



“AUTOMATIZACIÓN DEL MODELADO DE HORMAS A PARTIR DE LA CAPTURA DIGITALIZADA EN 3D DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DEL PIE EN UNA POBLACIÓN ALEATORIA DE INDIVIDUOS”.

Proyecto subvencionado dentro del Plan de I+D+i de Asturias 2001-04, de ayudas a empresas para la ejecución de proyectos de investigación durante el período 2001-04, a través de convocatorias FICYT (ref. IE03-099)

Antecedentes

Actualmente, el proceso de fabricación del calzado está automatizado en todas sus fases, salvo en una de las más importantes que es el moldeado de la horma, realizado de forma manual por los maestros hormeros.

La horma es un molde que asemeja al pie y sirve como base para fabricar el zapato.

No es una reproducción exacta de la forma del pie, sino una aproximación basada en la forma y sus medidas antropométricas y, que frecuentemente se modifica para ajustarse a la demanda marcada en cada momento por la moda: puntera ancha o estrecha, tacón alto o bajo, etc., sin olvidarse de la comodidad.

Otro factor a tener en cuenta para comprender por qué la horma no puede ser una reproducción exacta, es el hecho de que el espacio interior del zapato, debe ser lo suficientemente amplio para poder albergarlo mientras camina, ya que el pie tiende a desplazarse hacia delante.

El moldeado de estas hormas corresponde a los maestros hormeros que basan su trabajo en la experiencia acumulada a lo largo de los años, obtenida con el método de prueba-error, para llegar así a conseguir las hormas que mejor funcionan para cada tipo de calzado.

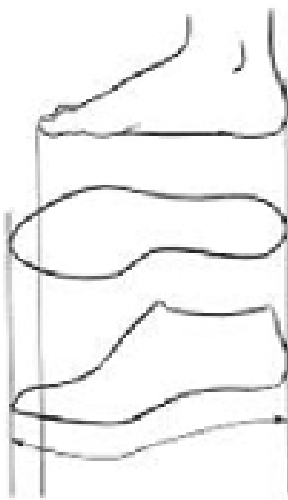
Sobre estas hormas, modifican y corrigen algunos parámetros para obtener las siguientes, que deberán también someterse al método de prueba-error hasta conseguir la horma que responda al zapato esperado en cuanto a funcionalidad y comodidad.

Las modificaciones y correcciones que se van haciendo a la horma no se cuantifican de forma minuciosa y rigurosa, sino que se basan en criterios, muchos de ellos intangibles, de los maestros-hormeros adquiridos con su experiencia.

No existe por lo tanto una estandarización de criterios ya que cada hormero verifica las dimensiones que considera más importantes por lo que, generalmente, cada compañía guarda sus normas de diseño de hormas con cierto grado de reserva.

Una vez confeccionada la horma de forma totalmente manual, teniendo en cuenta las medidas del pie de la población a la que va dirigida el calzado, existen cuatro dimensiones básicas que la mayoría de los hormeros observan a la hora de evaluar la horma, las cuales se corrigen dependiendo del tipo de calzado que se quiera fabricar:

- **Longitud total de la horma**
- **Perímetro de las articulaciones metatarso-falanges**
- **Perímetro de retención**
- **Perímetro interior**



Longitud del zapato



Perímetro de la art. m-f



A. perímetro de retención

B. perímetro interior

Como ejemplo de la variedad de dimensiones contempladas, y la variabilidad que existe entre los hormeros a la hora de tomarlas, sirva el de los perímetros que no existe una localización exacta en la horma, ya que cada hormero lo hace en el punto que su criterio le marca. Además de estas cuatro dimensiones mostradas en las figuras, existen otras muchas importantes para el diseño de la horma por su relación con la anatomía funcional del pie.

Desarrollo del proyecto

Se ha realizado conjuntamente con la empresa Desarrollo CAD/CAM S.A. y METRIA DIGITAL S.L. abordando las actividades de investigación, desarrollo e innovación para el desarrollo de un procedimiento matemático que permita modelar una horma virtualmente mediante tecnologías CAD, tomando como partida los datos de un estudio antropométrico estadístico actualizado de la población.

