

SPS-CIRC

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

Nº Expte: IMAMCC/2016/1

Programa: LÍNEA NOMINATIVA. PLAN DE ACTIVIDADES DE CARÁCTER NO
ECONÓMICO DE AIDIMME PARA 2016

Resultados obtenidos en la anualidad 2016.

Realizado por:
AIDIMME



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
RESULTADOS	5
1 PT1. INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES IMPULSORES Y BARRERAS PARA LAS EMPRESAS EN EL MARCO EUROPEO PARA LA TRANSICIÓN A UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.	5
1.1 INTRODUCCIÓN: LA NECESIDAD DEL CAMBIO.	5
1.2 FUNDAMENTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	5
1.3 BARRERAS A LA ADOPCIÓN DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.	7
1.4 POLÍTICAS DE LA COMISIÓN EUROPEA: LÍNEAS ESTRATÉGICAS.	9
1.5 INICIATIVAS GLOBALES EN EL MARCO MUNDIAL Y EUROPEO.	13
2 PT2. DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO PARA EL SECTOR MADERA-MUEBLE, CON EL CONSUMIDOR COMO CLAVE DE UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.	14
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS CADENAS DE VALOR Y MODELOS DE NEGOCIO ACTUALES EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE: AGENTES IMPLICADOS Y PROCESOS PRINCIPALES.	14
2.2 MODELOS DE NEGOCIO ACTUALES EN EL SECTOR DEL MUEBLE	16
2.3 SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO DE ECONOMÍA CIRCULAR. DEFINICIONES, EJEMPLOS Y BENEFICIOS POTENCIALES.	17
2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO	17
2.3.2 BENEFICIOS POTENCIALES DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO PARA LA TRANSICIÓN DE UN MODELO LINEAL A UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.	18
2.4 MODELOS DE NEGOCIO BASADOS EN LA ECONOMÍA CIRCULAR.	18
2.5 MODIFICACIÓN DE LAS CADENAS DE VALOR Y PROCESOS ACTUALES.	20
2.6 EJEMPLOS DE NEGOCIOS CON CARACTERÍSTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN OTROS SECTORES Y PAÍSES.	21
CONCLUSIONES	25
3 PT3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN EL SECTOR MADERA-MUEBLE COMO CATALIZADOR DE LA TRANSICIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR.	27
3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TIC SELECCIONADAS	28
3.2 ANÁLISIS INTERSECTORIAL DE LAS TIC SELECCIONADAS	30
3.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TIC EN EL SECTOR MADERA MUEBLE	32
3.4 PROPUESTA DE SOLUCIONES TIC PARA EL SECTOR MADERA Y MUEBLE	33

4	PT4. MATERIALES AVANZADOS, RENOVABLES, RECICLADOS Y RECICLABLES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS CONFORME A LOS ESTÁNDARES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	35
4.1	SITUACIÓN TRADICIONAL	35
4.2	MEJORAS INCORPORADAS	36
4.3	NECESIDAD DE AVANZAR	39
4.4	Análisis intersectorial de posibles soluciones de materiales innovadores o en desarrollo en el ámbito europeo.	39
5	PT5. Sistemas productivos y de logística inversa de los sistemas producto-servicio diseñados para una economía circular en el sector madera-mueble.	42
5.1	GESTIÓN AMBIENTAL	42
5.1.1	Situación actual en el sector madera-mueble.	42
5.1.2	Análisis intersectorial.	43
5.1.3	Conclusiones	47
5.2	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD	48
5.2.1	Situación actual	48
5.2.2	Oportunidades de mejora de la productividad en el sector del mueble	50
5.2.3	Conclusiones	51
5.3	PERPECTIVA Y SOLUCIONES EN LOGISTICA INVERSA EN SECTOR MADERA Y MUEBLE	52
5.3.1	Situación actual en el sector.	53
5.3.2	Retos en logística inversa	54

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. SUPERPOSICIÓN DE LOS MODELOS LINEAL Y CIRCULAR.....	6
FIGURA 2. CADENA DE VALOR ACTUAL EN EL MODELO LINEAL DE PRODUCCIÓN DE MOBILIARIO PARA USO DOMÉSTICO (HOGAR).....	15
FIGURA 3. CADENA DE VALOR ACTUAL EN EL MODELO LINEAL DE PRODUCCIÓN DE MOBILIARIO PARA USO COLECTIVO (PÚBLICO Y PRIVADO).....	15
FIGURA 4. MODELOS DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE MOBILIARIO PARA USO DOMÉSTICO (HOGAR).	16
FIGURA 5. MODELOS DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE MOBILIARIO PARA USO COLECTIVO (PÚBLICO Y PRIVADO).....	16
FIGURA 6. ACTORES DIFERENCIALES QUE ADQUIEREN PROTAGONISMO EN LA ECONOMÍA CIRCULAR. NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO.	19
FIGURA 7. PROCESOS QUE CAMBIAN EN LA CADENA DE VALOR BAJO EL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	20
FIGURA 8. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IMPULSAR LA ECONOMÍA COLABORATIVA EN EL SECTOR MADERA-MUEBLE.....	24
FIGURA 9. RELACIÓN DEL PT3 CON OTROS PAQUETES DE TRABAJO DEL PROYECTO.....	27
FIGURA 10. BENEFICIOS GLOBALES DEL USO DE ANÁLISIS BIG DATA.....	29
FIGURA 11. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LAS TIC SELECCIONADAS EN LAS FASES DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	32
FIGURA 12. NIVEL ESTIMADO DE IMPLANTACIÓN DE LAS TIC SELECCIONADAS EN EL SECTOR MADERA Y MUEBLE.....	32
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DEL DESTINO DE LA MADERA RECICLA GESTIONADA POR LOS SOCIOS DE ASERMA (FUENTE ASERMA).....	38
FIGURA 13. COMUNICACIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD EN LA WEB DEL GRUPO IKEA.....	43
FIGURA 14. INCIDENCIA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	48
FIGURA 15. DIFERENCIAS DE PRODUCTIVIDAD ENTRE LA INDUSTRIA Y EL SECTOR.....	49
FIGURA 16. SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA.....	55

RESUMEN EJECUTIVO

Los sistemas producto-servicio (SPS) pueden añadir valor a la oferta de las empresas y generar nuevos modelos de negocio basado en desmaterializar la cadena de valor para mejorar la sostenibilidad del sistema productivo. Todo el ciclo de vida del producto-servicio debe estar diseñado para reducir el consumo de recursos y reciclar al máximo los materiales al sistema productivo. La digitalización de los procesos y de los propios productos es un catalizador del modelo económico que permite el acceso y tratamiento de datos individuales y/o masivos, la conexión directa con el consumidor y otros agentes de la cadena de valor para optimizar el sistema global.

Las claves para la transición a una economía circular en el sector madera mueble se han estudiado en 2016 desde diversas perspectivas para obtener una hoja de ruta. Análisis de la necesidad de cambio en el modelo de la actividad humana actual a través de la evolución mundial de los indicadores ambientales.

