

# SPS-CIRC

Investigación y desarrollo sistemas producto-servicio en un nuevo entorno de economía circular en el sector madera, mueble, embalajes y afines.

Nº Expediente: IMDEEA/2018/48

Programa: Desarrollo de proyectos de I+D de carácter no económico realizados en cooperación con empresas

## RESULTADOS 2018 - 2019

Realizado por:  
AIDIMME 2019



**GENERALITAT  
VALENCIANA**

**ivACE**  
INSTITUT VALENCIÀ DE  
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL



**UNIÓ EUROPEA**  
Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional

*Una manera de hacer Europa*

## OBJETIVO.

El objetivo general del presente proyecto consiste en investigar y desarrollar soluciones, tanto tecnológicas como no tecnológicas, que faciliten la transición del actual modelo económico del sector madera-mueble a un modelo de economía circular, analizando sus necesidades y problemáticas específicas desde un enfoque multidisciplinar. El núcleo de dicho enfoque se centra en:

- La concepción del modelo de negocio basado en un producto-servicio centrado en el usuario.
- La concepción del producto usando las estrategias de ecodiseño que favorecen las necesidades del usuario y reducen el impacto ambiental: como el diseño modular orientado a la extensión de su vida útil (mantenimiento y reutilización), remanufactura o reciclaje, el empleo de recursos renovables o materiales reciclados como materias primas, promover la reutilización y el reciclado.
- Promover el uso de las TIC como herramienta modernizadora que permite el acceso y transferencia de información que requieren los nuevos procesos y modelos.

Los objetivos específicos para el desarrollo de productos del sector madera-mueble en un entorno de economía circular son:

- investigar los principales cambios y procesos de conversión necesarios para adaptar el actual modelo lineal de producción y consumo al nuevo ideal de economía circular, así como los principales obstáculos a su aplicación en nuestro sector (de mercado, tecnológicos, infraestructurales, sociales...)
- investigar las soluciones aplicadas o emergentes (iniciativas de empresas del mueble o en otros sectores) principalmente en el ámbito europeo que sirvan como base de partida para,
- proponer las soluciones (conceptuales y tecnológicas) necesarias para la transición, teniendo en cuenta la situación actual e idiosincrasia del sector madera- mueble,
- evaluar, seleccionar y desarrollar o adaptar soluciones de las propuestas para casos de uso representativos del sector, y validar con empresas las soluciones desarrolladas/adaptadas.

El estudio realizado, de carácter sectorial para madera-mueble, pretende guiar y facilitar la transición del actual modelo de producción y consumo lineal, a una economía circular, donde el diseño y desarrollo de sus productos esté basado en la funcionalidad para el consumidor y el aprovechamiento eficiente de los recursos, especialmente en los ciclos cerrados de los mismos.

Por otro lado, las implicaciones a lo largo de la cadena de valor de dicho cambio son muchas, e implican a una gran variedad de actores en el ciclo de vida de los productos de este sector: los proveedores de materias primas, diseñadores e industrias manufactureras, el sistema logístico, el consumidor, la administración pública y los gestores de residuos, así como incluye nuevos actores en dicha cadena (con el potencial de creación de empleo que conlleva).

El presente proyecto pretende abordar dicha tarea desde varias perspectivas para integrar el conocimiento y desarrollos generados en soluciones que respondan a los diversos cambios en una misma hoja de ruta, maximizando las posibles sinergias.

Alguna de las acciones planteadas consisten en una acción de transferencia acompañada de un trabajo previo de desarrollo (diseño y metodologías/herramientas) en el que se incrementa el TRL (de 4 a 6 aproximadamente) o bien se basan en el análisis orientado a la concienciación y la promoción de la economía circular, la adopción de sistemas gestión y comunicación de la empresa que consideren la sostenibilidad, o facilitar el acceso de las empresas a fondos para financiación de proyectos relacionados, por lo que no hay un incremento del TRL. Tal es el caso de las memorias de sostenibilidad o del análisis contexto europeo en economía circular.

El conocimiento generado en el proyecto será de utilidad para todo el sector, como herramienta estratégica para lograr incrementar su competitividad, respeto por el medio ambiente y generación de empleo, en línea con los objetivos marcados por la Comisión Europea para las próximas décadas.

Se trata de un proyecto de I+D que se engloba dentro de las actividades no económicas de AIDIMME.

## **PT1. INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES IMPULSORES Y BARRERAS PARA LAS EMPRESAS EN EL MARCO EUROPEO PARA LA TRANSICIÓN A UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.**

El paquete de trabajo PT1, consiste en la recopilación de las políticas, incentivos e iniciativas puestas en marcha en la Unión Europea para mover el modelo de economía circular. Las actividades realizadas se listan a continuación constituyen un seguimiento de las ya iniciadas en el periodo anterior:

- Seguimiento de las actuaciones políticas relacionadas con la Economía Circular de la Comisión Europea y en España.
- Normalización.
- Líneas de investigación e innovación en los programas de la UE.
- Recopilación de iniciativas a nivel europeo.

La Economía Circular es una prioridad en la Unión Europea tal y como lo establece la Hoja de Ruta de la Eficiencia de Recursos (Comisión Europea, 2011) y el recientemente publicado plan de la Comisión Europea “Hacia una Economía circular: un Programa de cero Residuos para Europa” (Comisión Europea, 2014) supone detectar nuevas soluciones y oportunidades de negocio que demandan de una colaboración público-privada para el desarrollo ambiental de la fabricación, del producto, del consumo y del fin de vida. El 2 de diciembre de 2015, esta presentó un ambicioso paquete de medidas sobre la economía circular que ha visto su continuación en un nuevo paquete de medidas en 2018. Tres años después de su adopción, el Plan de Acción de la Economía Circular está completado. Sus 54 acciones se han implementado, incluso si el trabajo en algunas de ellas continúa más allá de 2019.

El paquete de Economía Circular 2018 se centra en los siguientes contenidos, que ya se detallaron en la justificación del periodo anterior:

- Una estrategia de la Unión Europea para los plásticos en la economía circular y un anexo para transformar la manera en que los plásticos y los productos plásticos se diseñan, producen, utilizan y reciclan. Para 2030, todos los envases de plástico deberían ser reciclables. Para lograr su ambiciosa visión, la Estrategia prevé acciones para:
  - mejorar la economía y la calidad del reciclaje de plásticos;
  - frenar el desperdicio de plástico y la basura;
  - impulsar inversiones e innovación;
  - y aprovechar la acción global.

Para reducir la fuga de plásticos al medio ambiente, la Comisión también ha adoptado una nueva propuesta sobre Instalaciones Portuarias de Recepción, para hacer frente a la basura marina en el mar y ha publicado un informe sobre el impacto del uso de plástico oxo-degradable y ha establecido medidas legislativas en relación con las bolsas de plástico de un solo uso.

- Una Comunicación sobre opciones para abordar la interfaz entre la legislación de productos químicos, productos y residuos que evalúa cómo las normas sobre residuos, productos y productos químicos se relacionan entre sí.
- Un marco de seguimiento del progreso hacia una economía circular a nivel de la UE y nacional. Está compuesto por un conjunto de diez indicadores clave que cubren cada fase, es decir, producción, consumo, gestión de residuos y materias primas secundarias, así como aspectos económicos (inversiones y empleos) e innovación.
- Un informe sobre materias primas críticas y la economía circular que destaca el potencial para hacer más circular el uso de los 27 materiales críticos en nuestra economía.

En 2018, la Comisión Europea adoptó otras iniciativas ambiciosas en el contexto del Plan de Acción de la Economía Circular:

- Una propuesta de Directiva sobre la reducción del impacto de ciertos productos plásticos en el medio ambiente: implementación de la Estrategia de la UE para los plásticos en la economía circular. La Directiva propone diferentes medidas para elementos específicos hechos de plásticos de un solo uso, teniendo en cuenta el comportamiento del consumidor, así como las necesidades y oportunidades del consumidor para las empresas. Cuando las alternativas están claramente disponibles, tanto de uso único como de uso múltiple, se proponen restricciones de mercado. Otras medidas incluyen el etiquetado apropiado, la concientización, las acciones voluntarias y el establecimiento de esquemas de Responsabilidad del Productor Extendido que también cubrirían los costos de la limpieza de la basura.
- Una propuesta de Reglamento sobre los requisitos mínimos para la reutilización del agua (la propuesta está estableciendo un requisito mínimo para impulsar la reutilización eficiente, segura y rentable del agua para el riego).

El 4 de marzo de 2019, ha publicado un informe exhaustivo sobre la implementación del Plan de Acción de la Economía Circular. El informe presenta los principales logros del Plan de acción y esboza los desafíos futuros para dar forma a nuestra economía y allanar el camino hacia una economía circular neutral sobre el clima donde se minimiza la presión sobre los recursos naturales y de agua dulce, así como sobre los ecosistemas. (<http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>). El último paquete de economía circular se presentó durante la edición de 2019 de la Conferencia de partes interesadas de la economía circular del 6 al 7 de marzo, organizada por la Comisión Europea y el Comité Económico y Social Europeo.

