Research Project) del VI Programa Marco de la UE. [COOP-CT-2005-017958]. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Inicio: 15/10/2005 - Fin: 30/10/2007. ●



Centro de Innovación y Tecnología (CIT) registrado (nº 8) por la CICYT.



Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación registrada (nº 88) por la CICYT.



Miembro de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT).



Miembro de la Red de Institutos Tecnológicos de la Comunidad Valenciana (REDIT).



Miembro de la Red Española de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.



Miembro de la *International Association for Sport Surface Sciences* (ISSS). Laboratorio acreditado para la realización de ensayos de pavimentos deportivos.



Red de Centros Tecnológicos de investigación e instituciones relacionadas con la I+D y la enseñanza en el ámbito forestal, de la madera y el mueble



Red de Centros de excelencia en el ámbito de la accesibilidad y diseño para todos

Laboratorio acreditado por la Federación Internacional de Fútbol (FIFA) para ensayar campos de hierba artificial.



Laboratorio acreditado por la International Association of Athletics Federations (IAAF) para la realización de ensayos de superficies sintéticas para pista de atletismo.



Laboratorio acreditado por la International Tennis Federation (ITF) para la realización de ensayos de pavimentos deportivos para pistas de tenis.



Laboratorio de ensayos para pavimentos deportivos y áreas de juego acreditado por ENAC

## APLICACIONES TECNOLÓGICAS



## LABORATORIOS



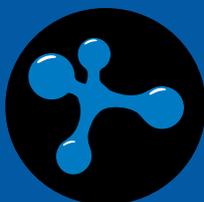
- LABORATORIO DE ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE MOVIMIENTOS
- LABORATORIO DE EVALUACIÓN DE LA DISCAPACIDAD
- LABORATORIO DE ERGONOMÍA DEL PUESTO DE TRABAJO
- LABORATORIO DE DISEÑO FUNCIONAL DE CALZADO



INSTITUTO DE  
BIOMECÁNICA  
DE VALENCIA

Catálogo de  
productos

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA  
Universidad Politécnica de Valencia · Edificio 9C  
Camino de Vera s/n · E-46022 Valencia (ESPAÑA)  
Tel. +34 96 387 91 60 · Fax +34 96 387 91 69  
aplicaciones@ibv.upv.es  
www.ibv.org



Edición subvencionada por:



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional

EJEMPLAR GRATUITO  
VALOR 6 €



GENERALITAT VALENCIANA  
CONSELLERIA D'EMPRESA, UNIVERSITAT I CIÈNCIA



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA