

# Innovación biomecánica *en Europa*

# 09

Diciembre 2020

Revista en línea dirigida a las empresas de la Comunitat Valenciana



INSTITUTO DE  
BIOMECÁNICA  
DE VALENCIA

# Innovación biomecánica

en Europa

Revista creada en 2012 por el Instituto de Biomecánica (IBV).

Este número 09 es la edición en línea aparecida en febrero de 2021. Reúne todos los artículos con resultados de proyectos financiados dentro del Programa de Ayudas del IVACE a Centros Tecnológicos de la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2020, dados a conocer a lo largo de 2020 en la web corporativa: [ibv.org](http://ibv.org).



El texto íntegro es propiedad del Instituto de Biomecánica (IBV). No puede reproducirse sin el previo permiso escrito del editor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional)

Edita:  
INSTITUTO DE BIOMECAÁNICA (IBV)  
Universitat Politècnica de València  
Edificio 9C – Camino de Vera s/n  
E-46022 VALENCIA (ESPAÑA)  
+34 961 111 170  
[ibv@ibv.org](mailto:ibv@ibv.org)  
[ibv.org](http://ibv.org)

ISSN 2530-3783



9 772444 037003

## proyectos

Programa de ayudas dirigidas a centros tecnológicos para el ejercicio 2020

Relación de proyectos de I+D de carácter no económico realizados en cooperación con empresas

**IMDEEA/2020/81 OSTEOCAR3D** - Desarrollo de productos sanitarios a medida, haciendo uso de nuevos biomateriales y procesos de fabricación basados en bioimpresión, en aplicaciones de hueso y cartílago.

**IMDEEA/2020/82 IA\_USERINSIGHTS** - Desarrollo de una metodología de participación y dinamización ciudadana mediante técnicas de investigación *online* y de inteligencia artificial.

**IMDEEA/2020/83 4HEALTH** - Investigación en nuevas metodologías para el diseño, desarrollo, fabricación, evaluación y certificación de producto sanitario en el entorno de la industria 4.0. (2ª ANUALIDAD).

**IMDEEA/2020/84 H2030-INNOVACAL** - Metodología innovadora para la evaluación y el diseño de calzado.

**IMDEEA/2020/85 3DBODY-HUB** - Desarrollo de herramientas para la gestión y uso de datos antropométricos para la innovación en el diseño de nuevos productos.

**IMDEEA/2020/86 GENERO** - Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales.

**IMDEEA/2020/87 CUSTOM\_DHM** - Adaptación del modelo digital humano para su aplicación en el diseño de productos y aplicaciones digitales.

**IMDEEA/2020/89 BIOMECA4IA** - Aplicaciones de la inteligencia artificial y el modelado biomecánico para el diseño de productos, procesos y servicios.

**IMDEEA/2020/90 EYESPORT** - Aplicación de técnicas de análisis de imagen y de inteligencia artificial para la mejora de la salud y la eficiencia en el deporte.

**IMDEEA/2020/104 OUTCOMES3** - Desarrollo de una herramienta de apoyo al seguimiento clínico post-comercialización de prótesis de rodilla para fabricantes de producto sanitario basada en monitorización continua y valoración funcional biomecánica.

**IMDEEA/2020/105 CALORIAS** - La respuesta térmica de las personas: aportando color al calor para la personalización de productos y tratamientos.

**IMDEEA/2020/106 REENFOCO** - Desarrollo de soluciones adaptadas para dar respuesta a la demanda energética en entorno laboral de forma sostenible y colaborativa.

## artículos



Nuevas metodologías de diseño y validación *in silico* de estructuras de soporte para la sustitución ósea y osteocondral. Julia Tomás i Chenoll, Víctor J. Primo Capella, Raúl Panadero Morales, Clara Rionda Rodríguez, Carlos M. Atienza Vicente, Laura Martínez Gómez, José Luis Peris Serra



Metodología de participación y dinamización de los ciudadanos en estudios de I+D+i. Marta Valero Martínez, Vanessa Jiménez Gil, Raquel Marzo Roselló, Arizona D. Vitoria González, Raquel Ruiz Folgado, Rosa Porcar Seder, Enrique Alcántara Alcover