A nivel español, la Estrategia española 2030 para una economía circular sigue en proceso de elaboración, cuando ya se analizó el contenido de su borrador en la anualidad anterior, por lo que podríamos decir que el panorama político-legislativo

español no se ha movilizado demasiado. Sí se han identificado movimientos a nivel autonómico, unos más incipientes que otros, entre las que cabe citar: Andalucía, Canarias, Castilla y León, Castilla La Mancha, Cataluña, País Vasco, Galicia, Extremadura, Madrid, Murcia, Navarra y Comunidad Valenciana.

## Proyectos europeos H2020

Durante el periodo 2014-2020 que ocupa al programa Horizonte 2020 la Unión Europea ha ido introduciendo en sus líneas de financiación distintos aspectos cada vez más encaminados hacia la economía circular, sobre todo desde que se publicó en 2015 “An EU action plan for the Circular Economy”.

Desde 2016 las líneas dedicadas a la bioeconomía, la eficiencia de recursos y energía o incluso los programas dedicados a PYMEs, ha estado contribuyendo al paquete de economía circular. Pero el empujón más grande vino con la publicación del programa de trabajo 2018-2020, que tuvo la osadía de desarrollar un Área Focal ambiciosa (“Connecting economic and environmental gains– the Circular Economy”) encaminada a apoyar y permitir la transición hacia una economía circular. Esta área focal pretende renovar las capacidades industriales de Europa y fomentar su crecimiento en un mundo que tiene los recursos limitados.

La idea es movilizar los recursos necesarios para desarrollar nuevas tecnologías y permitir nuevos modelos de negocio que permitan que PYMEs e industrias se sumen a esta corriente uniendo diferentes sectores e iniciativas a la vez que se desarrollan nuevas cadenas de valor y permiten una mejor comunicación que involucre a la sociedad y los consumidores.

Los proyectos que han venido siendo financiados en los dos últimos años en materias relacionadas con economía circular han tocado ámbitos diversos tales como:

- desarrollo y promoción de políticas alrededor del marco regulatorio de economía circular;
- promoción de mercados relacionados con bio-productos;
- investigación, desarrollo e innovación en el concepto de biorefinería en diversos mercados (biopesticidas, biofertilizantes, bioestimulantes; biocosmética; bioplásticos....);
- desarrollo de sistemas de reutilización de bioresiduos urbanos;
- utilización de biomasa acuática; reutilización de aguas y nutrientes provenientes de aguas residuales; desarrollo y aprovechamiento de tecnologías limpias;
- limpieza de mares y océanos y reutilización de los residuos provenientes de estas limpiezas;
- reutilización y reconversión de residuos de construcción y demolición;
- reciclado de composites;
- recuperación de metales provenientes de diversas fracciones de residuos;
- gestión de aguas, etc.

## **Normalización: el nuevo CTN 323 de Economía Circular y análisis de la revisión de la norma de economía circular del BSI.**

La Asociación Española de Normalización, UNE ha creado un nuevo Comité Técnico de Normalización, el CTN 323 Economía Circular, y ha constituido recientemente la Comisión Consultiva de Economía Circular, dependiente de su Junta Directiva, convirtiéndose así en el primero que aborda la Economía Circular de una manera integral y con una perspectiva multisectorial.

La reunión de constitución de este nuevo Comité tuvo lugar el 27 de junio, con 130 expertos de 75 organizaciones, entre las que se encuentran relevantes asociaciones sectoriales españolas de ámbito nacional como AIDIMME, así como empresas, pymes y los Ministerios para la Transición Ecológica, de Fomento y el de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.

El Comité de UNE sobre Economía Circular tiene como objetivo canalizar la postura española en la elaboración de normas de alcance internacional y europeo en este campo, así como desarrollar estándares nacionales horizontales que ayuden a las organizaciones a superar con éxito sus retos dentro de la Economía Circular. Los estándares internacionales se desarrollan en el ISO/TC 323 Economía Circular de la Organización Internacional de Normalización (ISO) o el CEN/CLC/JTC 10 Ecodiseño, eficiencia de materiales de productos relacionados con la energía dentro de los organismos europeos de normalización CEN y CENELEC, que enfocan la Economía Circular como concepto global y con una aplicación multisectorial.

En relación con la utilidad de este tipo de normas, adicionalmente se ha realizado el análisis del artículo “Valoración crítica de la norma de economía circular BS8001:2017 y un cuadro de mando de los indicadores cuantitativos del sistema para su aplicación en organizaciones.”<sup>1</sup> En dicho artículo se presentan las fortalezas y debilidades de este tipo de norma. La segunda parte enlaza directamente con el análisis de los estudios sobre indicadores para medir la economía circular realizado en el PT6.

### **Iniciativas en economía circular.**

Se ha continuado la labor de identificación de iniciativas de economía circular a nivel global y se han estructurado conforme a las diversas estrategias de economía circular. Las iniciativas se describen en mayor detalle en el entregable correspondiente. Algunas de ellas se indican a continuación.

Diversos proyectos de investigación subvencionados, tienen como objetivo desarrollar procesos de reciclaje con alto valor añadido o promover la simbiosis industrial

---

<sup>1</sup> Pauliuk, Stefan. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. Resources, Conservation and Recycling. 129. 81-92. 10.1016/j.resconrec.2017.10.019.

- 1- Proyecto Life ClayGlass: utilización de vidrio reciclado como fundente en la fabricación de ladrillos.
- 2- Proyecto Fissac: transformación de residuos en materias primas secundarias para desarrollar nuevos productos sustituyendo las materias primas vírgenes.
- 3- Proyecto RecWood3D: impresión 3D FDM a partir de residuos plásticos y de madera.

Ante la campaña contra los residuos de plástico, muchas empresas del sector de bebidas promueven el contenido en reciclado en sus envases y colaboran en la concienciación social, o bien como Ecoalf, recoge residuos plásticos del mar para reciclarlos.

- 4- PepsiCo tiene como objetivo para el 2030 utilizar al menos el 50% del plástico reciclado (rPET) en sus botellas además de promover nuevos diseños 100% reciclables, compostables y biodegradables.
- 5- Coca-Cola: aumento del contenido de plásticos post-consumo en envases. Maximizar el uso y el valor de los plásticos utilizados en la producción de botellas.
- 6- Pascual: utiliza programas concretos para la concienciación y prevención del desperdicio alimentario, además se realizan acciones en la empresa para utilizar envases reciclados.
- 7- Ecoalf: recicla materiales plásticos, redes de pesca, etc. sacados del mar para hacer bolsos, accesorios y ropa.

Otras iniciativas tienen un carácter horizontal (multisectorial y multiresiduos) y han hecho del ecodiseño basado en el reciclaje y la reutilización su modelo de negocio:

- 8- Superuse: utilización de materiales y productos usados para ofrecer un valor añadido a los nuevos productos y edificios.
- 9- Miniwiz (empresa taiwanesa) que diseña materiales y productos reciclados (mobiliario, productos de consumo, etc.)
- 10- Zicla: Desarrolla y fabrica productos para las ciudades todos ellos reciclados, reciclables, reutilizables, competitivos y de calidad con residuos de post-consumo y post-industriales.
- 11- Ecovative Design, diseño de nuevos materiales biodegradables, en ocasiones utilización del desecho de las granjas.

En el sector textil, tanto el reciclaje como nuevos modelos de negocio basados en la reutilización son las principales tendencias.

- 12- Inditex: Recogida de ropa usada para desarrollar nuevas fibras textiles para reducir la contaminación en el proceso de fabricación de prendas.
- 13- Ycloset, reutilización de tejidos alquilando ropa a un precio inferior al del mercado.
- 14- Nike, incorpora materiales reciclados en su ropa y calzado. Recuperación de materiales a lo largo de la producción y fin de vida de un producto.
- 15- Mud Jeans: alquiler de pantalones de algodón ecológico.

En el sector alimentario, tanto con el reciclaje del producto final o el aprovechamiento de subproductos del proceso productivo son dos estrategias habituales, mientras que muchas grandes superficies (supermercados como Mercadona) o incluso restaurantes, tienen iniciativas de concienciación del consumidor para reducir el desperdicio alimentario, o acciones que abarcan toda la cadena de valor como es el caso de Unilever.

- 16- Recogida de cápsulas de Nestlé para reciclaje integral de éstas y aprovechamiento de los diferentes recursos, café, plástico, aluminio.
- 17- Damm: aprovechamiento del bagazo, producto generado de la producción de cerveza, como alimento en muchas granjas.
- 18- Restaurantes residuo cero y política de reducción de residuos de Mercadona.
- 19- Unilever: cambios en la cadena de valor desde la producción hasta la forma en que los clientes usan los productos para reducir la cantidad de residuos producidos, disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar la huella hídrica concienciándose la empresa y los clientes de la escasez del agua.

Otro sector crítico en relación con los materiales no renovables y además considerados como críticos, es el de la electrónica, donde encontramos iniciativas basadas en su recuperación o en el ecodiseño de los productos:

- 20- Umicore: obtención de metales preciosos a partir de chatarra electrónica para usarlos en otros tipos de productos.
- 21- Fairphone: fabricación de móviles, mediante minerales y metales procedentes de comercio justo, con diseño modular que permite el recambio de piezas, prolongando la vida del dispositivo y con ello reducir el impacto ambiental.