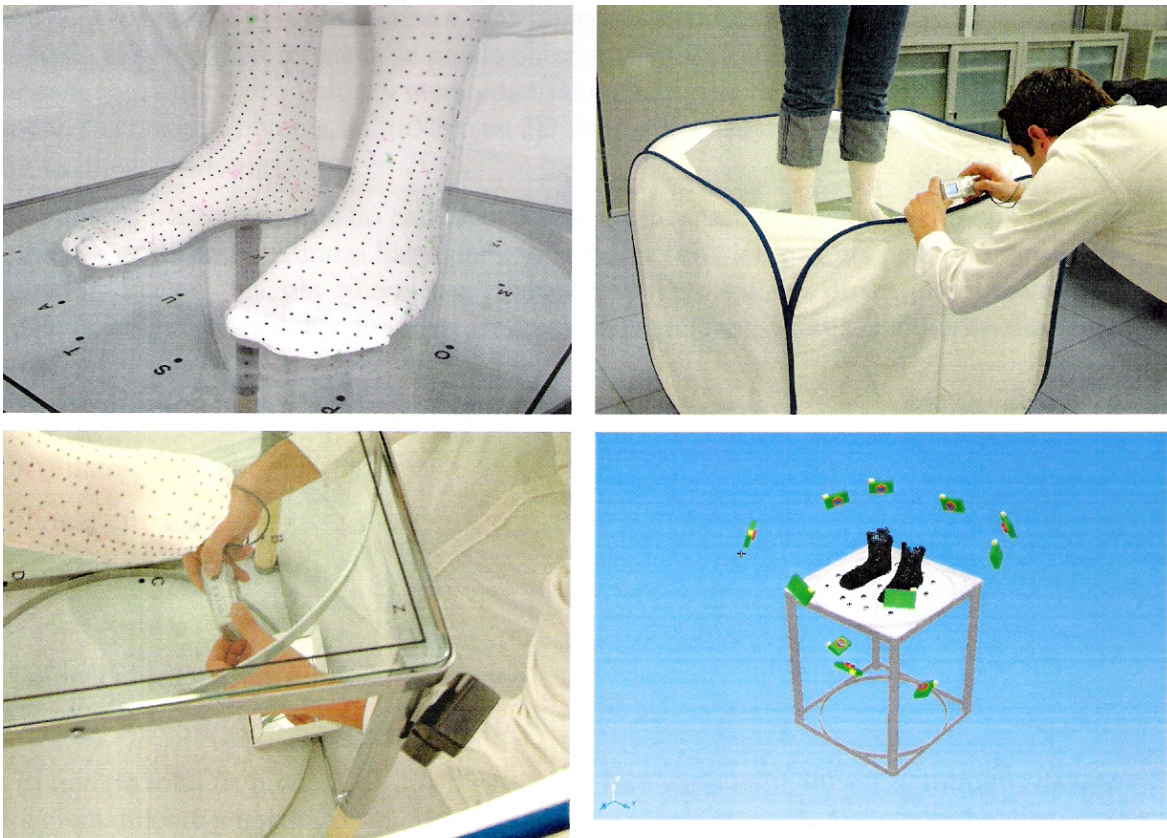
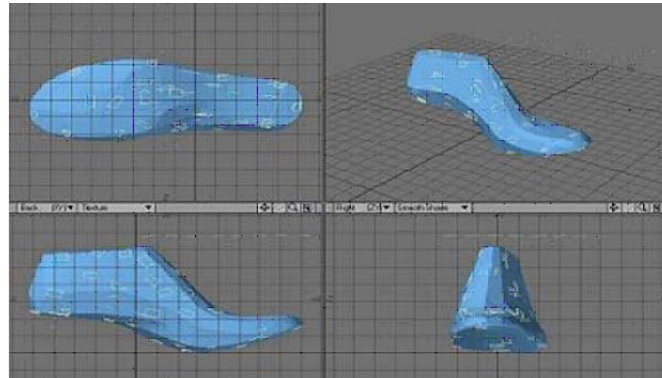


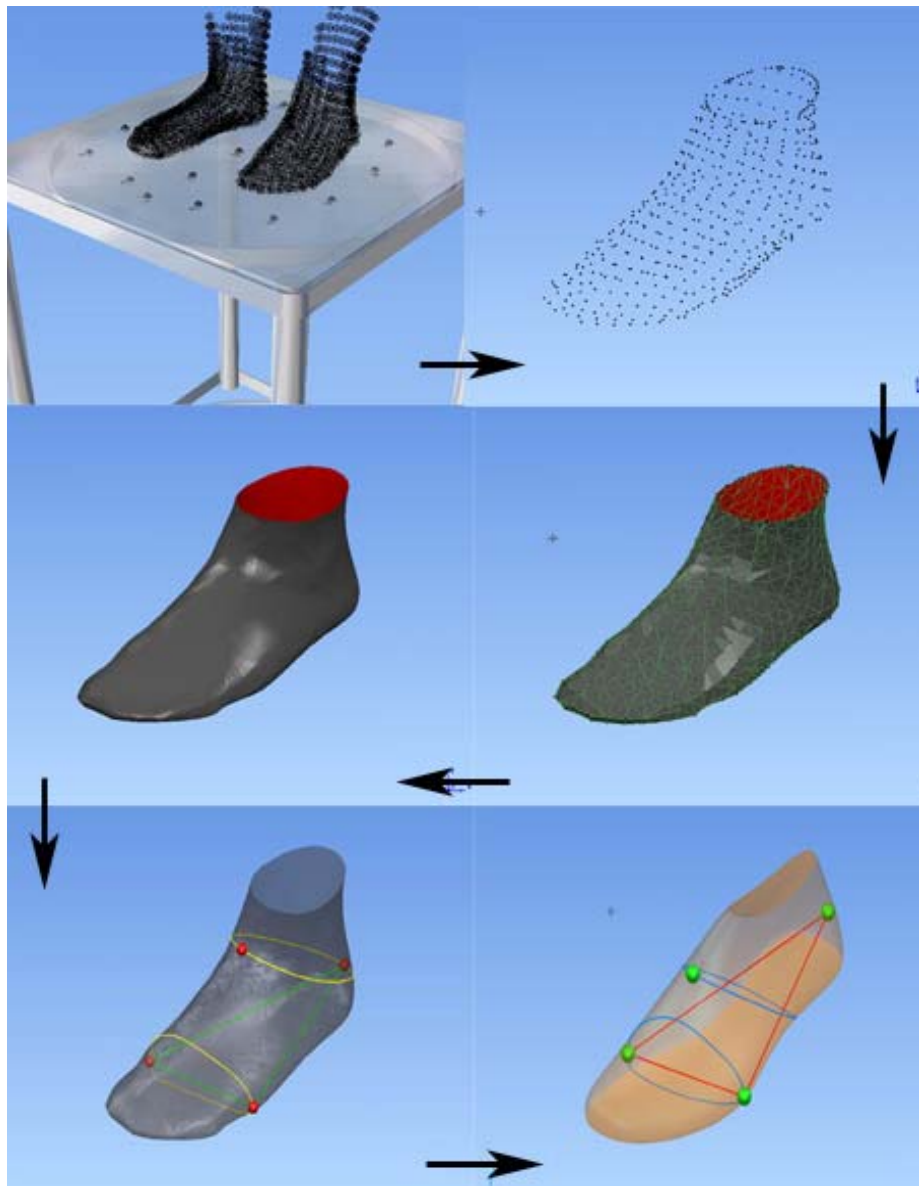
Fig. 2. Detalles de la captura de imágenes y distribución espacial de las mismas