- Estudio de los fundamentos, contexto, legislación-políticas y normativa para identificar incentivos y barreras al modelo de Economía Circular.
- Incorporación de la perspectiva del usuario en el diseño de SPS.
- TIC como herramientas facilitadoras..
- Sistema productivo: gestión ambiental, productividad y logística inversa.

Los resultados se muestran a continuación.

RESULTADOS

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

1.1 INTRODUCCIÓN: LA NECESIDAD DEL CAMBIO.

La rápida aceleración de las economías de consumo y extractivas desde mediados del siglo XX ha provocado un crecimiento exponencial de factores externos negativos¹. «La Gran Aceleración», término acuñado por el Centro de Resiliencia de Estocolmo y el Programa Internacional Geosfera-Biosfera, muestra a través de la evolución de 12 indicadores socio-económicos y otros 12 indicadores del ecosistema mundial, que tanto la actividad socioeconómica como el declive del sistema terrestre han experimentado una fuerte aceleración desde la década de 1950, con pocos indicios de que vaya a remitir.

Además de los citados indicadores ambientales, el agotamiento de determinados recursos, especialmente algunos que se consideran críticos en la actual economía e industrias estratégicas, es un motivo adicional de preocupación. Por otro lado, los materiales contenidos en los residuos de los productos consumidos que se llevan a vertedero, tardan mucho tiempo en degradarse y volver al ciclo natural. Hay que tener en cuenta además que la mayoría no procede de fuentes renovables.

Por otro lado, el incremento de la volatilidad de los precios y la dependencia (de Europa en este caso) respecto a ciertas materias primas, especialmente aquellas críticas cuya carencia pueden afectar significativamente al desarrollo industrial, junto con los riesgos de la cadena de suministro y las crecientes presiones han alertado a los líderes empresariales y los responsables políticos sobre la necesidad de replantear el actual modelo de producción y consumo.

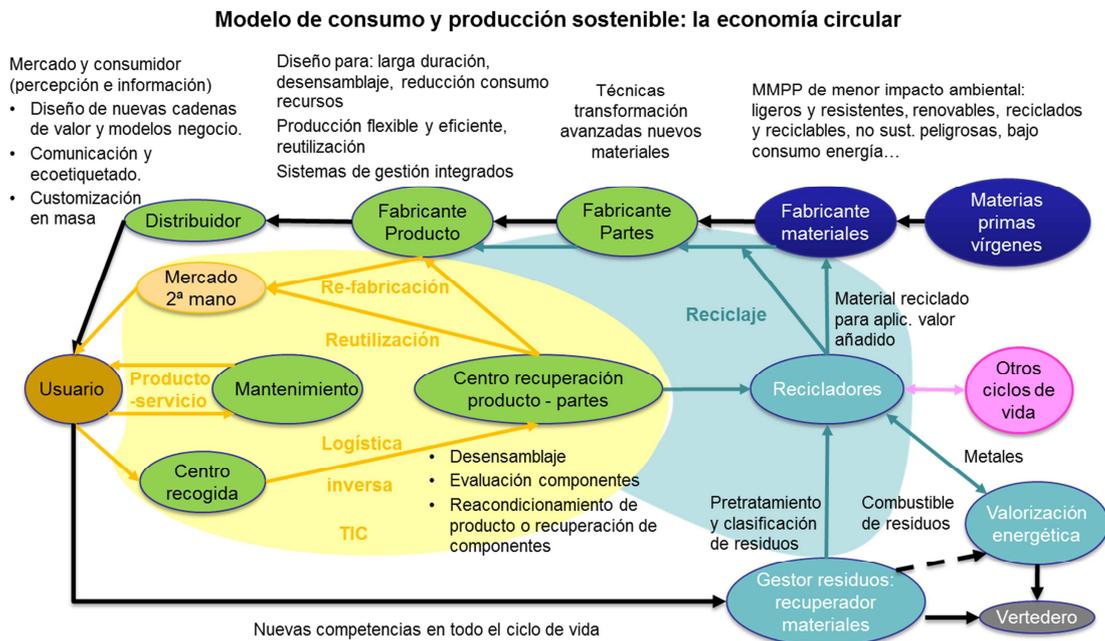
1.2 FUNDAMENTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. Se trata de implementar una nueva economía, circular -no lineal-, basada en el principio de «cerrar el ciclo de vida» de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía.

Se presenta a continuación un esquema que representa el modelo actual (en la zona exterior del diagrama, agentes unidos por flechas en negro) y los nuevos procesos prácticamente inexistentes en la zona interior sombreadas en amarillo y azul. Se indica de forma resumida los

¹ «La Gran Aceleración», Centro de Resiliencia de Estocolmo y el Programa Internacional Geosfera-Biosfera: <http://www.igbp.net/news/pressreleases/pressreleases/planetarydashboardshowsgreataccelerationinhumanactivitysince1950.5.950c2fa1495db7081eb42.html>

aspectos a trabajar en cada fase (tanto ya existentes como nuevas) para aproximar el modelo a la economía circular.



Fuente: AIDIMME, elaboración propia.

Figura 1. Superposición de los modelos lineal y circular.

La siguiente tabla resume los principios del modelo de economía circular, así como los pilares o conceptos clave a trabajar para lograrlo.

Principios	Pilares
Prevenir el uso de materia y energía.	Ecodiseño; considera los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción desde un enfoque preventivo. - Considera entre sus estrategias la desmaterialización ("hacer más con menos"). - Prima el uso de recursos renovables y sistemas productivos eficientes.
	Economía de funcionalidad: privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a un bien.
Aumento de la durabilidad: diseñar para mantener los componentes y materiales circulando y contribuyendo a la	Reutilización: reutilizar ciertos productos en su fin de vida (residuos) o ciertas partes de los mismos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
	Reparación: dar una segunda vida a los productos estropeados.

↕

Ecología industrial y territorial

Establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio caracterizado por una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de materiales,

economía, utilizando bucles internos más estrechos (p. ej., mantenimiento en lugar de reciclaje) cuando sea posible, preservando así más energía implícita y otro valor.	Re-manufactura: reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se pueden utilizar en su uso original para crear otros objetos
Máxima valorización de todas las materias	<p>Reciclado: aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.</p> <p>El ecodiseño prevee el retorno de los recursos a la biosfera o a la tecnosfera de la forma que resulte en materias más valiosas para un nuevo ciclo.</p> <p>Uso en cascada: En el ciclo biológico, los productos se diseñan para ser consumidos o metabolizados por la economía y regenerar el valor del nuevo recurso. La esencia de la creación de valor consiste en extraer valor adicional de productos y materias mediante su</p>

Fuente: adaptado a partir de CEN Medio Ambiente – nº 21 (2014) y la publicación de EMF, “Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada”.

Tabla 1. Principios y pilares de la economía circular

1.3 BARRERAS A LA ADOPCIÓN DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Falta añadir a estos pilares de la economía circular, algunos aspectos clave que posibiliten su puesta en marcha y derriben las barreras a la adopción de un modelo de economía circular.