En el sector energético existen interesantes iniciativas basadas en los recursos renovables:

- 22- Gas Natural Fenosa: producción y utilización de gas renovable como fuente energética.
- 23- LanzaTech: uso de microorganismos para la producción de biocombustibles. Los microorganismos pueden ser diseñados para elevar el rendimiento del producto deseado.

En productos con una vida útil media-larga, como es el caso de los muebles o de la construcción, tanto reducir el consumo de materiales como alargar aún más su vida útil son estrategias esenciales:

- 24- Sustainer Homes: uso de enormes contenedores como viviendas eficientes y sin dependencia energética en las que sus muebles y elementos decorativos están hechos de materiales reciclados. La energía es obtenida mediante un equipo mixto de placas solares y molinos de viento. El agua es obtenida de manera natural mediante filtrado del agua de lluvia.
- 25- IKEA: aumento de la vida útil de sus muebles.

Finalmente las tecnologías de la comunicación están ayudando a revolucionar el concepto o necesidad de propiedad o posesión del producto y el uso que se hace de los mismos (uso compartido):

- 26- Drivy: alquiler de vehículos, mediante App, cuando el propietario no lo usa.  
Reducción de la cantidad de vehículos en las áreas urbanas.

## Barreras

Sin embargo, pese a estas y otras muchas iniciativas, siguen existiendo grandes barreras al modelo de economía circular. Para completar las ya señaladas en años anteriores por este proyecto, se ha realizado una revisión bibliográfica en diversos artículos científicos para identificar las barreras que otros investigadores han encontrado en relación con la adopción del modelo de economía circular.

Las barreras se pueden clasificar en 6 grandes grupos, si bien muchas de ellas están interrelacionadas:

1. Barreras culturales: Dentro de este grupo de barreras se incluyen las barreras relacionadas con la percepción, los hábitos y actitudes de los consumidores, o la filosofía de la empresa.
2. Tecnológicas: están relacionadas con las falta de conocimientos técnicos (diseño de productos y tecnología) y tecnología (producción eficiente, reciclaje, etc.).
3. De mercado: para las empresas la incertidumbre en los resultados y riesgos/costes asociados a la puesta en marcha de nuevas estrategias de economía circular, especialmente si deben abarcar a toda la cadena de valor, se unen a la elevada inercia (resistencia al cambio) del sistema en el actual modelo de economía lineal.
4. Legislativas o normativas: Las barreras en este ámbito se centran tanto en la existencia de leyes que dificultan administrativamente el tratamiento y libre comercio de residuos como potenciales materias primas, la falta de homogeneidad entre países, o bien la falta de implantación de la legislación existente o la ausencia de la misma o instrumentos de control adecuados (por ejemplo en la lucha contra la obsolescencia programada). Es decir, hay una ausencia de una estrategia general y los instrumentos necesarios para ponerla en marcha, para llevar a cabo la transición hacia una economía más circular.
5. Falta de información a lo largo de la cadena de valor: la competitividad de muchas empresas se basa en su estanqueidad (confidencialidad de la información). Por otro lado la falta de políticas adecuadas es debida en gran medida por la falta de datos de mercado, generación de residuos, etc., que sean adecuados, actualizados y confiables.

6. Económicas: inversiones necesarias por parte de las empresas, como cambio del precio como criterio prioritario del consumidor en la decisión de compra y mayor facilidad económica para la aplicación de estrategias basadas en la servitización, o larga vida útil, reparación y reutilización.

## **PT6. INTEGRACIÓN DE SOLUCIONES PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL REDISEÑO DE MODELOS DE NEGOCIO Y CADENAS DE VALOR DEL SECTOR MADERA-MUEBLE.**

En este paquete de trabajo se ha realizado una investigación sobre los diversos esquemas o metodologías de indicadores asociados a la economía circular. Se ha verificado que efectivamente es un tema muy complejo, abordable desde muy diversas perspectivas, lo que dificulta en gran medida la medición del desempeño de una empresa, modelo de negocio o producto/servicio, conforme al modelo de economía circular.

### **Antecedentes.**

Se ha analizado el entorno empresarial para conocer las dinámicas que han resultado exitosas en la implantación de mejoras en el tejido industrial, destacando especialmente la influencia de la certificación de los sistemas de gestión de la calidad y ambiental, que se basan en la mejora continua. Así mismo España destaca a nivel mundial como uno de los países con más certificaciones, por lo que definitivamente se considera como una herramienta útil tanto para la mejora interna de la empresa, como para ser más competitivo.

También se ha analizado la estructura o funcionamiento de las certificaciones en sostenibilidad más relevantes, llegando a la conclusión de que algunas de las certificaciones de sostenibilidad más exitosas del mundo se basan en la obtención de puntos para la clasificación de la excelencia en dicho ámbito:

- Cradle to cradle “de la cuna a la cuna”.
- LEVEL (S): sistema de CE para edificios
- Certificación LEVEL (sostenibilidad para empresas de mobiliario de oficina)
- Créditos LEED

Por otro lado las herramientas de diagnóstico constituyen una guía para la mejora de la industria. La HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO DIGITAL AVANZADA (HADA), es una herramienta lanzada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de autodiagnóstico que tiene como objetivo dotar a la industria española de un instrumento que les permita evaluar su nivel de madurez en relación con el nuevo paradigma de la “Industria 4.0.” que se conoce como la cuarta revolución industrial. En este proceso de transformación digital, es fundamental que las empresas conozcan el estado de digitalización en el que se encuentran. Del mismo modo, HADA está pensada

para conocer su situación comparativa respecto a otras organizaciones con diferentes niveles de madurez, recursos y actividad.

En cuanto a las propuestas para la evaluación o medición de la economía circular, existen escasísimas propuestas, entre las que cabría destacar:

- En enero de 2018 la Comisión europea publica un documento de trabajo que pretende recoger un sistema de indicadores que sirva como marco para medir la evolución de la transición a un modelo de economía circular. El sistema de 10 indicadores de economía circular propuesto por la Comisión Europea (CE) (agrupados en 4 áreas y en ocasiones divididos a su vez en subindicadores) tiene como objetivo ayudar a la CE y otros responsables políticos realizar un seguimiento de los progresos realizados y evaluar la eficacia de sus acciones. Los resultados de los indicadores obtenidos hasta el momento han sido elaborados por Eurostat y están disponibles en su web (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/overview>). Este tipo de indicadores no son adecuados para empresas, sino más bien para modelos macroeconómicos.

La Fundación Mac Arthur es pionera en el análisis de la economía circular, y cabe remarcar una propuesta mucho más cercana a los objetivos de este proyecto es el Material Circularity Indicator (MCI). Es un indicador desarrollado para medir la circularidad de un producto y que también tiene una versión para el nivel de empresa. Según la FEM, el desarrollo del indicador de circularidad (MCI) de una empresa se basa en la hipótesis de que la circularidad material de una empresa puede construirse a partir de la circularidad de los productos de la compañía (agrupándolos en productos de referencia). El concepto del indicador se basa a grandes rasgos, en un balance de masas, e incluye así mismo un factor de utilidad. Sin embargo este indicador tiene muchas limitaciones, pues no considera diversas entradas y salidas de material, especialmente en la cadena productiva, pues se basa en la composición del producto.

Finalmente dos estudios previos sobre medición de la economía circular a través de entrevistas/cuestionarios a empresas demuestran la importancia y necesidad de captar la perspectiva, y situación actual de las empresas y sus dificultades para medir la economía circular en su entorno de actuación:

- El estudio “Circular Metrics. Landscape Analysis” elaborado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), identifica los desafíos y habilitadores para desarrollar un marco común para medir la circularidad y establece unas recomendaciones muy genéricas para el grupo de trabajo cuyo objetivo es el desarrollo de un marco común para medir la circularidad a nivel de la empresa.
- El estudio “Les indicateurs de l’économie circulaire pour les entreprises”, publicado posteriormente en octubre de 2018, y elaborado por Entreprises pour l’Environnement (EpE) y del l’Institut National de l’Economie Circulaire (INEC), basado en cuestionarios a 40 empresas, llegó a identificar más de 160

indicadores. El estudio concluye que hay una necesidad real expresada por las empresas, en relación a medir su circularidad, si bien identifica las dificultades para establecer un marco de indicadores común a todas las empresas, por lo que da unas recomendaciones para ayudar a que cada empresa pueda establecer su propio sistema de indicadores en lugar de un único indicador o puntuación.

### Canvas SPS-CIRC.

Para adoptar la perspectiva empresarial en el contexto de este proyecto, se realizaron diversos CANVAS para identificar los cambios introducidos en el modelo de negocio por cada una de las principales estrategias de economía circular.