Investigación del Instituto de Biomecánica (IBV) en Producto Sanitario como apoyo a las empresas del sector en un contexto de cambio. Andrés Peñuelas Herráiz, Raúl Panadero Morales, Sofía Irazzo Egea, Víctor J. Primo Capella, Fernando García Torres, Juan Gómez Herrero, Carlos M. Atienza Vicente, María Jesús Solera Navarro, José Luis Peris Serra, José Laparra Hernández



Metodologías innovadoras para el desarrollo de calzado/ tecnología, datos y nuevos materiales aplicados a la innovación en el desarrollo del calzado. Clara Solves Camallonga, Sara Gil Mora, Juan Carlos González García, Sandra Alemany Mut, Sergio Puigcerver Palau



Desarrollo de herramientas para la gestión y uso de datos antropométricos para la innovación en el diseño de nuevos productos. Juan V. Durá Gil, Sara Gil Mora, Sandra Alemany Mut, Juan Carlos González García



Adecuación ergonómica y enfoque de género: ¿lo estamos haciendo bien? Rakel Poveda-Puente, Raquel Ruiz Folgado, Raquel Portilla Parrilla, Raquel Marzo Roselló, Sonia Serna Arnau, Alicia Piedrabuena Cuesta, Julio Vivas Vivas, Mercedes Sanchis Almenara



IBV trabaja en tecnologías que permitan obtener el modelo digital humano para su aplicación en productos y servicios. Paola Piqueras Fiszman, Beatriz Mañas Ballester, Sandra Alemany Mut, Juan Carlos González García



Aplicación de la Inteligencia Artificial al análisis biomecánico. Úrsula Martínez-Iranzo, Enric Medina-Ripoll, Gonzalo Utrilla Redondo, Cristina García Bermell, Ignacio Bermejo Bosch, Juan López Pascual



Mejora de la salud y el rendimiento de deportistas a través de la aplicación de avances en técnicas de Inteligencia Artificial. Luis I. Sánchez Palop, Laura Magraner Llavador, Enrique Alcántara Alcover, José Laparra Hernández



Investigación en tecnologías de valoración funcional biomecánica para el seguimiento clínico objetivo y fiable de pacientes con prótesis de rodilla. Arturo Gómez Pellín, José Francisco Pedrero Sánchez, Salvador Pitarch Corresa, María Francisca Peydro de Moya, María Martínez Pérez, Julia Tomás i Chenoll, Giuseppe Caprara, José Luis Peris Serra, Juan López Pascual, Carlos M. Atienza Vicente



Metodologías de evaluación térmica y morfométrica. Monitorización de mapas de calor en el seguimiento de tratamientos y aplicaciones de estética, salud y bienestar. Consuelo Latorre Sánchez, Andrés Soler Valero, Mateo Izquierdo Riera, Elisa Signes Pérez, Carlos M. Atienza Vicente, José Laparra Hernández



Soluciones para la gestión de la demanda energética y mejora del confort térmico de forma sostenible y colaborativa. Alicia Piedrabuena Cuesta, Giuseppe Caprara, Raquel Marzo Roselló, Vanessa Jiménez Gil, Consuelo Latorre Sánchez, Andrés Soler Valero, Arizona D. Vitoria González, Beatriz Muñoz García, Ricard Barberà i Guillem, Sonia Gimeno Peña, Mercedes Sanchis Almenara

## Metodologías innovadoras para el desarrollo de calzado/ tecnología, datos y nuevos materiales aplicados a la innovación en el desarrollo del calzado

Clara Solves Camallonga,  
Sara Gil Mora,  
Juan Carlos González García,  
Sandra Alemany Mut,  
Sergio Puigcerver Palau.

Instituto de Biomecánica (IBV). Universitat Politècnica de València. Edificio 9C. Camino de Vera s/n (46022) Valencia, España.

## INTRODUCCIÓN

Las preferencias y los comportamientos de los consumidores evolucionan como resultado de los cambios sociales, económicos y tecnológicos de la sociedad. Tendencias y cambios que se han acelerado con la actual pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19). Esta situación conlleva grandes retos a los que debe enfrentarse el sector del calzado de la Comunidad Valenciana, puesto que van a tener gran impacto en las compañías, marcas y consumidores durante la próxima década.