Principalmente existe una barrera cultural, ya que es necesario un cambio radical de mentalidad de la sociedad en general y de algunos actores en especial, como son:

- **Empresarios:** que conciban otro tipo de modelo de negocio basado en el aporte de valor a través de los servicios, y no en la venta de mayor número de unidades, e incorporar diseños modulares, pensados para alargar la vida útil del producto y satisfacer mejor las necesidades del cliente, pese al riesgo a corto plazo de que ello pueda representar una disminución del nº de unidades vendidas.
- **Consumidores:** que valoren los productos que ofrecen beneficios ambientales a lo largo de su ciclo de vida a través de diversos mecanismos, y que tengan la voluntad de poner en marcha dichos mecanismos (reparación, separación de residuos, etc.). Así mismo, la apreciación actual de los materiales reciclados o productos de segunda mano tiene una carga negativa (peor calidad, símbolo de bajo poder adquisitivo, aprensión ante posibles implicaciones sanitarias, etc.).
- **Administración:** es necesario incentivar de forma más efectiva mediante impuestos y descuentos o mediante inversiones, las actuaciones requeridas tanto por parte de la

industria como de los ciudadanos, así como eliminar las barreras legales a la reutilización o reciclaje, y facilitar las infraestructuras (industriales y ciudadanas para el retorno de los materiales). Así mismo se deben apoyar iniciativas que ejerzan un fuerte efecto tractor sobre otros actores sociales o industriales, demostrando la viabilidad de este modelo.

- Sistema educativo/investigador: se debe trabajar desde edad temprana en el necesario cambio de mentalidad, y adicionalmente a través de la I+D+i, en encontrar soluciones tecnológicas que posibiliten superar las barreras correspondientes (incremento de propiedades de materiales reciclados, mejora de las tecnologías de identificación y separación de contaminantes, etc.).

Podemos concluir que existen una serie de barreras de mercado que directa o indirectamente repercuten en el coste de los materiales y los productos:

- Debido a que actualmente el precio de los productos no refleja de forma realista el coste real del producto a lo largo de su ciclo de vida, trasladándose generalmente hacia las etapas finales del mismo, en el que dicho coste lo paga la sociedad en su conjunto. Una adecuada asignación y repercusión de dichos costes haría más competitivos los productos con menor impacto ambiental, especialmente en su fin de vida.
- A esto se añade las dificultades impuestas por la legislación existente a la comercialización de subproductos o material recuperado de residuos, el coste más competitivo de las materias primas vírgenes y de calidad controlada, y los bajos costes de vertido.
- Elevado riesgo económico para las empresas que intenten un nuevo modelo de negocio, como consecuencia de la falta de demanda, concienciación social e infraestructuras o mecanismos para llevarlo a cabo.

Finalmente las barreras tecnológicas o de conocimiento tampoco son desdeñables:

- El diseño y fabricación de productos modulares requiere mayor desarrollo en los tipos de uniones, etc. pero a priori es abordable. Sin embargo, el gran reto que supone la remanufactura implica otro tipo de problemas no son únicamente culturales y de mercado como la falta de valor intrínseco en los materiales a recuperar y por tanto la no viabilidad económica de la logística inversa. Existen así mismo barreras logísticas y tecnológicas, que están muy lejos de hallar solución, excepto determinados casos puntuales que hay que promover. Entre dichas barreras encontramos la dificultad de obtener una estandarización y trazabilidad de las piezas, la falta de flexibilidad en las metodologías de planificación y tecnologías de producción que sean capaces de adaptarse a un flujo de entrada tan diverso y discontinuo.
- Finalmente cabe remarcar que cualquier producto puesto a la venta debe cumplir con unos requisitos de calidad y seguridad para el usuario. Si las empresas ya tienen problemas en el aseguramiento de dichos estándares de calidad con productos diseñados expresamente y materias primas vírgenes de calidad controlada, el objetivo

parece mucho más difícil de alcanzar con la incertidumbre generada por materias primas secundarias o componentes reutilizados.

- La utilización de material reciclado requiere una importante mejora en la recogida selectiva y su posterior tratamiento para separar diversos materiales y eliminar contaminantes. Un ejemplo es el proyecto LIFE EXTRUCLEAN que desarrolla una metodología de descontaminación de plásticos procedentes de envases peligrosos, que hasta el momento eran destinados a China para aplicaciones de bajo valor añadido o a vertedero.
- Así mismo es necesaria una estandarización de calidades y mecanismos de aseguramiento de dicha calidad, así como una homogeneidad y seguridad en el suministro, que dé confianza al empresario que vaya a utilizar el material reciclado materia prima. La obtención de productos de mayor calidad con dicho reciclado permitirá así mismo modificar la percepción del consumidor e incrementar su demanda.
- El uso en cascada de los materiales permitirá destinar de forma optimizada el flujo de material a reutilizar/reciclar para las aplicaciones con mayor valor añadido en las que pueda ser utilizado, obteniendo el máximo rendimiento de dichos recursos antes de llegar al nivel inferior en que ya no pueda ser aprovechado más que su potencial energético.

1.4 POLÍTICAS DE LA COMISIÓN EUROPEA: LÍNEAS ESTRATÉGICAS.

La Fundación Ellen MacArthur (EMF) calcula que el ahorro en el coste neto de las materias primas en la Unión Europea, por pasarse a un sistema circular, llegaría a unos 380 mil millones de dólares (unos 350 mil millones de euros) en un ‘escenario de transición’ y a los 630 mil millones de dólares (unos € 581 mil millones) en un ‘escenario avanzado’.

Para potenciar la adopción de este modelo, la comisión Europea ha puesto en marcha en diciembre de 2015, un paquete de medidas que ya tiene unos antecedentes políticos y legislativos importantes, como es el Plan de Acción sobre Consumo y Producción Sostenibles² (2008), con vistas a mejorar el rendimiento ambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida, concienciar a los consumidores y potenciar la demanda de productos y tecnologías de producción sostenibles, promover la innovación en la industria de la UE y abordar los aspectos de dimensión internacional. Dichas propuestas desarrollan y complementan políticas de la Unión ya existentes, tales como la Política de Productos Integrada (PPI), que fue la primera en introducir oficialmente el concepto del ciclo de vida en las políticas europeas.

El Plan condujo a iniciativas en los siguientes ámbitos:

- ampliación de la Directiva sobre diseño ecológico (inicialmente planteado para productos que consumen energía y ampliado a productos relacionados con el consumo de energía),
- revisión del Reglamento relativo a la etiqueta ecológica,
- revisión del Reglamento EMAS,

² COM (2008) 397.