Aunque anteriormente ya había gente trabajando con conceptos similares, el Canvas de modelo de negocio es una herramienta nueva, que hace unos años (2010) vio la luz gracias al libro “Generación de modelos de negocio” (Business Model Generation) escrito por Alex Osterwalder e Yves Pigneur. Este libro se caracteriza por ser una guía para visionarios, revolucionarios y retadores que quieren desafiar los anticuados modelos de negocio y diseñar las empresas del futuro. El primer hallazgo de esta actividad es que el modelo tradicional del CANVAS planteado por Osterwalder ya no es válido en el nuevo contexto de economía circular, por lo que se añaden tres nuevos campos que resultan imprescindibles bajo el nuevo enfoque tanto de la economía circular en general, como del proyecto SPS-CIRC en particular. Estos cambios, que se reflejan en la siguiente imagen son:

- Los dos primeros campos consisten en la consideración de los **beneficios e impactos ambientales** (de forma paralela a como se realiza en el apartado económico con los costes y beneficios).
- **División del área de propuesta de valor**, que generalmente está enfocada al usuario directo del modelo de negocio (consumidor del producto o servicio), un **área de propuesta de valor social**, que abarque otros aspectos que no estén relacionados directamente con la adquisición del producto de la empresa (por ejemplo apoyo a colectivos o ecosistemas en riesgo, integración social o mejora de la calidad de vida a nivel general ya sea por el producto/servicio o por actividades paralelas de la empresa).

Este apartado es cada vez más importante pueden ser muy fuertes empresas con marcado perfil social como Koopera, etc. cuya filosofía y valores constituyen un motivo de compra para muchos usuarios, más allá del producto en sí.

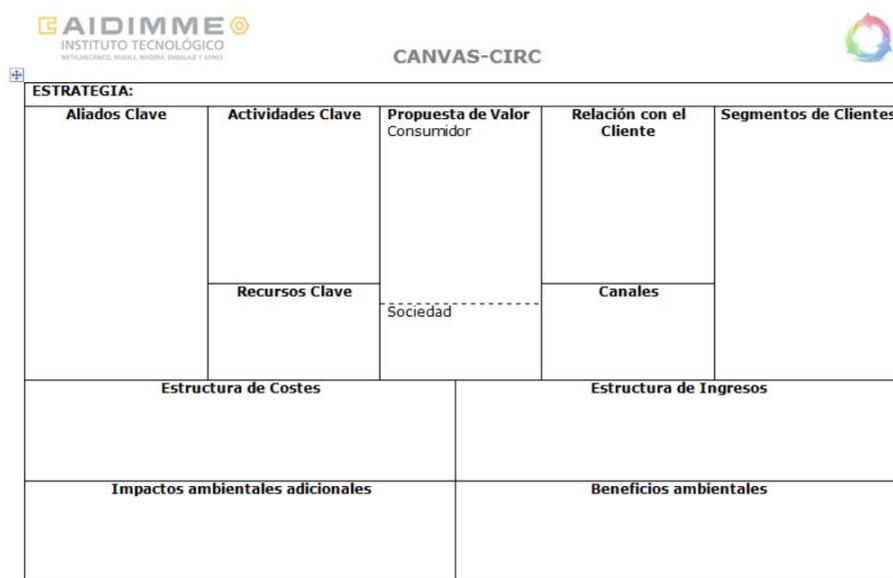


Figura 1. Modelo CANVAS-CIRC

El listado de estrategias de economía circular para las que se han analizado los principales cambios en el modelo de negocio son:

**Fase de diseño y producción:**

- Ecodiseño (abarca todas las fases del ciclo de vida del producto, por lo que en cierta forma planifica y facilita la implantación del resto de estrategias)
- Co-diseño y customización masiva
- Uso de menos recursos y materias primas de menor impacto ambiental.
- Procesos productivos más eficientes.

**Fase de uso:**

- Alargar la vida útil del producto: servicio de mantenimiento, actualización y reparación externos.
- Alargar la vida útil del producto: durabilidad y facilidad de mantenimiento y/o actualización realizados por el propio usuario.
- Mejora de la funcionalidad: uso más eficiente / incremento de la intensidad de uso
- Mejora de la funcionalidad: funciones adicionales para adaptarse a nuevas demandas del mercado y/o evitar productos ok adicionales que antes realizaban dichas funciones.

**Fase de fin de vida:**

- Gestión óptima del fin de vida del producto.

Por supuesto, a un nivel general (sin aplicarlo a una empresa o producto servicio específico) no es posible llegar a un nivel de detalle suficiente como para rellenar algunas áreas, especialmente la que hace referencia al segmento de clientes.

Sin embargo el objetivo de esta actividad no es ese, sino que consiste en focalizar, además de la propuesta de valor para el cliente directo así como la sociedad en general, los posibles cambios que afectarían a un modelo de negocio basado en cada una de las estrategias, para que la empresa pueda a su vez evaluar si es viable o no llevar a cabo o disponer de dichos recursos, actividades, relación de colaboración, canal de comunicación, etc. Sin olvidar cómo podría afectar a la estructura de costes/beneficios o medioambientalmente.

### Herramientas de diagnóstico.

Los CANVAS-CIRC, una vez cumplimentados, han servido como punto de partida para establecer los aspectos diferenciadores o conceptos clave de modelos de negocio que pueden apoyar la transición a un modelo de economía circular. La estructura en grandes dimensiones se divide a su vez en áreas de actividad que abarcan uno o varios conceptos clave, tal y como se aprecia en las siguientes tablas.

DIMENSIONES	Áreas
<b>ECODISEÑO</b>	E.1 Gestión del ecodiseño y comunicación ambiental
	E2. Diseño orientado a la reducción del uso/consumo de recursos
	E3. Optimización funcional del producto
	E4. Alargar la vida útil
	E5. Diseño orientado a la valorización del fin de vida
<b>PRODUCCIÓN EFICIENTE</b>	PE1. Sistemas de gestión ambiental
	PE2. Optimización de procesos: Lean Manufacturing + Industria 4.0
	PE3. Simbiosis industrial
	PE4. Tecnologías eficientes
	PE5. Logística eficiente (aprovisionamiento y distribución)
	PE6. Remanufacturing
<b>SERVITIZACIÓN</b>	S1.Orientación al usuario / personalización del producto
	S2. Alargar la vida útil
	S.3 Pago por uso (Servitización del producto)
	S4. Gestión y tratamiento de datos e información (Industria 4.0)
<b>TAKE-BACK</b>	TB1.Recogida selectiva
	TB2. Reutilización (Segunda Mano)
	TB3.Valorización de residuos: reciclaje + energética
<b>RESPONSABILIDAD SOCIAL</b>	RS1. RSE empresarial primaria, dentro de la empresa
	RS2. RSE secundaria, área de influencia
	RS3. RSE terciaria, con el mundo

Tabla 1. Tabla. Estructuración de la economía circular por áreas y sus conceptos clave.

Los diversos CANVAS-CIRC se unificaron en uno solo, y de éste se generaron un total de aproximadamente 200 preguntas que una vez reestructuradas y sintetizadas para evitar redundancias, constituirían la base del diagnóstico sobre economía circular para la empresa.

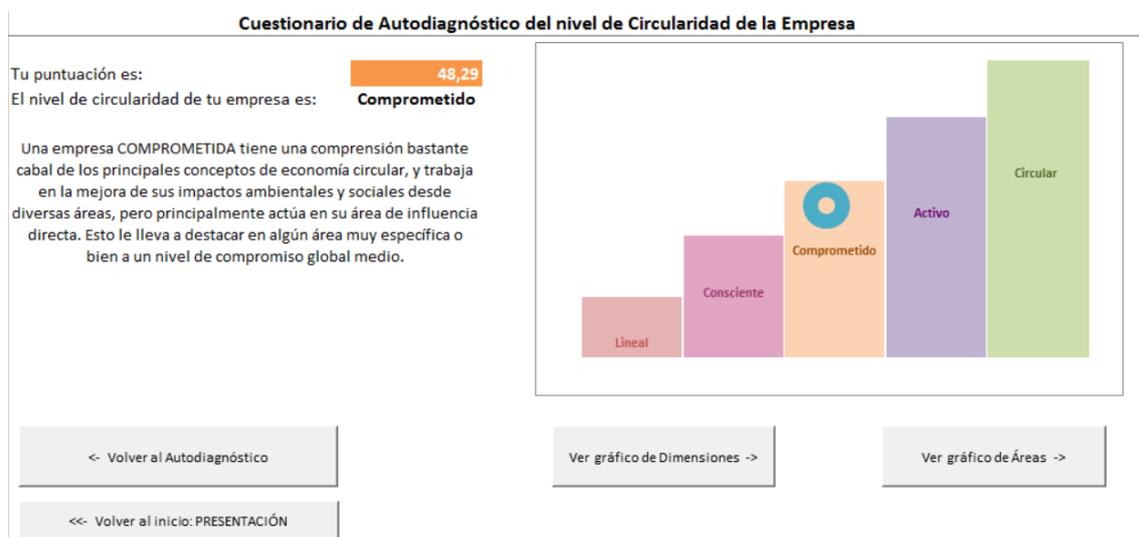
Debido a su complejidad y extensión, este cuestionario debería hacerse necesariamente mediante una la entrevista personal, donde el experto lo utiliza como guía, pudiendo profundizar o saltarse determinados temas en función de la empresa, el sistema producto (si es el caso) y las respuestas que vaya dando su interlocutor. Esto no cumple con el objetivo de una herramienta fácil e rellenar por las empresas.