La sostenibilidad, junto a la digitalización y la internacionalización, son los grandes retos que debe afrontar el sector del calzado. La **adopción de estilos de vida más sostenibles** es una tendencia imparable que está empezando a marcar las estrategias de fabricación, comercialización y uso de los productos. La industria del calzado, siendo una de las más contaminantes, resulta especialmente afectada por esta tendencia, por lo que cada vez es más prioritario el factor sostenibilidad como valor añadido del producto, sin dejar por ello de asegurar factores clave como el confort o la funcionalidad. El calzado sostenible ofrece un gran potencial de innovación a la empresa, siempre que ésta sea capaz de transmitir al consumidor el cumplimiento de todos estos factores.

Las **tecnologías de la digitalización** están transformando nuestro mundo y nuestros patrones de consumo a una velocidad vertiginosa. El consumidor digital busca nuevas experiencias de

## H2030-INNOVACAL



compra, que incluyan asesoramiento experto, personalización de producto o nuevas experiencias de compra y/o de uso. Para ofrecer estos servicios, las empresas de calzado precisan poder acceder y gestionar datos personales de sus clientes y disponer de sistemas de inteligencia artificial y *big data*.

Actualmente, navegamos en una **economía global**, en la que consumidores de todo el mundo comparten los mismos medios tecnológicos, plataformas *online* y redes sociales, para acceder a los productos del mercado. Estos medios están al alcance de cualquier empresa de calzado que quiera aprovecharlos para llegar a los potenciales clientes de todo el mundo. Para ganar nuevos clientes, las empresas del sector del calzado deben conocer las preferencias de los distintos mercados geográficos y dotar a sus productos de los requerimientos clave.

Estos retos van a tener un fuerte impacto a lo largo de todo el ciclo de vida del calzado, desde el momento en el que el producto es concebido, durante su desarrollo, comercialización, uso e incluso hasta su retirada. En este sentido, el Instituto de Biomecánica (IBV) está trabajando en abordar estos retos a través del proyecto INNOVACAL (Metodología innovadora para la evaluación y el diseño de calzado), cuyo fin es el **desarrollo de conocimiento y herramientas aplicables al proceso de desarrollo de calzado fundamentadas en el empleo de TICs, la inteligencia artificial, el *big data* y el uso de materiales avanzados, como nanomateriales o nuevos**

**materiales sostenibles** (Figura 1). El objetivo general del proyecto es la puesta a punto de procesos de innovación tecnológica fundamentados en la biomecánica, el confort y la salud que faciliten la transferencia a las empresas de calzado y sus componentes de las herramientas y el conocimiento generado para permitirles abordar con éxito los nuevos retos y tendencias de consumo. De esta forma, las empresas de calzado y componentes podrán beneficiarse de los resultados del proyecto para afrontar los nuevos retos del sector y la nueva década en una posición clara de ventaja competitiva.

Este proyecto se ha iniciado en 2020 y tiene una duración prevista de 3 años.

## RESULTADOS

Una de las tareas más relevantes del proyecto durante esta anualidad ha sido el desarrollo de nuevas metodologías de caracterización funcional y del confort de materiales y componentes de calzado basadas en la simulación de las condiciones reales