- legislación en materia de contratación pública ecológica,
- Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos, y
- el Plan de Acción sobre Ecoinnovación

El nuevo paquete de Economía circular propone una serie de actuaciones en cuatro áreas:

1. Diseño de producto y procesos productivos.
 - a. Promover la reparabilidad, la posibilidad de actualización, la durabilidad y la reciclabilidad de los productos.
 - b. Responsabilidad ampliada del productor, (relacionado con la revisión de legislación sobre residuos) que crea incentivos económicos para lograr un mejor diseño de los productos
 - c. Mejores técnicas disponibles, certificación EMAS y el programa de Verificación de Tecnologías Ambientales (ETV)
 - d. La simbiosis industrial
 - e. La remanufactura (maquinaria, automoción y quizás otros)
 - f. Financiación a través de programas como el H2020
2. Consumo.
 - a. Mayor claridad y fiabilidad de las etiquetas y declaraciones ambientales existentes y un mayor control de las prácticas desleales.
 - b. Potenciar la Ecolabel y la Huella ambiental de Producto.
 - c. reflejar en el precio, el coste ambiental del producto y trabajar en las garantías y protección del consumidor.
 - d. Campañas de sensibilización e incentivos económicos
 - e. Compra pública verde y especialmente con criterios de durabilidad y reparabilidad.
3. Residuos. La CE propone unos objetivos de reducción de residuos para el año 2030 y unas estrategias o pautas de gestión de residuos a largo plazo que se indican a continuación:
 - a. Reciclaje del 65% de los residuos municipales (2030).
 - b. Reciclaje del 65% de los residuos municipales (2030).
 - c. Máximo del 10% de los residuos de municipales a vertedero (2030).
 - d. Prohibición de destinar a vertedero los residuos de recogida selectiva.
 - e. Instrumentos financieros para desincentivar el vertido.
 - f. Sistema armonizado de cálculo de ratios de reciclaje en los países de la EU.
 - g. Medidas específicas para promover la reutilización y la simbiosis industrial.
 - h. Incentivos económicos a los fabricantes para poner en el mercado productos de menor impacto ambiental y apoyar los esquemas de recogida y reciclaje (SIG), por ejemplo para envases, baterías, equipos eléctricos y electrónicos y vehículos.
4. Promover el uso de materias primas secundarias y la reutilización del agua.
 - a. Elaboración de normas sectoriales que recojan criterios de calidad de materias secundarias.
 - b. Facilitar el traslado y desclasificación de residuos reciclables.
 - c. Medidas de eficiencia hídrica y la reutilización de las aguas residuales.
 - d. La promoción de ciclos de materiales no tóxicos y un mejor seguimiento de las sustancias y los productos químicos preocupantes en los productos, facilitará el reciclado y mejorará el consumo de materias primas secundarias

- Normalización.

En torno al concepto de Economía Circular, se está realizando una gran labor de normalización en el ámbito europeo.

En diciembre de 2015, la Comisión Europea adoptó un ambicioso “Paquete de Economía Circular”. Como parte de ese paquete, se solicitó a las organizaciones europeas de normalización que “desarrollen normas sobre eficiencia de los materiales para establecer requisitos de ecodiseño futuros sobre durabilidad, reparabilidad y reciclabilidad de los productos” (Mandato M/543).

El CEN y el CENELEC aceptaron esta petición en enero de 2016 y está en estudio el desarrollo de una o varias normas horizontales, que contengan requisitos genéricos aplicables a varios tipos de productos relacionados con la energía. Estas normas proporcionarán definiciones de parámetros, métodos de evaluación y guías, respecto a los aspectos siguientes:

- Prolongación de la vida útil del producto (durabilidad);
- Capacidad de re-utilizar los componentes o de reciclar los materiales de los que está hecho un producto al final de su vida útil;
- El uso de los componentes re-utilizados y/o de los materiales reciclados en nuevos productos.

Para asegurar la implementación del M/543 (Mandato de la Comisión Europea), el CEN y el CENELEC han creado un nuevo Joint Working Group (CEN-CLC/JWG 10), cuya secretaría desempeñan NEN/NEC, los organismos holandeses de normalización.

- Retos y oportunidades en investigación, desarrollo e innovación.

Además de las acciones de divulgación y coordinación de grupos de trabajo y actores sectoriales, la Comisión Europea ha articulado instrumentos para financiar los proyectos de economía circular, bien a través de los fondos de cohesión, o programas puramente ambientales, como es el caso del programa LIFE, o COSME especialmente pensado para las pymes. Así mismo cabe mencionar las posibilidades de financiación de inversiones privadas a través del Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE) o los instrumentos de asesoramiento y financiación del BEI en el marco del Programa InnovFin.

Cabe destacar el programa de trabajo de Horizonte 2020 para el período 2016-2017 incluye una iniciativa importante sobre «Industria 2020 en la economía circular», con una dotación de más de 650 millones EUR. Dentro del programa se han estudiado las convocatorias relacionada para determinar las líneas estratégicas a seguir por las empresas en I+D+i. Se han identificado al menos 64 tópicos (algunos con más de una convocatoria) entre los años 2013 a 2017.

A grandes rasgos, las líneas estratégicas de I+D+i se pueden agrupar como sigue:

- 6 convocatorias (BBI-D06 y R01, BIOTEC-02, WASTE-7, CIRC-05 y SPIRE-03) enfocadas específicamente a los flujos materiales orgánicos. Conversión de residuos orgánicos procedentes de residuos sólidos urbanos, aguas residuales y residuos agrícolas, o bien

otras fuentes de origen biológico en materiales o productos químicos de alto valor añadido (biorefinerías).

- 3 convocatorias (CIRC-02 y SPIRE-01), enfocadas a optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos y mejorar su tratamiento y reutilización, incluyendo la recuperación de energía y la reutilización de los productos químicos y los nutrientes.
- Una serie de convocatorias generales directamente asociadas a la economía circular (CIRC-01 y 04, FOF-10, NMP-34-2014) que pretenden el re-diseño de las cadenas de valor y de suministro, y generar nuevos modelos de negocio basados en servicios basados en el rendimiento/funcionalidad en lugar de en la propiedad, o de customización en masa. Se da importancia a demostrar la viabilidad de los mismos ya involucrar al usuario final (por ejemplo mediante la co-creación) y al resto de actores de la cadena de valor y también a la simbiosis intersectorial o a la creación de incentivos económicos.

En estas convocatorias, el diseño (ecodiseño) tiene un papel muy relevante, especialmente en relación con la modularidad, extensión de la vida útil y opciones de reutilización y reciclaje de los productos (especialmente si son complejos o llevan partes contaminantes). Así mismo se pide considerar entornos TIC que pueden contribuir a maximizar el rendimiento y el valor añadido al cliente y nuevas formas de cooperar entre los diversos actores.

Algunas de estas convocatorias, como la CIRC-03, NMBP-36, son de apoyo político o de generación de redes, transferencia de conocimientos entre regiones, soluciones generales para la re-industrialización conforme a la economía circular, etc.

- Las convocatorias más relacionadas con aspectos productivos son las FOF (Factories of the Future) y las PILOT (Pilot lines for Manufacturing), o algunas SPIRE, enfocadas a optimizar los procesos productivos mediante diversas estrategias, como son:
 - inclusión de las TIC ya sea para la automatización de procesos, generar plataformas colaborativas en la producción que sean flexibles y capaces de adaptarse rápidamente al mercado y productos customizados (requisitos y volumen de producción) relacionadas con la Industria 4.0 (TIC), producción deslocalizada, etc. Se establecen así mismo conexiones con nuevos modelos de negocio (SPIRE-06) provenientes de dicho cambio en el paradigma productivo (en línea con las convocatorias más propiamente identificadas como CIRC).
 - Tecnologías avanzadas que reduzcan la necesidad de operaciones, el consumo energético o la generación de residuos, vertidos y emisiones como son la fabricación aditiva (impresión 3D), tratamiento de superficies, procesos electroquímicos, o tecnologías que permitan procesar múltiples materiales o materiales con funcionalidades avanzadas (nanomateriales o superficies antibacterianas, propiedades térmicas o eléctricas, etc.)
 - Así mismo se requieren metodologías o soluciones enfocadas al control de la producción, ya sea para lograr cero defectos, medir y controlar en tiempo real los parámetros productivos, alargar la vida de la maquinaria con el mantenimiento predictivo.
 - Mejorar la eficiencia material y energética de los procesos.
 - Las convocatorias del tópico SFS-08 tienen el objetivo de conseguir la eficiencia en los procesos productivos alimentarios.