El objetivo era dar a conocer a las empresas los conceptos clave de la economía circular y a la vez incentivarlas a entrar en un ciclo de mejora continua que tan bien a funcionado en otras áreas como la calidad o el medio ambiente. Esto se consigue con la obtención de una puntuación en base a las respuestas facilitadas (según la mayor o menor alineación de la empresa o SPS con las diversas estrategias y sus conceptos clave).

Dicha puntuación lleva a la empresa a un gráfico que las sitúa en uno de los 5 niveles de “circulariad” que se han establecido:

- Empresa lineal (0-70)
- Empresa consciente (>71-140)
- Empresa comprometida (>140-210)
- Empresa activa (>210-280)
- Empresa circular (>280)

Esta herramienta permite así mismo visualizar gráficamente la puntuación obtenida para cada dimensión o para las diversas áreas de economía circular, tal y como se han estructurado previamente.



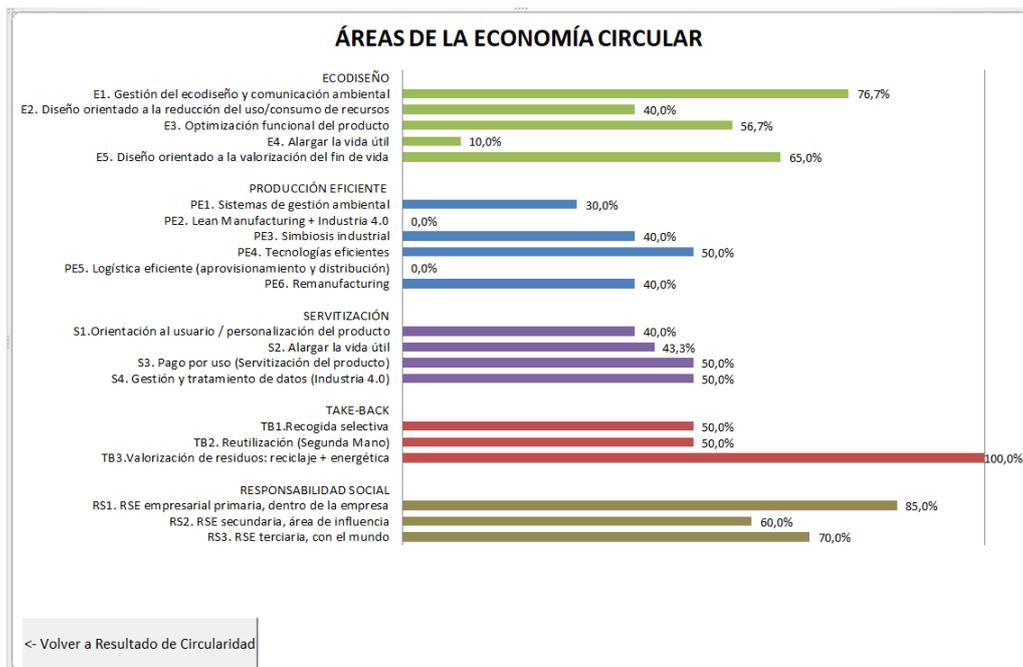
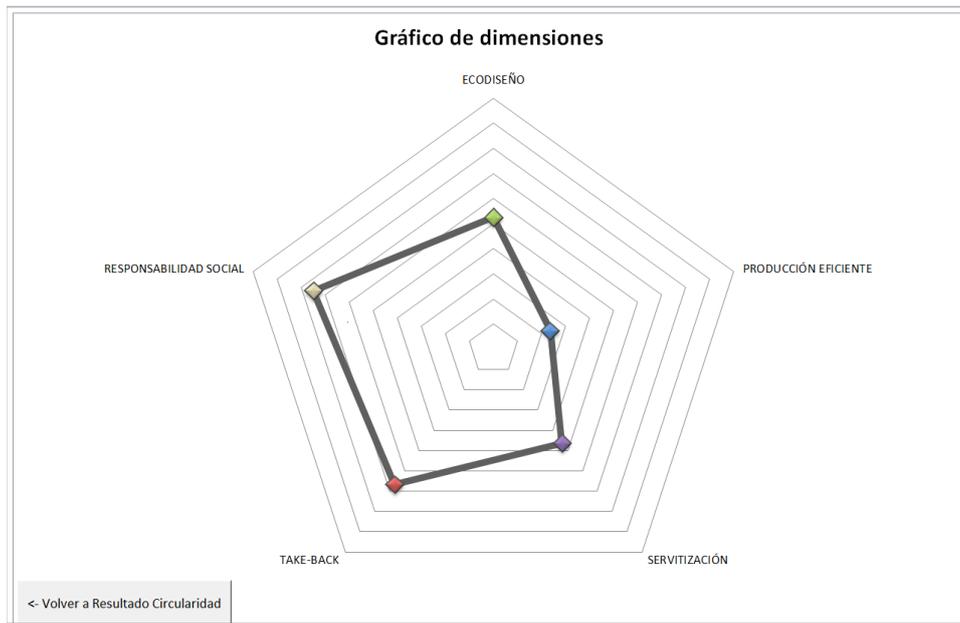


Figura 2. Captura de los gráficos (nivel de circularidad, dimensiones y áreas de la economía circular) resultantes del autodiagnóstico.

## **PT7. VALIDACIÓN CON EMPRESAS DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO Y SOLUCIONES DESARROLLADAS PARA LA TRANSICIÓN AL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.**

### **Resultado 1. Memorias de sostenibilidad.**

El resultado de la anualidad anterior fue una guía que promoviera y ayudase a las empresas, especialmente las pymes, en el proceso de elaboración de una memoria de sostenibilidad. La elaboración de estos informes constituye una práctica que se está promoviendo desde la Comisión Europea, y ya es obligatoria para las empresas más importantes. La Unión Europea considera la responsabilidad social como una herramienta para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Bruselas, 3.3.2010, COM [2010] 2020, final).

Así mismo constituye práctica habitual para grandes empresas, que aun sin estar legalmente obligadas, entienden la ventaja competitiva que representa esta forma de comunicación con sus grupos de interés, pues este reporte no exclusivamente financiero, mejora tanto su imagen pública como interna.

En la Comunidad Valenciana, la elaboración de memorias de sostenibilidad está apoyada por la Consellería de Hacienda y Modelo Económico. El pasado 16 de julio se ha publicado finalmente la ley valenciana para el fomento de la responsabilidad social<sup>2</sup>, tanto en la propia administración como en las entidades asociadas y en el tejido empresarial de la Comunidad Valenciana.

Las empresas que elaboren y auditen una memoria basada en cualquiera de los modelos nacionales e internacionales existentes, expresando la vinculación y compromiso de la entidad con las políticas de responsabilidad social y sostenibilidad, así como la puesta en marcha en su organización de este tipo de políticas, mostrando los resultados obtenidos podrán ser calificadas como Entidad Valenciana Socialmente Responsable y constar en un registro público que se creará a tal efecto.

Las empresas con esta calificación gozarán como mínimo de los siguientes beneficios:

- En materia de contratación pública: se considerará un criterio de desempate en la adjudicación.
- En materia de concesión de ayudas públicas y subvenciones: en sus bases aparecerá como criterio de valoración o ponderación en el otorgamiento de las mismas.
- Exhibición de un sello o distintivo oficial.

<sup>2</sup> La ley 18/2018 de la Generalitat Valenciana, para el fomento de Responsabilidad Social.

- Beneficios fiscales: la normativa autonómica reguladora de los tributos propios podrá establecer beneficios fiscales para las entidades declaradas entidad valenciana socialmente responsable.

Con semejantes factores motivantes adicionales al cada vez mayor popularidad y valoración del mercado de este tipo de informes, se corrobora la tendencia en este sentido identificada ya en el primer año del proyecto SPS-CIRC.

Para la validación de la guía de elaboración de memorias de sostenibilidad se ha solicitado la colaboración de la empresa consultora MASUNO, por su amplia experiencia en trabajos de consultoría ambiental y conocimiento de la idiosincrasia de las pymes valencianas.

Tras revisar la guía elaborada en el ejercicio anterior, se ha discutido con AIDIMME las conclusiones a las que se ha llegado. Ambas entidades han coincidido en que de los dos sistemas planteados, el de Global Reporting Initiative (GRI) es más práctico para las pymes por los siguientes motivos:

- No se requiere la revisión oficial de los contenidos, estructura, etc. de las memorias, lo que evita costes adicionales a las pymes y facilita su publicación periódica.
- Las memorias conforme a sus estándares, o que los utilicen como referencia, se deben comunicar a GRI para su inclusión gratuita en una de las mayores bases de datos a nivel mundial de memorias de sostenibilidad, lo que representa un valor adicional para las empresas.
- El lenguaje, estructura y contenidos de los estándares GRI están validados por los principales grupos de interés a nivel internacional, y pese a que éstos puedan resultar aún algo extraños a muchas empresas, de los dos esquemas planteados es el que mayor proximidad al entorno empresarial presenta.
- Así mismo es el que bagaje y reconocimiento acumula.

