

SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL ÓPTIMO CONFORT TÉRMICO EN CALZADO PARA CLIMAS DESÉRTICOS (DE ALTA TEMPERATURA Y BAJA HUMEDAD)

David Rosa Mañez

Instituto de Biomecánica de Valencia

LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CONFORT TÉRMICO Y LA INSTRUMENTACIÓN PUESTA A PUNTO por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) para el estudio de calzado ha demostrado ser una eficaz herramienta para seleccionar o diseñar los componentes que constituyen el calzado. A modo de ejemplo, en este artículo se recoge el estudio realizado en el proyecto de mejora de las características térmicas del calzado para climas desérticos (de alta temperatura y baja humedad) de la empresa Calzados Fal.

Selection of materials for the optimal thermal comfort in footwear for desert-like climates (high temperature and low humidity)

The analysis methodology of thermal comfort and instruments developed by the Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) for footwear study has proved to be a powerful tool for the selection or design of the components that constitute the footwear. As an example, this article features the study performed for the project of improvement of the thermal characteristics of footwear for desert-like climates (high temperature and low humidity) of the company Calzados Fal.

INTRODUCCIÓN

Como ya se comentó en el artículo “Nuevo servicio para la valoración en uso del confort térmico que proporciona el calzado” de Revista de Biomecánica 32 (julio 2001) las características microclimáticas en el interior del calzado, humedad y temperatura, influyen en la percepción térmica y el confort tanto del pie como del cuerpo completo, ya que el pie juega un importante papel en el control termorregulatorio global.

Siguiendo con estos estudios y motivados por la inquietud que mostró la empresa Calzados Fal por la mejora de sus productos, se ha desarrollado

un proyecto dentro de un marco de trabajo orientado a la mejora de las características del calzado desde el punto de vista del confort térmico. Con esta empresa se ha trabajado en tres líneas diferentes de calzado de tiempo libre: calzado destinado para climas desérticos, climas de alta montaña y climas mediterráneos. El primer estudio que se presenta en este artículo se ha realizado con el calzado para climas desérticos. Este tipo de calzado persigue resolver los problemas derivados del uso en ambientes con condiciones extremas de alta temperatura y de baja humedad. >



Figura 1. Pie Instrumentado.



Figura 3. Ensayo con el equipo "Pie maniquí".



Figura 2. Realización de los ensayos en climas desérticos.

> **DESARROLLO (METODOLOGÍA EMPLEADA)**

El primer paso en el proyecto fue determinar, en colaboración con Calzados Fal, qué líneas de producto, actualmente en venta, mejorar. A continuación se seleccionó un modelo base representativo de ese tipo de calzado que actualmente se encuentra en producción, y sobre ese modelo se realizaron las modificaciones. Se seleccionaron los diferentes materiales del mercado para la realización de los prototipos, incluyéndose en las variaciones: tres materiales para el corte, tres materiales para el forro, tres tipos de piso, dos tipos de plantillas, dos materiales para el recubrimiento de la plantilla y la existencia o no de perforaciones en el corte. Una vez definidos los materiales, se realizó la fase de recogida de información sobre los posibles problemas que aparecen

con el uso de este tipo de calzado, realizándose paneles de usuarios/expertos. A partir de esto se confeccionaron tablas de causa efecto y solución para cada problema detectado por parte de los usuarios especializados.

Mediante una metodología de Diseño de experimentos se determinó el número de prototipos necesarios y suficientes para obtener la máxima información de la influencia de los materiales en el confort térmico proporcionado por el calzado. Una vez determinadas las combinaciones óptimas, la empresa Calzados Fal procedió a la fabricación de un total de 10 prototipos. Para el control del microclima en el interior del calzado se utilizaron dos cápsulas provistas de sensores de humedad y de temperatura y tres sensores de temperatura superficial, colocados de forma estratégica en el pie. (Figura 1)

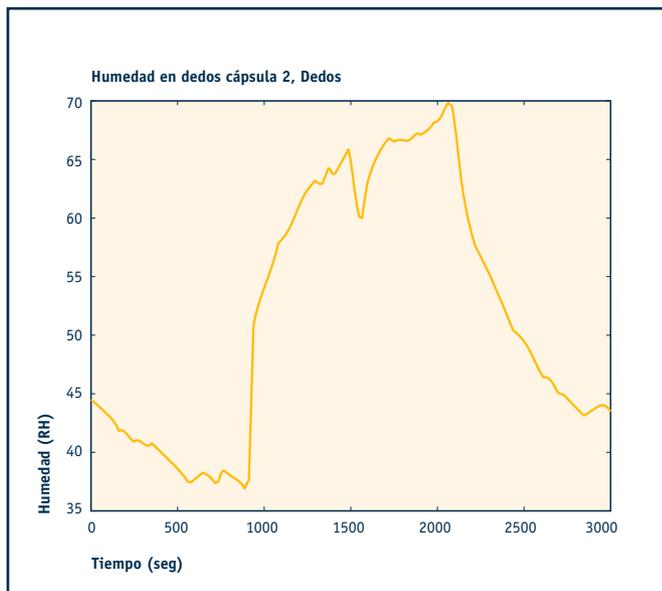


Figura 4. Pérdidas de calor por el calzado (J).