Algunas de las convocatorias FOF o PILOT están muy relacionadas con el procesado de materiales avanzados (como nanomateriales o el papel como base de componentes electrónicos), enlazando con aquellas convocatorias sobre materiales. Un ejemplo son las convocatorias que promueven la utilización del CO₂ como materia prima alternativa a los materiales fósiles, para la industria química.

- Otras convocatorias (SPIRE, WASTE) están muy centradas en ofrecer alternativas a los considerados materiales críticos, bien buscando materias primas alternativas, o procesos para su recuperación, especialmente en los casos en que están integrados en productos complejos (por ejemplo residuos eléctricos y electrónicos, etc.). El sector de la construcción es otro sector objetivo. Un concepto clave en este enfoque, y que el objetivo de dos convocatorias (SPIRE-13 y WASTE-1) es el de simbiosis industrial, que encaja directamente con las convocatorias generales de economía circular, cerrando el círculo. Otra convocatoria aborda el objetivo de reintroducir los residuos como materias primas secundarias desde un enfoque distinto, como es la normalización (SPIRE-12).

1.5 INICIATIVAS GLOBALES EN EL MARCO MUNDIAL Y EUROPEO.

Se han creado diversas comunidades a escala europea cuya misión es promover los diversos aspectos relacionados con la economía circular.

- **Zero Waste Europe (ZWE)** (<https://www.zerowasteurope.eu/>) : es un movimiento que une municipios europeos y establece relaciones con organizaciones sin ánimo de lucro, creando grupos locales de Residuo Cero con el objetivo de reducir los residuos para mejorar la sostenibilidad, la resiliencia económica y la cohesión social.
- **Blue Economy** (<http://www.theblueeconomy.org/innovations.html>). Movimiento abierto precursor de la economía circular que se sigue por unos principios muy similares y en cuya web recoge 100 iniciativas o casos de estudio que ejemplifican estas innovaciones y su impacto positivo.
- **Ellen Mc Arthur Foundation** (www.ellenmacarthurfoundation.org) creada a partir de sus socios (Cisco, Danone, Google, H & M, Intesa Sanpaolo, NIKE Inc., Philips, Renault and Unilever) para desarrollar iniciativas de economía circular. Ha generado múltiples publicaciones y programas de apoyo tanto para empresas como entidades públicas, y recoge diversos casos de estudio.
- **SUSTAINABLE BRANDS** (<http://www.sustainablebrands.com>) Es una comunidad para el aprendizaje, la colaboración y el comercio formada por unos 348.000 líderes empresariales de todo el mundo. Su misión es promover que más empresas prosperen mediante el liderazgo que lleva a un mundo mejor. Producen contenidos, eventos y otras soluciones de aprendizaje diseñadas para inspirar, involucrar y capacitar su comunidad para una innovación provechosa y a la vez sostenible.

2 PT2. DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO PARA EL SECTOR MADERA-MUEBLE, CON EL CONSUMIDOR COMO CLAVE DE UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Las actividades realizadas durante 2016 en este paquete de trabajo han sido:

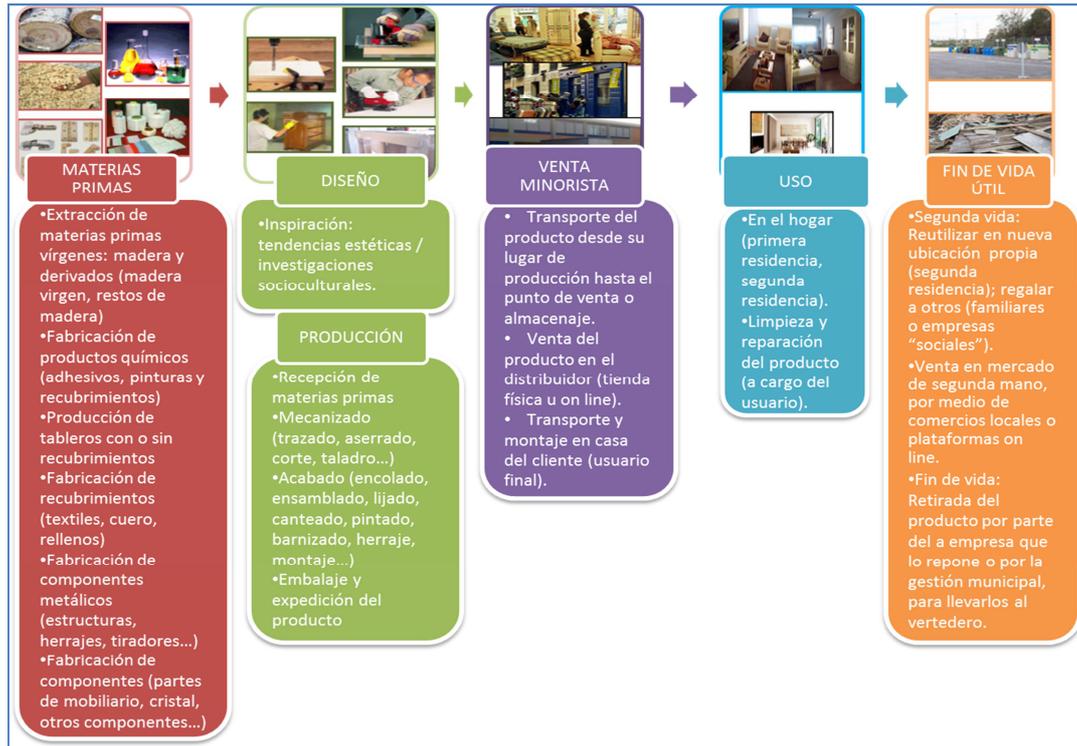
1. Descripción de las distintas cadenas de valor y modelos de negocio actuales en la industria del mueble: agentes implicados y procesos principales.
2. Revisión del papel del usuario en el sector del mueble en la actualidad.
3. Benchmarking internacional y multisectorial para la identificación de iniciativas, casos de empresa y herramientas que ejemplifiquen la redefinición del rol del consumidor/ usuario en la transición del modelo lineal hacia un modelo de economía circular.
4. Definición de los requisitos necesarios para adaptar las cadenas actuales y facilitar la transición hacia el modelo circular con el usuario en el centro del modelo.

A modo de extracto resumen, se plasman a continuación las figuras y principales conclusiones que se han desarrollado en el paquete de trabajo.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS CADENAS DE VALOR Y MODELOS DE NEGOCIO ACTUALES EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE: AGENTES IMPLICADOS Y PROCESOS PRINCIPALES.