Teniendo esto en cuenta, MASUNO ha elaborado un informe que recoge una serie de recomendaciones cuya puesta en práctica en los contenidos de la guía ha requerido del asesoramiento experto de BSD, una organización experta y reconocida por GRI (la única en España). Las principales recomendaciones planteadas por MASUNO se resumen a continuación:

- Actualización a la nueva versión GRI, pues la guía se basó en la G4 que ha cambiado este año.
- Explicar mejor la terminología específica utilizada en GRI, que difiere del lenguaje habitual de las empresas y dificulta su comprensión.
- Detallar más los pasos operativos de la elaboración de la memoria, y especialmente orientarlos al establecimiento de un sistema de gestión de la sostenibilidad basado en la mejora continua, y no a la obtención de un documento final.
- Hacer más énfasis en la importancia de la materialidad.

## **Resultado 2. Diagnóstico del nivel de circularidad del SPS.**

Se ha realizado la validación con empresas de la herramienta de autodiagnóstico. Todas las valoraciones recogidas consideran positivamente su utilidad, muy buena estructuración y facilidad de cumplimentación y les aporta información útil para iniciar su estrategia de transición a un modelo de economía circular.

Por otro lado, al tener como objetivo buscar una herramienta con un marco lo más global y objetivo posible así como simplificar su cumplimentación al máximo para las empresas, y el equipo de AIDIMME lograr dichas metas, esto ha conlleva necesariamente a que la empresa encuentre dificultad en responder a algunas cuestiones que no son aplicables al modelo de negocio de la empresa (lo cual es perfectamente lógico pues es muy extraño que una misma empresa sea capaz de abarcar todos los aspectos y fases del ciclo de vida de sus productos o servicios).

Este problema es complejo de resolver, pues lograr una herramienta objetiva y global es contrario a específica y sencilla. Su resolución requeriría un estudio para intentar lograr un término intermedio, quizás desarrollando una herramienta más amplia y detallada, que previamente al diagnóstico personalice las preguntas en base a un perfil de la empresa, o bien una adaptación sectorial generando herramientas paralelas. Sin embargo todo ello impediría el benchmarking global.

La resolución de este conflicto excede el alcance del presente proyecto, pero dado el interés reportado por las empresas, AIDIMME seguirá trabajando en esta línea de investigación.

## **Resultado 3. Colchones modulares, customizables y sensorizados.**

Para la validación del concepto de modelo de negocio basado en el sistema producto-servicio que tiene como foco los prototipos de colchones modulares, customizables y sensorizados, se ha validado principalmente desde el punto de vista de la oferta, con la empresa colaboradora QUALITY FOAM SL, proveedora de espumas y materiales para la fabricación de colchones. También se ha contado con una empresa distribuidora de colchones. En principio, debido a la potencial amenaza que representa la presente idea para los fabricantes de colchones tradicionales, si bien se le ha comentado a alguno de ellos el objetivo del proyecto, no se ha establecido una colaboración estrecha debido a los riesgos de oposición abierta.

Así mismo desde el punto de vista de la demanda (usuarios), se ha contado con los diversos voluntarios que han participado en la validación experimental de los prototipos (algunos de los cuales participaron originalmente en la aplicación de la metodología del PT2 que dio lugar al concepto inicial de estos colchones y que incluía al usuario combinando el ecodiseño y el design thinking).

El proceso de validación de los prototipos ha requerido de los siguientes tres desarrollos que se indican a continuación:

### 3.1 Mejora del diseño de las boquillas que deben facilitar las operaciones de limpieza del colchón y validación de la mejora de las propiedades.

En base al diseño inicial del colchón en el que se le dotaba de un sistema de limpieza interna, que sea efectiva tanto sobre la espuma rígida de la base del colchón, como sobre los módulos DNA's. Se diseñó una serie de componentes que definiesen una boca de aspiración, de tal manera que pudiese quitar la tapa de acceso a los canales de ventilación y poder aspirar la suciedad interna a través de estos orificios de entrada.

La validación de la mejora de las propiedades se realizó con unas pruebas realizadas con una cámara de termografía de la marca FLIR. En estas pruebas el usuario se acostó sobre el colchón durante un intervalo de tiempo adecuado para que el calor corporal fuese transmitido al colchón. Habiendo transcurrido el intervalo de tiempo adecuado, el usuario del colchón se levantó, por lo que cesó la transmisión del calor corporal al colchón. En intervalos de tiempo sucesivos, se tomó imágenes de termografía del colchón durante la fase de enfriamiento por convección natural. Se observó en las imágenes el paulatino enfriamiento de la superficie del colchón debido a la presencia de canales de ventilación practicados en la base del colchón para las boquillas que facilitan las operaciones de limpieza.

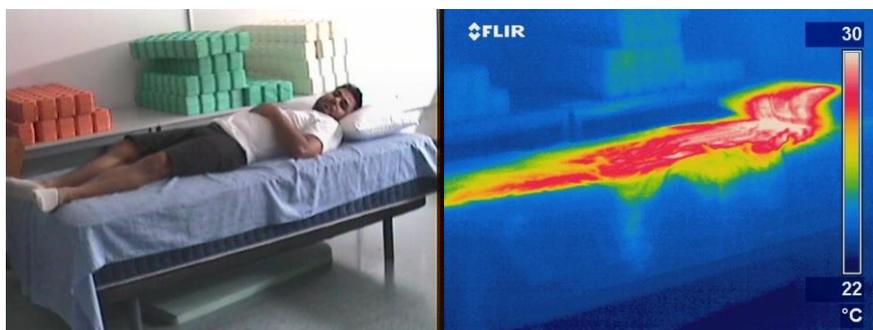


Figura 3. Imagen de la prueba de transpirabilidad del prototipo con cámara termográfica.

1. Mejora del sistema de sensorización del colchón con el objetivo de monitorizar la pérdida de propiedades de las espumas para proceder a su remplazo.
2. Investigación antropométrica y ergonómica orientada a la personalización del colchón con el objetivo promover la compra on-line y la puesta en marcha de los mecanismos de alargar la vida útil a través de la implicación del usuario.

La personalización del colchón se centra en la configuración del núcleo en base a cuatro firmezas identificadas cada una por el color de la espuma. El configurador de personalización de colchones SPS-CIRC se basa en una serie de datos (peso, sexo, preferencias para dormir) y de medidas introducidas por el usuario. Dado que se pretende que el configurador sea lo más sencillo posible de manejar, se ha realizado un análisis de las medidas imprescindibles a

introducir el usuario en el configurador, estableciendo medias o porcentajes aceptables para el resto. Los objetivos iniciales son:

- La definición de las áreas o zonas del colchón y su extensión en función de la estatura del usuario, teniendo en cuenta que cada fila de los módulos del colchón son 10 cm, por lo que diferencias menores no tienen sentido.
- La determinación de la firmeza del núcleo más adecuada para cada zona.

El colchón SPS-CIRC consta de diversos elementos de espumas con distintas propiedades: la base con su diseño de canales de aireación, el marco, los módulos DNA de espuma inyectada sobre muelles plásticos, y finalmente la capa viscoelástica. Todos estos elementos se encuentran albergados en una funda interior que permite una total transpirabilidad y una capa exterior más robusta. Ambas disponen de cremalleras para que el usuario pueda acceder libremente a los elementos del colchón.

En el trabajo experimental se han seguido los siguientes pasos con cada sujeto:

- Medición antropométrica y peso.
- Medición del mapa de presiones para diversas configuraciones empleando dos mantas de presiones que cubren la zona superior (hombros a inicio de cadera) e inferior (cadera a rodillas) según la altura del sujeto. Se miden las presiones durante unos segundos, equivalentes a la toma de 100 fotogramas.
- Verificación de la alineación de la columna empleando un láser con osciloscopio.

Se trabaja inicialmente con dos grupos experimentales con voluntarios de AIDIMME denominados LdV y BF respectivamente. El grupo LdV está compuesto en un inicio por 11 hombres (quedando finalmente en 10 para las mediciones de presiones) y 12 mujeres. El grupo BF está compuesto por 13 hombres y 11 mujeres.

Al equipo de LdV se le hace probar configuraciones uniformes de los cuatro colores (con alguna excepción en que se descarta el color blanco, o se prueba adicionalmente con alguna configuración zonificada). Para cada configuración se obtienen los mapas de presión en tres posturas: boca arriba, boca abajo y de lado. En esta última postura se verifica la alineación de la columna.

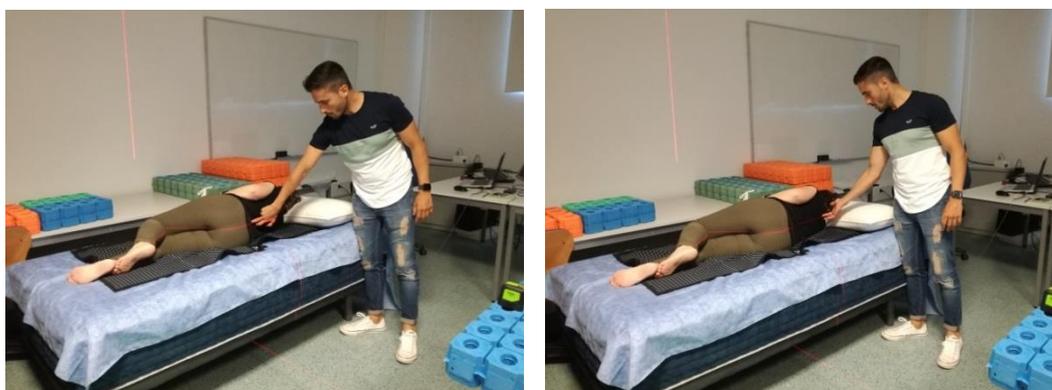


Figura 4. Evaluación de la alineación de columna de uno de los voluntarios.