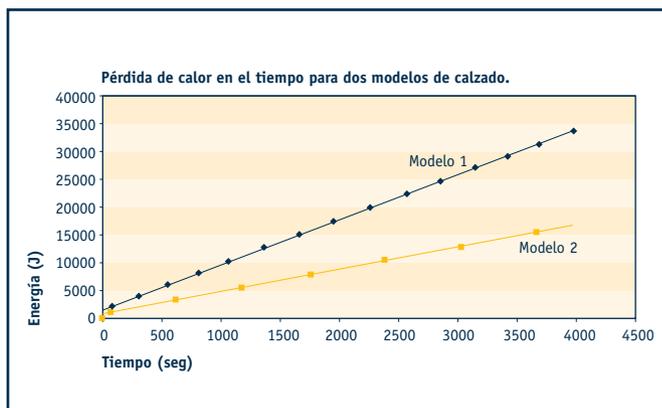


Figura 5. Ejemplo de gráfico obtenido de humedad en la zona de los dedos.

Para recoger la sensación subjetiva de los usuarios durante el ensayo se preparó una encuesta que en la que se incluyeron preguntas tanto de la sensación de humedad como de temperatura en el pie en general y por diferentes zonas. La duración del ensayo fue de 50 minutos repartidos en tres fases, una primera de reposo, en la que se alcanza el equilibrio térmico entre el pie y el calzado, una segunda de actividad, en la que se produce el aumento de temperatura y humedad en el interior del calzado, y la tercera de reposo final, en la que el pie sufre un enfriamiento progresivo y la humedad del microclima desciende de forma continua. (Figura 2)

Durante este tiempo, los sensores, que se encuentran conectados a un sistema de acondicionamiento de señal y almacenamiento de datos que el sujeto lleva en una pequeña mochila a la espalda, registraron todo lo que

sucedía en el interior del calzado. También se midió la temperatura interna del sujeto como indicador fisiológico de la respuesta térmica del cuerpo completo, así como las condiciones ambientales, ya que éstas influyen en el confort global del sujeto. (Figura 3)

Así mismo, el IBV ha incorporado entre sus equipos de laboratorio un pie maniquí con el que se realizaron ensayos de aislamiento térmico y transpirabilidad de los prototipos fabricados. Con este innovador equipo se pueden estudiar y comparar de forma rápida las características térmicas de diferentes modelos de calzado o diferentes combinaciones de materiales para un mismo modelo. El ensayo permite obtener valores de aislamiento térmico, transpiración y absorción de humedad por parte del calzado completo. Este ensayo simula los estudios que se realizan con sujetos en condiciones reales y por ser un estudio de laboratorio, se consigue menor variabilidad y menor coste que con los ensayos con sujetos, lo que facilita el acceso de la industria a este tipo de estudios. (Figuras 4 y 5)

Con toda esta información (datos objetivos medidos por los sensores, datos objetivos medidos en laboratorio y datos subjetivos obtenidos por las encuestas) se realizó el tratamiento estadístico en dos fases. La primera permitió obtener relaciones entre las variables medidas de forma objetiva por los sensores, las variables subjetivas percibidas por los usuarios y las características propias de los materiales. La segunda proporcionó la influencia que tienen los diferentes materiales y componentes en estas variables, permitiéndonos conocer cómo ha sido la respuesta térmica y la percepción del usuario en función del material con el que está fabricado el calzado.

CONCLUSIONES

Con el estudio realizado se ha obtenido la combinación óptima de materiales para la mejora de las características térmicas del calzado destinado a climas desérticos. Se ha progresado en el estudio de la termorregulación del cuerpo humano y, en concreto, en la influencia que tiene el pie en la respuesta térmica global y en cómo los diferentes materiales afectan a esta respuesta.

Esta herramienta y esta metodología permiten seleccionar los materiales y sus combinaciones para optimizar el confort térmico del calzado.

Esta metodología para la mejora del confort térmico se puede aplicar a muchos otros sectores, como vestimenta técnica, equipamientos deportivos, ayudas técnicas, mobiliario, etc.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Calzados Fal su aportación a este proyecto y su inestimable colaboración para el desarrollo del mismo.

CALZADOS FAL, S.A
Avenida de Logroño, 21
26580 Arnedo. (La Rioja)
Tel. 941 380800
Fax 941 383593