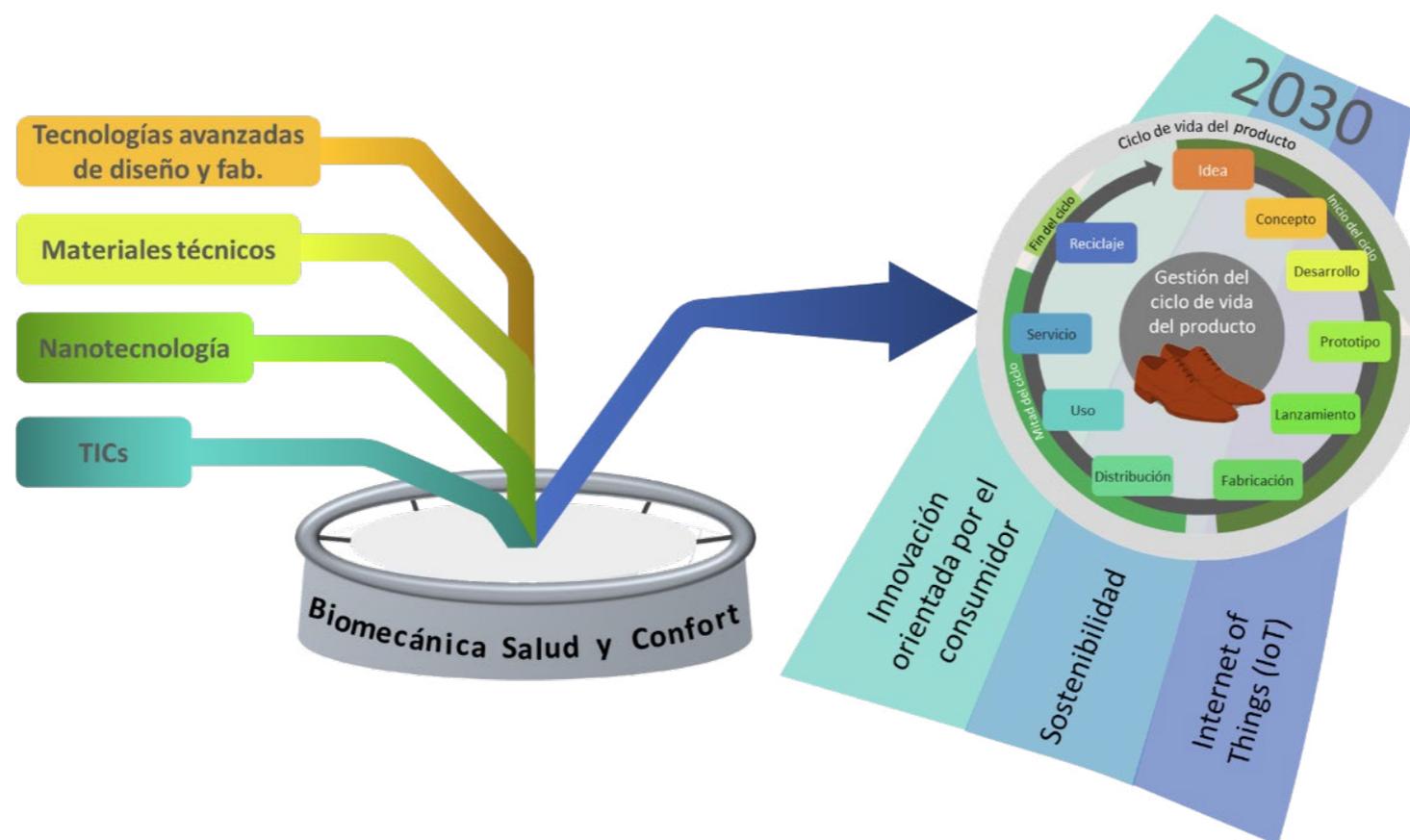


Figura 1. Objetivos tecnológicos del proyecto aplicados a la innovación del calzado.