En la actualidad el modelo productivo de la industria del mueble es lineal y con una escasa participación del usuario o consumidor final.

Del análisis de las cadenas de valor del mueble realizado, cabe destacar la escasa, o prácticamente nula participación del usuario en la mayoría de procesos, sobre todo de los iniciales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Cadena de valor actual en el modelo lineal de producción de mobiliario para uso doméstico (hogar).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Cadena de valor actual en el modelo lineal de producción de mobiliario para uso colectivo (público y privado).

2.2 MODELOS DE NEGOCIO ACTUALES EN EL SECTOR DEL MUEBLE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Modelos de negocio en el sector de mobiliario para uso doméstico (hogar).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Modelos de negocio en el sector de mobiliario para uso colectivo (público y privado).

2.3 SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO DE ECONOMÍA CIRCULAR. DEFINICIONES, EJEMPLOS Y BENEFICIOS POTENCIALES.

Los sistemas de producto-servicio priman la regeneración de valor de los productos y sus materiales en detrimento del modelo de comprar-consumir-desechar. En estos sistemas, los servicios asociados al producto están orientados para extraer todo el valor residual de los materiales, alargando el momento del desecho final y generando ciclos de producción-consumo-desecho circulares.

De las diversas definiciones recopiladas de diversos autores, se identifican los siguientes elementos comunes a los SPS:

- Aúnan en la misma oferta productos y servicios de forma insoluble.
- Proponen una relación beneficiosa tanto para empresa como consumidor, satisfaciendo más eficientemente las necesidades de los clientes.
- Posibilidad de desacoplar el valor económico del consumo de recursos, desmaterialización de la oferta y reducir con ello el impacto ambiental durante el ciclo de vida de los productos.
- Suelen implicar una innovación en el modelo de negocio de las empresas.

2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO

Basada en la posición del valor ofrecido al cliente siguiendo tres dimensiones (Tuckker, 2004 y Gaiardelli *et al.*, 2014):

1. Valor basado en la combinación de Producto y servicio. Situar la oferta de valor en algún punto entre la venta del producto y la prestación de un servicio (propuesta de Tuckker, 2004); clasifica la oferta del Sistema Producto Servicio en tres tipos principales según el servicio esté orientado a dar soporte al producto, al uso (individual o compartido) o al resultado. Esta orientación se explica y subdivide en ocho tipos en términos de propiedad, uso y capacidad de toma de decisiones.
2. La naturaleza de la relación e intercambio entre el cliente y el proveedor: desde la mera transacción a la perspectiva basada en relaciones. Conforme el proveedor avanza en asumir funciones que antes estaban en manos exclusivamente del usuario, el riesgo para el proveedor aumenta, ya que debe tener en cuenta y controlar un mayor número de factores y variables para que el producto y servicio se adapten de forma correcta a las necesidades del usuario. El esquema de precios de la oferta debe variar desde el tradicional precio de transacción (tarifa fija que se paga por un beneficio concreto, habitualmente el intercambio del producto), a modelos relacionales basados en la medición del uso (tanto en tiempo de uso como en intensidad), prestaciones utilizadas (disponibilidad o calidad) y resultados obtenidos (beneficios o ahorro de costes).
3. Naturaleza de la relación proveedor- usuario en el proceso (servicio) a través del cual la empresa asegura la disponibilidad y funcionalidad del producto apoyando el proceso y las

actividades de los usuarios finales. Cuanto mayor es la interacción y customización, mayor es el compromiso entre proveedor y cliente.

2.3.2 BENEFICIOS POTENCIALES DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO PARA LA TRANSICIÓN DE UN MODELO LINEAL A UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Por sí mismos, los sistemas producto servicio no tienen por qué contribuir a obtener mejoras ambientales o en ocasiones, estos beneficios ambientales pueden ser marginales. Sí que pueden contribuir a otro tipo de beneficios, por ejemplo sociales (economía colaborativa).

La economía funcional fue una precursora del concepto de Economía Circular y también del concepto Sistemas Producto-Servicio y sirve para su conceptualización. Stahel (1986) define la economía funcional como una economía que optimiza el uso (o función) de los bienes y servicios y, por ende, la administración de la riqueza (bienes, conocimiento y naturaleza).

El objetivo de la economía funcional es crear el mayor uso posible por el mayor tiempo posible, mientras se consumen tan pocos recursos materiales y energía como sea posible. Este tipo de economía descrita por Stahel posee puntos en común con SPS. Tiene puntos en común también con el ecodiseño, cuyo objetivo fundamental es incluir la variable ambiental desde el proceso de diseño de los productos para lograr una reducción del impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida, una herramienta para lograr la economía circular, y varias de sus estrategias pueden aplicarse a través del desarrollo de SPS.

Algunos de los puntos de encuentro:

- Proporcionar una oferta de mayor calidad y más adaptada a los clientes.
- Facilitar la diferenciación de la empresa frente a la competencia reteniendo y fidelizando al cliente.
- Reducir el consumo de material y el impacto ambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida.

2.4 MODELOS DE NEGOCIO BASADOS EN LA ECONOMÍA CIRCULAR.

Dentro del paradigma de economía circular aparecen nuevos actores y modelos de negocio que facilitan los cambios. A continuación presentamos un resumen de los diferentes actores identificados a raíz de la investigación.

MODELO DE NEGOCIO	ACTIVIDADES PRINCIPALES	APORTACIÓN ECONOMÍA CIRCULAR
RECUPERADORES	Recuperación de residuos abandonados.	Recuperan materiales desechados y a menudo abandonados (por ejemplo, plásticos en los océanos).
REPARADORES	Reparación y actualización de productos gastados o estropeados.	Alargan la vida útil de los materiales y de los productos actuales, en oposición a la cultura del consumo de “usar y tirar”.
REUTILIZADORES / REPROCESADORES	Fabricación de productos con materias primas de segunda mano.	Utilizan materiales reciclados o productos gastados en nuevos productos listos para usar. Revalorizan los productos y regeneran su ciclo de vida.
RECICLADORES	Adecuada gestión de residuos.	Gestionan de forma correcta el fin de vida de los productos o materiales, procesando los desechos para poder reinsertarlos en el ciclo económico. Al realizar esta función, también separan componentes. Pueden reciclar materiales o materias primas.
COMERCIOS DE SEGUNDA MANO	Distribución de los productos utilizados por anteriores propietarios o de productos reciclados.	Posibilitan el intercambio de los productos entre los consumidores, alargando la vida útil de los mismos. Posibilitan un nicho de mercado basado en la reutilización.

ACTORES	ACTIVIDADES PRINCIPALES	APORTACIÓN ECONOMÍA CIRCULAR
ECODISEÑADORES	Diseño de productos desde la eco-concepción de los mismos.	Diseñan productos para reducir la generación de residuos. Generan utilidad más allá de la vida útil del producto.
USUARIOS	Compra, consumo/uso, reparación, desecho, reciclado, prescripción.	Revalorizan materiales desechados, dan una segunda vida al producto o a sus componentes o materiales...

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Actores diferenciales que adquieren protagonismo en la economía circular. Nuevos modelos de negocio.