Finalmente se han ensayado un total de 58 configuraciones en los 23 hombres y 78 configuraciones en las 23 mujeres.

A partir de estos experimentos se extrae la información más relevante utilizando el software CONFORMAT asociado a las mantas de presiones:

- Gráfico del mapa de presiones (permite visualizar las presiones y puntos críticos).
- Determinación en el software de las diferentes áreas de estudio y que se consideran los principales generadores de presión.
  - Boca arriba: zona torácica y cadera. Las lumbares y muslos no reciben tanto apoyo y su presión sobre la manta no está bien definida.
  - Boca abajo: zona torácica y muslos.
  - Lado: zona torácica, cadera y muslos.
- Presión media de la manta y pico de presión en las (con superficie media). Esta es la medida clave para establecer el confort de la configuración. Se busca que tanto el valor de presión media sea bajo (mayor superficie de contacto equivale a mejor soporte), como que la diferencia entre el pico de presión máxima y la media sea bajo. Ambos implican buena distribución de la presión.
- Presión media y pico de presión (con superficie máxima) La superficie máxima es aquella en la que se ha detectado presión en algún momento del tiempo de medida. Debido a ligeros movimientos del sujeto, esta zona es superior y suele definir mejor el contorno de la persona que la superficie media.
- Área de contacto de las zonas delimitadas con perfil de superficie media.

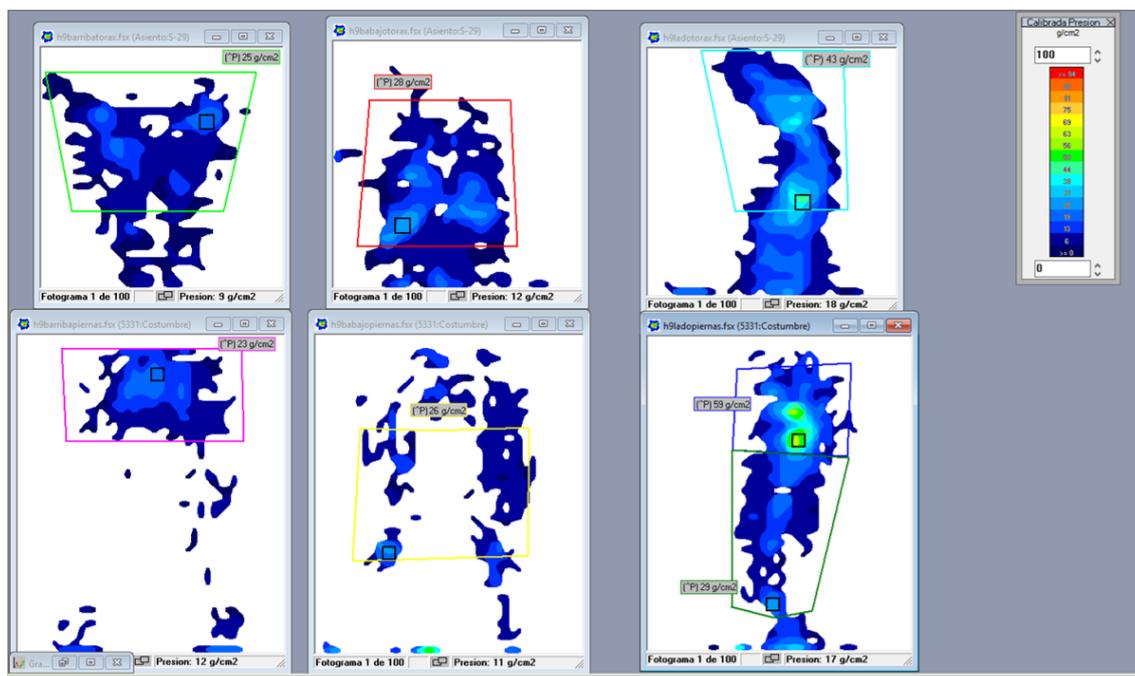


Figura 5. Ejemplo de mapas de presiones del H9 para la configuración de núcleo uniforme en color blanco. Datos mostrados: presión pico en las zonas delimitadas y presión media de la manta.

Una vez obtenidos los mapas y los valores indicados se trasladan las presiones medias de las mantas las presiones pico de cada zona a un Excel para su tratamiento y análisis en base a los datos antropométricos del voluntario para encontrar los patrones que puedan definir el configurador. El segundo grupo de voluntarios se utiliza para contrastar los resultados obtenidos y refinar los algoritmos que deben alimentar el configurador.

El experto fisioterapeuta junto a personal de AIDIMME analizan los resultados obtenidos para cada sujeto, determinando cuales son la/s configuraciones del núcleo con mejor distribución de presiones (menor presión media y menor diferencial ente la presión pico y la media). Para dicha valoración se decide establecer los rangos de presiones para dichos valores (presión media y diferencial), tanto para hombres como mujeres, agrupados por grupos de IMC.

Se establece entonces un escalado del diferencial donde el promedio obtenido para cada zona y postura se sitúa en medio (resultado aceptable), valores inferiores se consideran como bien o muy bien, y valores superiores como mal o muy mal. Esto sirve para valorar cada resultado individual (de una zona en una postura determinada para una configuración del núcleo) en función del resto de resultados de la muestra de voluntarios. Dada la proximidad de valores para las posturas decúbito supino y decúbito prono (boca arriba y boca abajo), estas se valoran conjuntamente (AA) y aparte el decúbito lateral (L).

Una vez obtenidas las configuraciones preferentes para cada sujeto, éstos se clasifican ubicándolos en alguna de las siguientes casillas que representan un perfil de hombre o mujer. Al crear los diversos perfiles, para los grupos de IMC menores (hasta 24,99) no se tiene en cuenta el ICC ya que no son obesos, en el grupo que va de 25 a 27,5 sólo en los casos más extremos, y para IMC superiores, en todos los rangos.

	ICC			
Hombres	<0,85	0,85 a 0,89	0,9 a 0,95	>0,95
<b>Grupo IMC&lt;23</b>	H1			
<b>Grupo IMC: 23-24,99</b>	H2			
<b>Grupo IMC: 25-27,49</b>	H3	H4		H5
<b>Grupo IMC: 27,49-29,99</b>	H6	H7	H8	H9
<b>Grupo IMC: &gt;30</b>	H10	H11	H12	H13

	ICC			
Mujeres	<0,75	0,75 a 0,849	de 0,85 a 0,89	>0,9
<b>Grupo IMC&lt;23</b>	M1			
<b>Grupo IMC: 23-24,99</b>	M2			
<b>Grupo IMC: 25-27,49</b>	M3	M4		M5
<b>Grupo IMC: 27,49-29,99</b>	M6	M7	M8	M9
<b>Grupo IMC: &gt;30</b>	M10	M11	M12	M13

Considerando los resultados individuales en cada perfil se extraen unas recomendaciones generales para dicho perfil y a partir de la altura, se obtiene el nº de filas para cada zona, obteniendo unos resultados que son los que alimentan el configurador.

Al contrario que la primera fase de ergonomía del estudio, que es un proceso objetivo basado en el análisis de presiones, la segunda fase de los test de ergonomía considera la perspectiva subjetiva del usuario. Esta parte del estudio de ergonomía se basa en las respuestas, por parte del personal de AIDIMME, de diferente género, edad y complejión, al cuestionario desarrollado durante el proyecto europeo FURNIDEX. La metodología establece un Índice de Confort, en el cual se ponderan (de manera no uniforme) las distintas características de un colchón, o sistema de descanso, con mayor influencia sobre la ergonomía. Según el valor obtenido para este índice, el confort de un colchón o sistema de descanso puede clasificarse como: Sumamente cómodo, muy cómodo, cómodo, ligeramente incómodo e incómodo.

Las preguntas a contestar se pueden dividir en los siguientes grandes bloques:

- Estética del colchón
- Dimensiones del colchón
- Sensación de ligereza
- Sensación de durabilidad
- Confort inicial
- Confort tras 30 minutos, en donde se valora diferentes aspectos del confort del sujeto y, entre otros, la facilidad para levantarse, acostarse, cambios de postura o molestias generadas en el usuario.
- Olores y/o posibles ruidos
- Transpirabilidad

Por lo tanto, los factores analizados en el cuestionario ergonómico son: Confort Inicial, Estética y Tapizado, Impresión Inicial, Adaptación al Cuerpo, Bordes del Colchón, Usabilidad, Confort Final, Molestias, Peso, y Disposición de la Humedad y Temperatura. El Índice de Confort también tiene en consideración los parámetros objetivos indicados en el apartado siguiente.