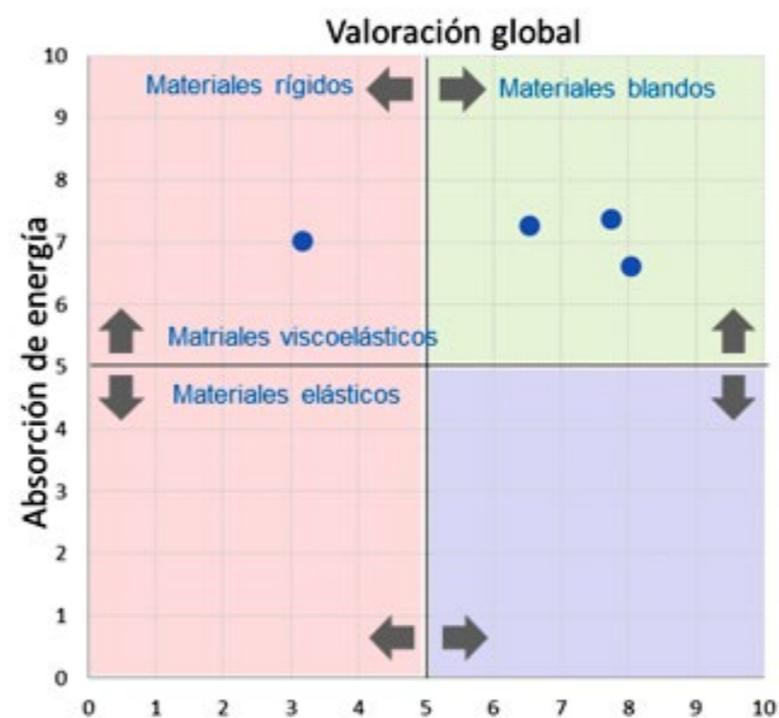
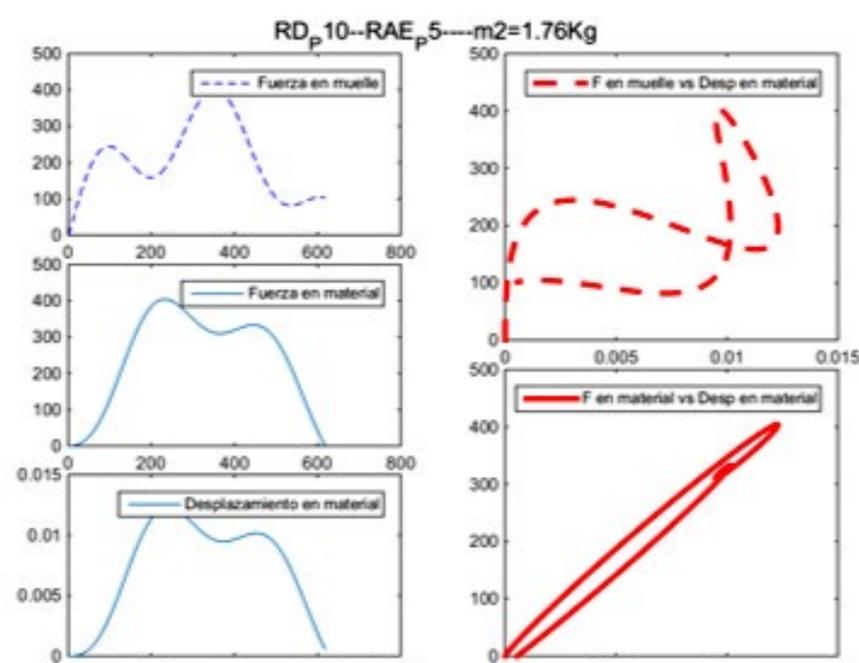
de uso. Estas metodologías permiten caracterizar el comportamiento del producto en uso para diferentes perfiles de usuario, contrastándolo con parámetros de referencia que se ajustan al confort y la salud.

La aplicación de estas nuevas metodologías está permitiendo el desarrollo de una base de datos de propiedades de confort de materiales y componentes de última generación con un alto potencial innovador, incluyendo tanto nuevos materiales como materiales y componentes sostenibles con un mínimo impacto medioambiental, cuyo uso supone una necesidad imparable en el sector. Esta base de datos proporcionará a las empresas

información sobre el confort y la sostenibilidad de los materiales y componentes disponibles en el mercado actualmente, frente a la que posicionar sus nuevos productos.

En el apartado de comercialización y venta de calzados ha continuado la investigación en modelos de recomendación que permitan escalar los resultados de laboratorio a sistemas de aprendizaje automático y filtros colaborativos que utilicen el histórico de los usuarios para determinar sus preferencias. En particular, se ha analizado el potencial de sistemas híbridos que combinan algoritmos tradicionales con estas nuevas metodologías para optimizar el porcentaje de acierto.

Figura 2. Aproximación aplicada a la evaluación biomecánica del calzado simulando condiciones reales de uso.



## EMPRESAS PARTICIPANTES

Durante esta primera anualidad, varias empresas de la Comunidad Valenciana han colaborado en este proyecto proporcionando nuevos materiales y sistemas vanguardistas con los que se ha demostrado la viabilidad de las nuevas metodologías desarrolladas para el análisis de la funcionalidad y el confort del calzado.