El objetivo del proyecto ha sido el desarrollo de un sistema automatizado para el modelado de hormas de calzado perfectamente adaptables a partir del digitalizado del pie del usuario.



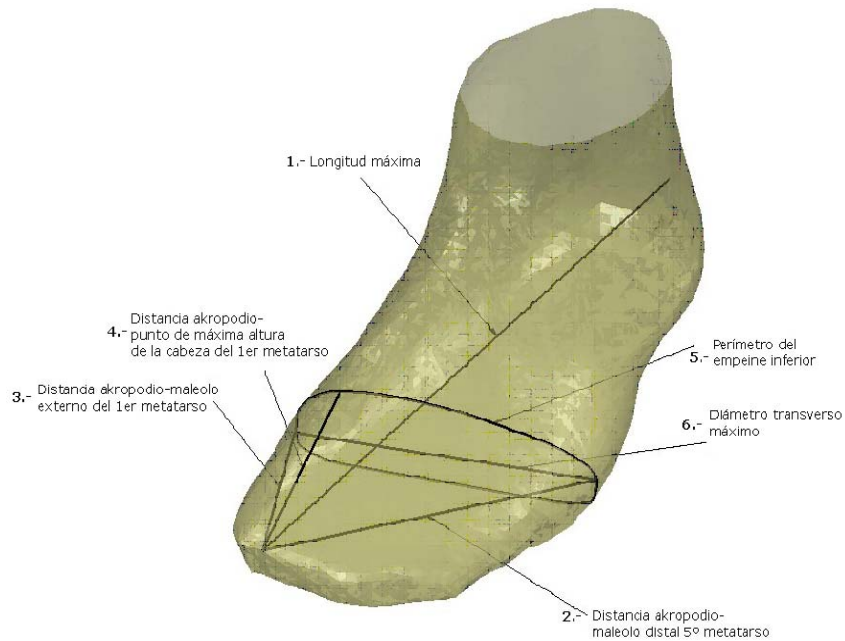
Horma digitalizada

La parte innovadora se basa en el hecho de ofrecer una herramienta informática que facilite y agilice el trabajo del hormero. Esto no supone de ninguna manera acabar con la originalidad del maestro hormero o con su pericia, pues ambas cosas podrá seguir aplicándolas para diferenciar sus hormas de las de los demás, sólo que ahora partirá de hormas generadas informáticamente. El hormero únicamente tendrá que jugar con la horma virtual hasta conseguir la deseada, ya que todos los puntos anatómicos, perímetros, diámetros, etc, podrán ser localizados digitalmente y por lo tanto modificados mediante el sistema CAD.



Proceso desde la obtención de la nube de puntos tridimensional hasta la representación virtual del pie, sobre la cual se pueden tomar las medidas antropométricas.

Para ello, se han digitalizado los pies de una serie de individuos representativos de la población a estudiar mediante la captura de imágenes 2D, con un equipo que se ha desarrollado dentro de este proyecto. Estas imágenes 2D, se han tratado posteriormente para transformarlas en un cuerpo 3D que representa el pie fotografiado.



Representación gráfica de las medidas podales contempladas para el cálculo del algoritmo

A partir de ahí, mediante un algoritmo desarrollado en el proyecto, se obtiene la horma que se ajusta a ese pie. Esta horma ya podrá ser manipulada y modificada por tecnologías que existen actualmente en el mercado para la toma de medidas antropométricas en el pie del individuo sin la necesidad de contar físicamente con él.