2.5 MODIFICACIÓN DE LAS CADENAS DE VALOR Y PROCESOS ACTUALES.

La economía circular implica necesariamente la modificación de los procesos de la cadena de valor, tanto en a nivel industrial como en el comercio. Algunos procesos se transforman (por ejemplo, el ecodiseño en lugar del diseño tradicional), surgen procesos nuevos (por ejemplo, la logística inversa) o modifica procesos asociados a los hábitos de compra y uso (por ejemplo, alquiler por el uso de productos que antes se compraban).

La siguiente tabla resume los principales cambios que introduce el modelo de economía circular en la cadena de valor de un producto.

PROCESOS	ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR
I+D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuevas aplicaciones de materiales. ▪ Desarrollo de materiales con propiedades específicas.
DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecodiseño para reducir la generación de residuos. ▪ Diseño regenerativo, donde los residuos se convierten en recursos. ▪ Co-diseño con usuarios para desarrollar sistemas producto-servicio.
COMPRA DE MATERIAS PRIMAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustitución de materias primas compradas por recuperadas. ▪ Compra de materiales reciclados.
PRODUCCIÓN DE BIENES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reprocesamiento de materiales desechados con materiales vírgenes. ▪ Reprocesado de los productos, a menudo con apoyo de industria auxiliar.
LOGÍSTICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logística inversa: facilitar la recuperación de productos y materiales de desecho. Cuando el uso del producto termina, la materia prima debe regresar al productor.
CANALES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Talleres de reparación. ▪ Plataformas online de intercambio (economía colaborativa). ▪ Mercados de segunda mano (de productos y de componentes).
PRODUCTOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propuesta de valor basada en Sistemas Producto-Servicio: servicios sobre el producto, sobre el uso o sobre el beneficio de usar el producto.
CONSUMO/ USO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potenciar el uso en lugar de posesión. Pago por el uso del producto (alquiler, <i>renting</i>, etc.) ▪ El consumidor puede renovar el uso del producto pagando por uno nuevo o uno reciclado. ▪ Búsqueda e intercambio de productos y componentes con otros usuarios.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Procesos que cambian en la cadena de valor bajo el modelo de economía circular.

2.6 EJEMPLOS DE NEGOCIOS CON CARACTERÍSTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN OTROS SECTORES Y PAÍSES.

Se han identificado multitud de ejemplos inspiradores, modelos de negocio con características de Economía Circular en distintos sectores y países. A nivel de extracto, se adjunta una tabla con una descripción de algunos de los ejemplos más significativos.

Empresa: KOOPERA	País: España	Web: http://koopera.org/
Cooperativa de segundo grado, que coopera con Cáritas y que posee funciones de inserción sociolaboral mediante actividades de servicios ambientales, reutilización y reciclaje, consumo sostenible, etc.		
Recogen textiles, electrodomésticos, libros, juguetes, muebles, etc. a través de un Servicio de Recogida de todo tipo de residuos. Procesan el textil, calzado, aparatos eléctricos y electrodomésticos, juguetes, libros y otros artículos de bazar y venden lo que está en buen estado. El resto se procesa para energía.		
En cooperación con Cáritas, poseen una labor social además de medioambiental.		
Economía Circular, modelo de negocio: RECUPERADORES: ALARGAR LA VIDA DEL PRODUCTO.		

Empresa: ECOALF	País: España	Web: https://ecoalf.com/
Empresa española de ropa y complementos que utiliza residuos como materia prima: redes de pesca abandonadas, botellas de plástico usadas, neumáticos usados, restos de café, algodón post industrial y lana post industrial.		
Economía Circular, modelo de negocio: RECICLADORES: RESIDUOS COMO MATERIA PRIMA.		

Empresa: PLASTIC REPAIR SISTEM	País: España	Web: http://www.plasticrepair.es/
Reparan y mantienen productos realizados en plástico.		
Economía Circular, modelo de negocio: REPARADORES: ALARGAR LA VIDA DEL PRODUCTO.		

Movimiento social: IFIXIT	País inicio: Reino Unido	Web: https://es.ifixit.com/
ifixit es una comunidad global de usuarios que prestan ayuda para reparar objetos estropeados, reduciendo el impacto de la economía del «usar y tirar».		
La reparación y la reutilización de partes de los productos que pueden ser usadas, mediante estrategias de diseño intercambiable, mercado de repuestos o los talleres de reparación DIY		
Economía Circular, actores: USUARIO: ALARGAR LA VIDA DEL PRODUCTO.		

Empresa: LONDON RE-USE LIMITED	País:	Web: www.furniturechoice.co.uk
-----------------------------------	-------	--

Herramienta para encontrar un lugar donde donar los muebles o reciclarlos.

La herramienta está diseñada por FURNITURE CHOICE, un fabricante de muebles.

CANAL, FAVORECE UNA SEGUNDA VIDA PARA LOS MUEBLES.
ECONOMÍA COLABORATIVA. EL PROPIETARIO DEL RECURSO ES OTRO USUARIO.

Empresa: DESSO	País: Países Bajos	Web: http://www.desso.es/
Ha implantado sistemas específicos para la recuperación de moquetas desgastadas (<i>Take Back System</i>) y su reintroducción en el mercado (<i>DESSO Refinitiy</i>).		
Economía circular, modelos de negocio: RECUPERADORES		

Empresa: MUD JEANS	País: Países Bajos	Web: http://www.mudjeans.eu
Leasing de pantalones vaqueros mediante cuota mensual.		
Al cabo de un año, devuelves los pantalones y los cambias por otros.		
Los pantalones usados van a una empresa en Italia que recupera el algodón y fabrica nuevos pantalones (mezcla algodón usado con nuevo).		
La recuperación del algodón no requiere nuevas inversiones o maquinaria.		
SPS: NEGOCIO BASADO EN EL USO DEL PRODUCTO, NO EN LA POSESIÓN.		

Empresa: airbnb	País: EE.UU.	Web: http://www.airbnb.com/
APP que facilita un servicio de alojamiento entre particulares.		
PSS: NEGOCIO BASADO EN EL USO DEL PRODUCTO, NO EN LA POSESIÓN. CANAL: CONECTA LA OFERTA Y LA DEMANDA A TRAVES DE APP ECONOMÍA COLABORATIVA. EL PROPIETARIO DEL RECURSO ES OTRO USUARIO.		

MODELOS DE NEGOCIO CON CARACTERÍSTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DEL MUEBLE.

Empresa: LONDON RE-USE LIMITED	País: UK	Web: http://www.londonreuse.org/
London Re-Use Limited es una empresa que se dedica a reducir el porcentaje de muebles y objetos voluminosos que van a vertedero o incineración. Trabajan con soluciones colaborativas y efectivas con el sector público, privado y social. Consiguen crear empleo y oportunidades de voluntariado, apoyar la creación de start-ups y pequeñas empresas, ahorrar dinero a la comunidad y contribuir con mobiliario a ONGs y gente sin hogar.		
Economía circular, modelos de negocio: RECUPERADORES, MERCADO DE SEGUNDA MANO		

Empresa:	País:	Web:
----------	-------	------

Skate-Home	España	http://www.skate-home.com
Mobiliario realizado con monopatines.		
Economía circular, modelos de negocio: RECUPERADORES		

NECESIDADES PARA LA TRANSICIÓN A UNA ECONOMÍA CIRCULAR CENTRADA EN EL USUARIO DE SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO:

Implicaciones en el diseño, desarrollo y fabricación de productos.