Como resultado de esta colaboración, las empresas han podido contar con la valoración de los aspectos funcionales y de confort de una muestra de sus componentes más innovadores, así como de su posicionamiento respecto al mercado actual. ■

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2020/84

# 3DBODY-HUB



## Desarrollo de herramientas para la gestión y uso de datos antropométricos para la innovación en el diseño de nuevos productos

Juan V. Durá Gil,  
Sara Gil Mora,  
Sandra Alemany Mut,  
Juan Carlos González García.

Instituto de Biomecánica (IBV).  
Universitat Politècnica de València.  
Edificio 9C. Camino de Vera s/n  
(46022) Valencia, España.

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del proyecto 3DBODYHUB es desarrollar una infraestructura digital para la gestión de la información antropométrica de la población mundial (Figura 1). El nuevo sistema integrará diferentes paquetes de herramientas y permitirá el aprovechamiento de la información antropométrica

existente, la incorporación de nuevos datos procedentes de campañas antropométricas en curso y el intercambio seguro de información entre organizaciones, empresas y usuarios. El sistema proporcionará la armonización, análisis y procesado de los datos antropométricos, de forma que esta información pueda ser aprovechada por las empresas y la sociedad.



Figura 1. Propuesta conceptual de la plataforma 3DBODYHUB.

Este proyecto se inició en 2018 y tiene una duración de 4 años.

Los objetivos alcanzados en 2020 han sido:

1. **Generar Servicios de acceso y consulta de datos 3D.**

Se desarrollará una arquitectura orientada al servicio (SOA - Service Oriented Architecture) para:

- a. Conexión con equipos de escaneo, procesamiento de escaneados 3D, armonización y almacenamiento en base de datos *online*.
- b. Acceso a la información de base de datos 3D *online*.

2. **Generar *software* para el procesamiento y explotación de datos 3D aplicables a los procesos de desarrollo de producto.** En este resultado se parte del prototipo funcional desarrollado en la anterior anualidad con herramientas para conservación, gestión y visualización de datos 3D. Con este resultado las herramientas se integran en un *software* con interfaz con mayor usabilidad.

Además, en esta tercera anualidad se ha contemplado la actual crisis sanitaria provocada por el COVID-19; por ello, en el procesamiento de datos antropométricos que se ha realizado se ha incluido el procesamiento de cabeza y rostro destinado a la adaptación ergonómica de mascarillas, incluyendo a los niños que actualmente no están contemplados por la normativa de equipos de protección individual.

## RESULTADOS

A continuación, se describen los principales resultados alcanzados.

### La base de datos

Durante esta anualidad se ha terminado de definir una estructura de base de datos instalada en un servidor a la que se pueden conectar diferentes aplicaciones. La base de datos permite la recuperación del dato del cuerpo entero, partes corporales, medidas o parámetros morfológicos.

Los datos recuperados pueden ser:

- **Conjuntos de datos individuales anonimizados.** 3DBODYHUB permite la recuperación de conjuntos de datos individuales anonimizados (como por ejemplo un conjunto de medidas o un modelo de cuerpo tridimensional anonimizado). Esta recuperación incluye el rescate de conjuntos de datos colectivos (incluyendo a un grupo de individuos), dado que la recuperación viene dada a través de filtros de datos anónimos (como por ejemplo medidas corporales) y/o filtros de metadatos (por ejemplo, sexo, edad, peso, etc.).
- **Datos agregados.** 3DBODYHUB permite resumir datos 3D o métricas de un grupo de individuos mediante, por ejemplo, funciones estadísticas como percentiles y promedios. Los filtros de datos anónimos, de metadatos y/o de selecciones de partes del cuerpo son utilizados para seleccionar el conjunto de datos de interés, por lo que los resultados estarán en forma de datos agregados.

Una de las dificultades de los requisitos que tiene que cumplir el sistema de gestión de datos es la heterogeneidad de los tipos de datos. La información antropométrica se encuentra disponible en diferentes formatos (datos 3D, imágenes, datos 1D...), diferentes estados (datos nativos, brutos, etc.) y además incorpora datos descriptivos adicionales (género, nacionalidad, edad...). Por ello se ha optado por una base de datos no relacional, también llamadas NoSQL o documentales, en lugar de por una base de datos relacional (o SQL). Este tipo de bases son más versátiles y presentan las siguientes ventajas:

- **Crecimiento Horizontal:** Soportan una escalabilidad descentralizada, es decir, soportan estructuras distribuidas; si durante la operación se ve que el desempeño de los servidores tiende a bajar, se instalan nuevos nodos operativos para que balanceen la carga de trabajo, a esto le llaman crecimiento horizontal.
- **Disponibilidad de Recursos:** No se requieren servidores con una gran cantidad de recursos disponibles para operar, pueden empezar a operar con bajos recursos e ir creciendo dependiendo de las necesidades sin tener que detener los servicios de operación.
- **Optimización:** Los sistemas NoSQL tienen un algoritmo interno para reescribir las consultas escritas por los usuarios o las aplicaciones programadas, con el fin de no sobrecargar

el rendimiento de los servidores y mantener un nivel óptimo en las operaciones.

Las colecciones de datos 3D a los que se pueden acceder en la actualidad son:

- **Body:** formas 3D de cuerpo completo y todos los datos asociados. Actualmente almacena 43.852 formas 3D de cuerpo completo.
- **Feet:** formas 3D pies y todos los datos asociados. Actualmente almacena 2.358 formas de pie.

Se ha optado por generar dos formas de conexión diferentes a la base de datos:

- **Acceso directo de la aplicación a la base de datos.** En este caso el control de acceso se realiza mediante la lógica implementada en el propio servidor de la base de datos. Esta forma de conexión está pensada para usuarios avanzados que utilicen *software* de análisis de datos como Python o R.
- **APIs con tecnología REST (Representational State Transfer)** que transporten datos utilizando el protocolo HTTP. Este método permite generar vistas de la base de datos adaptadas a cada necesidad y un control más detallado de los niveles de acceso a los datos. Se puede controlar el acceso por colecciones, campos dentro de la colección y cantidad de datos a los que se puede acceder.

## Aplicaciones para procesado y asesoramiento en diseño de productos

Durante esta tercera anualidad, partiendo de los prototipos funcionales desarrollados en la anterior anualidad, se ha avanzado en:

- Integrar las herramientas existentes en un *software* que se conecta directamente a la base de datos mediante un conjunto de protocolos desarrollados.
- Mejorar la interfaz gráfica con nuevas funcionalidades que aumenten la usabilidad de las aplicaciones.

Para ello se han desarrollado aplicaciones web y aplicaciones de escritorio con un interfaz gráfico (Graphical User Interface – GUI) que facilita el acceso a los datos y su procesamiento al

usuario. Estas aplicaciones permiten realizar consultas a la base de datos. Por ejemplo, definir una población objetivo por género, edad o país. Una vez definida la búsqueda se pueden obtener los cuerpos escaneados para comparar las medidas de estos cuerpos con las medidas definidas para las tallas de una prenda. Es posible almacenar cada definición de población y tallas en un archivo denominado estudio y gestionar dichos estudios creando nuevos, abriendo existentes y guardando cambios realizados.

La figura 2 muestra un ejemplo de los resultados que se pueden obtener. La gráfica muestra una caja por cada talla de la prenda. Los puntos representan a la población objetivo. De esta forma se puede estimar el porcentaje de población que queda dentro o fuera de las tallas definidas.