Sujeto y configuración ensayada	Puntuación	Valoración
H3 (10A-7N)	80,8	Súmamente Cómodo
M2 (6V-4N-7V)	90,8	Súmamente Cómodo
M6 (6A-4N-7V)	87,7	Súmamente Cómodo
M7 (8B-2A-7V)	93,1	Súmamente Cómodo
H6 (7V- 10 N)	88,5	Súmamente Cómodo
M9 (6V-2N-3V-6V)	90,8	Súmamente Cómodo
H11LDV (6A-4V-7N)	96,9	Súmamente Cómodo
M8 (17N)	89,2	Súmamente Cómodo
H19 (16A- 1N)	81,5	Súmamente Cómodo
M18 (8A-9N)	87,7	Súmamente Cómodo
M11BF (7A-4V-6A)	83,1	Súmamente Cómodo

M20 (6V-11A)	80	Súmamente Cómodo
H24 (17A)	85,4	Súmamente Cómodo
H23 (17N)	83,1	Súmamente Cómodo
M23 (7A-10N)	71,5	Muy Cómodo
M17 (6N-2A-9N)	85,4	Súmamente Cómodo
M19 (17A)	81,5	Súmamente Cómodo
M21 (6V-2N-9V)	74,6	Muy Cómodo
M16 (6A-11N)	83,1	Súmamente Cómodo

Tabla 2. Valoración subjetiva del confort del colchón.

De los 19 sujetos que han realizado el ensayo, el 90% le dio la máxima puntuación (sumamente cómodo) y el 10% le dio la siguiente puntuación (muy cómodo), por lo que puede concluirse que la valoración del colchón está en el tope de gama.

La última parte del cuestionario está directamente relacionada con la valoración del usuario de las diversas innovaciones del modelo de colchón SPS-CIRC más su intención de compra y valoración de ventajas más allá del propio producto. Estas preguntas se realizaron a los 19 sujetos de la fase 2 (test de ergonomía subjetivo), más aquellos que quisieron cumplimentarla de los que participaron en la fase 1 (medidas antropométricas y mapas de presiones), siendo un total 33 sujetos. Los resultados de esta parte del cuestionario se resumen a continuación:

Valoración de las innovaciones (de 0 a10):

Aplicación Web: que sugiere o recomienda un tipo de configuración en función de las necesidades y preferencias del usuario.	8,3
Permite la personalización de la firmeza del colchón para cada persona, pudiendo zonificarlo incluso en camas de matrimonio.	9,3
Se adapta a las necesidades del usuario: puede modificar la configuración del colchón en función de la modificación de las características del usuario.	8,7
Se pueden sustituir elementos desgastados (partes) sin tener que cambiar todo el colchón.	9,5
Sensorizable: Posibilidad de que tengan sensores incorporados que te avisen cuando la pérdida de propiedades del núcleo aconsejan cambiar alguna pieza por desgaste.	7,5
Desmontable: facilita el transporte en vehículos pequeños, o subirlo a pisos de difícil acceso.	8,0
Más higiénico: Mejora de la aireación de los colchones de espuma por los canales que tiene.	8,7
Se puede limpiar: fácil de acceder a todos los elementos para mejorar la limpieza (especialmente en personas asmáticas).	8,9
Más allá del propio producto: ¿Le gustaría la eliminación de intermediarios: Compra online y montaje en casa?	8,2
Más allá del propio producto: ¿Le gustaría la posibilidad de crear en hoteles un servicio de personalización de colchones al reservar tu habitación?	7,5

Intención de compra del colchón:

<b>Seguro que lo compraría</b>	<b>9%</b>
<b>Probablemente lo compraría</b>	<b>64%</b>
No sé si lo compraría o no	27%
Probablemente no lo compraría	0%
Seguro que no lo compraría	0%

Los criterios de durabilidad que se han tenido en cuenta son los que aparecen en la Ecolabel<sup>3</sup> para colchones y que se indican a continuación:

*“Los colchones presentarán las siguientes características funcionales:*

- *Pérdida de altura: < 15 %*
- *Pérdida de firmeza: < 20 %*

La evaluación y verificación se ha realizado como indica la Ecolabel con el método de prueba EN 1957. Las pérdidas de altura y firmeza se refieren a la diferencia entre las medidas tomadas inicialmente (a 100 ciclos) y después de completar (30.000 ciclos) la prueba de durabilidad obteniendo resultados satisfactorios.

El global de los resultados de validación por parte de los usuarios representa unas buenas perspectivas para la futura introducción del colchón en el mercado.

## CONCLUSIONES:

Resultados alcanzados	Caracterización e impacto potencial de los resultados
Se ha realizado el análisis de las últimas novedades derivadas de la política de economía circular de la CE, normativa, convocatorias de financiación europeas en I+D+i sobre economía circular e iniciativas tanto de proyectos aprobados como puestas en marcha por empresas o asociaciones.	<p>La investigación indica que sigue el apoyo por parte de la Comisión Europea y una tendencia creciente en las diversas líneas estratégicas de economía circular, si bien los residuos plásticos han tenido un especial protagonismo en el último año. En el mercado, las iniciativas sobre reciclaje siguen siendo las más visibles.</p> <p>La normalización empieza a generar normas asociadas a la EC (BSI, ISO...) si bien no serán certificables, sino guías para las empresas.</p> <p>Las barreras para la adopción de la economía circular siguen estando presentes, pero será un proceso a medio plazo el ir superándolas conforme se demuestre la viabilidad de las iniciativas tractoras y se vaya educando a la sociedad y sector productivo.</p> <p>Por tanto el impacto de la filosofía de economía circular va a ser elevado, pero sus efectos se verán a</p>

<sup>3</sup> DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 23 de junio de 2014 por la que se establecen los criterios para la concesión de la etiqueta ecológica de la UE a los colchones (validez hasta 28 de julio de 2022).

<p>El resultado del proyecto indica a las empresas las estrategias o conceptos clave innovadores, considerando toda la cadena de valor, para aproximar su empresa a un modelo de economía circular. Este resultado se ha desarrollado a dos niveles, por lo que se podría hablar a su vez de dos resultados correlacionados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herramienta de autodiagnóstico para las empresas de economía circular para el sector madera-mueble.</li> <li>2. Cuestionario pensado para la realización de una entrevista realizada por un experto, que conlleva un análisis más flexible y en mayor profundidad del nivel de circularidad de la empresa y/o su modelo de negocio.</li> </ol>	<p>medio-largo plazo.</p> <p>En línea con el resultado anterior, las herramientas de diagnóstico ejercen la doble función de análisis y reflexión sobre la empresa y su modelo de negocio, así como una guía para establecer posibles estrategias afines a cada tipo de empresa/actividad, y evaluar la evolución de ésta en la transición a un modelo más circular.</p> <p>Este tipo de herramientas son siempre el punto de partida para un proceso de mejora continua. Su impacto en el mercado puede ser relativo, pues:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporta mayor valor la entrevista personal con un experto que interactúe con el representante de la empresa, y realice una tarea simultánea de formación, diagnóstico y asesoramiento (pero esta opción limita el alcance respecto a la herramienta de autodiagnóstico).</li> <li>- Existe una contradicción en los objetivos de homogeneidad y alcance global para lograr un benchmarking objetivo entre empresas, y el que el modelo de negocio de las empresas abarque todas las dimensiones y áreas clave de su la economía circular y en consecuencia la empresa pueda responder a todas las preguntas y obtener la máxima puntuación.</li> <li>- La capacidad de benchmarking sólo es interesante cuando existe un elevado número de usuarios y es posible discernir por perfiles afines (sectores, tamaño de empresa...).</li> </ul>
<p>Guía de ayuda a las empresas a realizar sus propios reportes de sostenibilidad.</p>	<p>Se ha mejorado la guía con explicaciones relativas al propio proceso de elaboración de la memoria, pero orientando más el proceso a la implantación de un sistema de gestión de la sostenibilidad, para asegurar que esta actividad se sistematiza en la cultura empresarial y perdura en el tiempo.</p> <p>Sin embargo, dada la inexperiencia de las empresas en este campo, sigue siendo necesaria la intervención de un experto que les ayude a poner en claro los diversos conceptos manejados, identificar los aspectos relevantes (materialidad) y dar forma a los contenidos de la memoria. Por ello, se considera que si bien es necesaria, el impacto de la guía es relativo.</p>
<p>Tras el desarrollo de una metodología que permite a las</p>	<p>La metodología desarrollada en el PT2 ha resultado eficaz para centrar los objetivos del desarrollo en lo</p>

<p>empresas integrar el ecodiseño y el design thinking en el PT2, esta se validó a través de su aplicación al diseño de un colchón customizable, modular y que incorpora TIC y sensorización orientadas a extender su vida útil y mejorar la satisfacción de los usuarios durante el uso. Este diseño se ha validado con empresas mejorando el desarrollo asociado a la sensorización y una investigación ergonómica orientada a la customización on-line.</p>	<p>que realmente valoran los clientes. Esto queda demostrado en las elevadas puntuaciones obtenidas para los diversos aspectos de innovación incluidos en los prototipos (en base a al respuesta de 33 potenciales usuarios). Así mismo las prestaciones de calidad y confort del prototipo son muy buenas. Sin embargo, el nuevo concepto constituye una amenaza para los fabricantes tradicionales de colchones (basados en el concepto de colchón cerrado), pues son totalmente prescindibles en el modelo de negocio propuesto.</p>
--	---