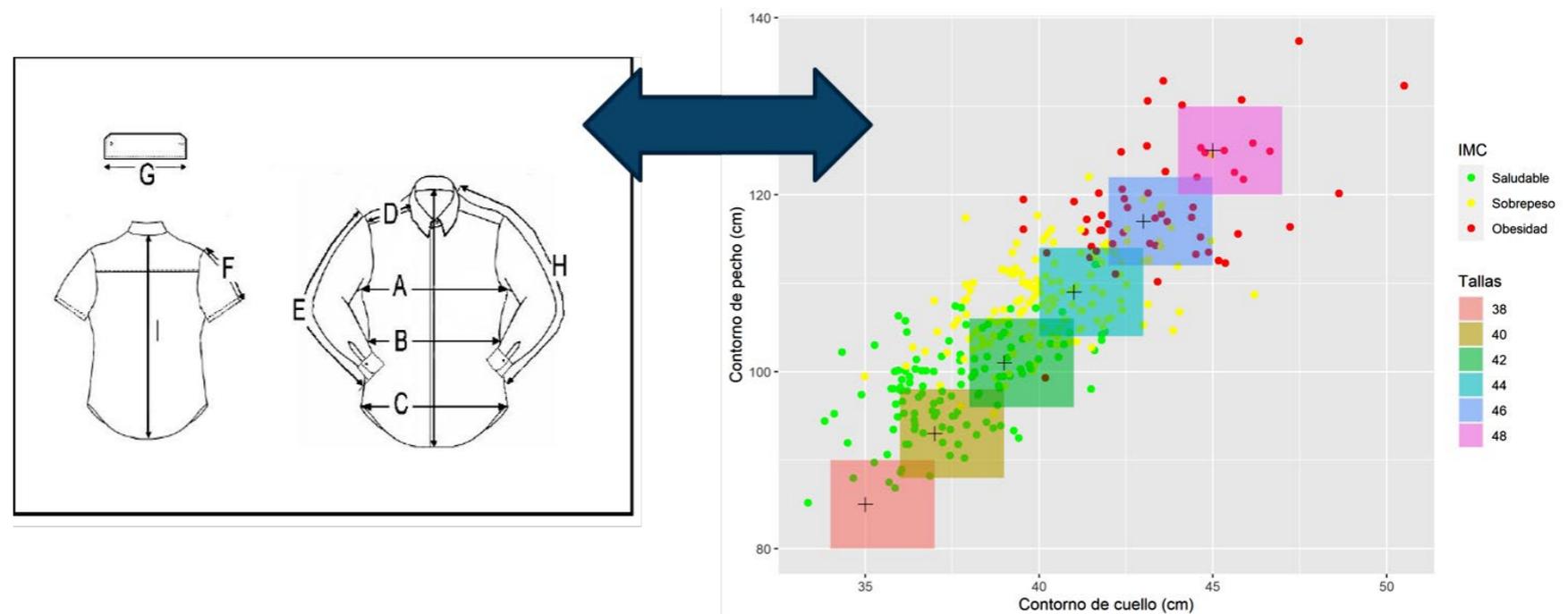


Figura 2. Gráfica de cajas de tallas.

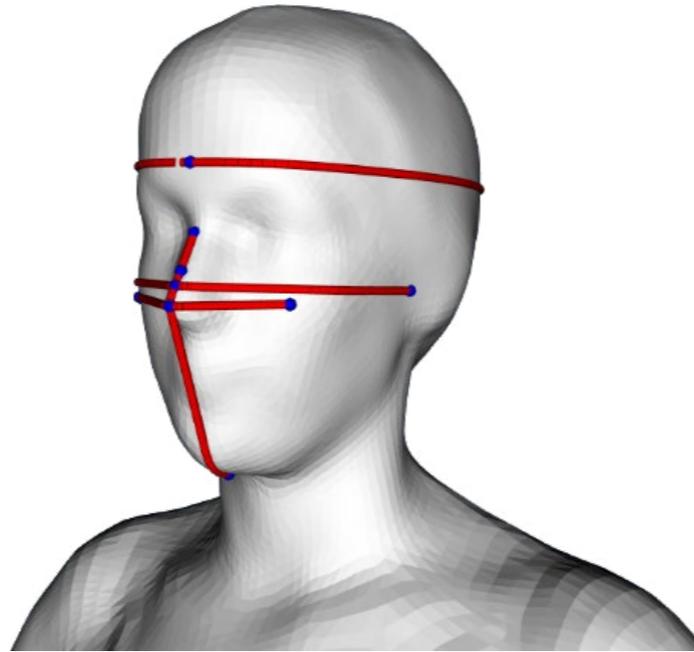


Figura 3. Medidas para las mascarillas.

La base de datos y las aplicaciones desarrolladas han permitido colaborar en las medidas de protección del COVID19. Al inicio de la crisis del COVID-19, por mandato del Gobierno de España, la Asociación Española de Normalización (UNE) elaboró y publicó una serie de Especificaciones (UNE 0064-1, UNE 0064-2 y UNE 0065) que establecen los requisitos mínimos que deben cumplir las mascarillas higiénicas en cuanto a los materiales que se utilizan para su elaboración, su confección, marcado y uso. El Instituto de Biomecánica (IBV) formó parte del grupo de trabajo creado para su elaboración. ■

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2020/85