Las necesidades de adaptación del modelo productivo actual, identificado como “lineal”, en base a los tres principios de la economía circular de la Fundación Ellen McArthur para la transición de un modelo de economía lineal a un modelo de economía circular, son:

Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural.

- No utilizar materias primas vírgenes. Utilizar material reciclado.
- Utilizar energía renovable en los procesos de fabricación.
- Darle al producto una segunda vida por medio del reciclaje o la revalorización energética.
- Utilizar materiales que sean reciclables.

Principio 2: Optimizar el uso de los recursos.

- Mejorar el producto desde el diseño del mismo.
- Diseñar productos duraderos: no a la cultura de usar y tirar.
- Utilización de procesos de design thinking que impliquen al usuario.
- Espacio para modelos de negocio basados en la recuperación, reparación, reutilización o reciclaje de los productos.

Principio 3: Fomentar la eficacia del sistema.

- Productos terminados sin emisiones (ej. Formaldehído en tableros derivados de la madera).
- Fabricación sin residuos nocivos (emisión de CO₂, aguas residuales, etc.).
- Consumo km0.

En la siguiente tabla se muestran las principales implicaciones que estos principios tendrían en la industria del mueble, diferenciando entre el mercado de mobiliario de hogar y el mercado de mobiliario para colectividades.

IDEAS DE MUEBLE COMO SERVICIO			
	SERVICIOS SOBRE EL MUEBLE	SERVICIOS SOBRE EL USO	SERVICIOS SOBRE EL RESULTADO
ACTUACIONES EN LA INDUSTRIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización de materiales reciclados. ▪ Diseño modular y de fácil transporte. ▪ Embalaje reutilizable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de estado del mueble (humedad, manchas, roturas...) mediante sensorización. ▪ Productos para mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potenciar aspectos de salud y bienestar a través del mueble (humedad, calidad ambiental...).
ACTUACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plataformas de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicios de alquiler de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo del canal de 2ª

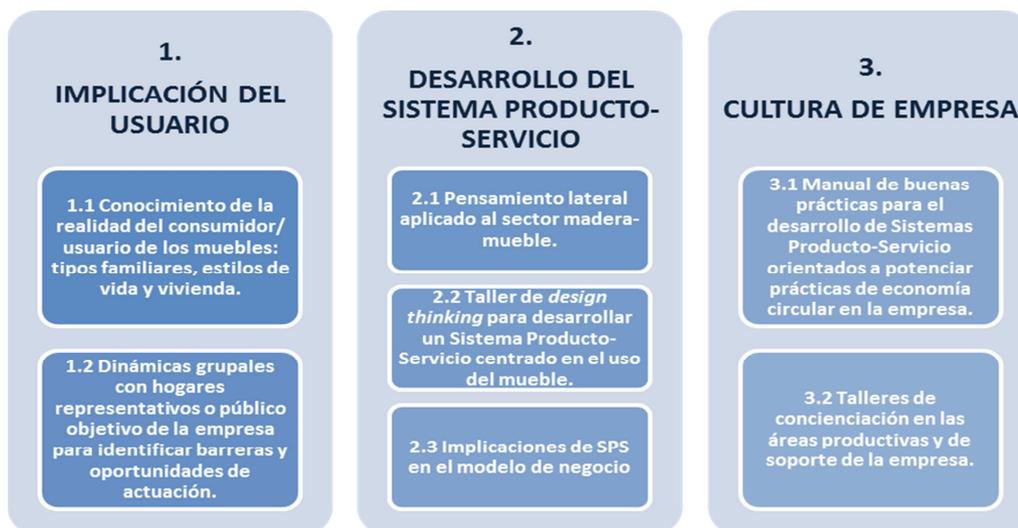
EN LOS CANALES	configuración de producto para los usuarios.	mobiliario. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicios de amueblamiento progresivo. ▪ Servicios de mantenimiento. 	mano en mobiliario. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recogida de mueble viejo.
ACTUACIONES EN LOS USUARIOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Co-diseño del mueble. ▪ Mueble transformable para distintos usos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facilidades de limpieza. ▪ Funciones de geoposición mediante balizas electrónicas (ej. en hoteles). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitorización de la actividad de usuario en oficinas, salas de espera, hoteles... ▪ Facilidad de montaje y desmontaje del mueble (transporte sin roturas para mudanzas).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Posibilidades de la economía circular en el sector de mobiliario (hogar y colectividades).

Propuesta metodológica para desarrollar sistemas producto-servicio de economía circular en el sector madera-mueble.

A continuación se propone una metodología de trabajo para introducir criterios de economía circular orientados al usuario en el sector madera-mueble. Para ello, la metodología debe basarse en tres pilares: 1) implicación del consumidor/ usuario; 2) superación del modelo de producción y compra tradicional en el sector del mueble; 3) integración de los nuevos criterios de economía circular en la cultura de la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Propuesta metodológica para impulsar la economía colaborativa en el sector madera-mueble.

2.6.1 CONCLUSIONES

Los principios de la economía circular abogan por orientar la cadena de valor industrial hacia la recuperación de los materiales y la regeneración de los residuos producidos en el post-consumo. Desde hace años existen iniciativas y legislaciones que fomentan un cambio de cultura en el consumidor, por ejemplo, mediante la recogida y selección de residuos o el uso creciente de materiales reciclados. No obstante, para alcanzar el objetivo de convertir los residuos en recursos productivos la implicación de los consumidores y usuarios debe ser creciente.

Una manera de aproximarse a los principios de la economía circular es introducir en el mercado lo que se conoce como Sistemas Producto-Servicio (SPS). Mediante los SPS, una empresa ofrece el uso de un producto a los consumidores, pero sin que sea necesaria su adquisición por parte de éstos. De esta manera, los consumidores pueden disfrutar del uso de un producto sin tener que adquirirlo. Por tanto, los SPS priman el uso de los productos frente a la posesión, una idea que tiene su refuerzo en las nuevas plataformas de economía colaborativa actuales que están transformando algunos sectores (alquiler de casas vacacionales, coches compartidos, etc.). La principal contribución de los SPS a la economía circular es que facilitan la recuperación de los materiales de producción para los fabricantes. Al potenciar el uso de los productos, la propiedad del producto permanece en manos del vendedor, por lo que cuando el usuario quiere deshacerse del producto puede devolverlo al vendedor. De esta manera, una empresa puede recuperar los productos que han perdido utilidad y reprocesarlos industrialmente para volver a introducirlos renovados en el mercado. Es la posibilidad de la circularidad de los recursos la que atrae el interés sobre los Sistemas Producto-Servicio.

El desarrollo de estos sistemas plantea una serie de cambios obligados en el modelo de negocio habitual de cualquier industria. Los distintos procesos de la cadena de valor se ven afectados ante el paradigma de los SPS. Por ejemplo, los procesos de diseño y desarrollo de producto deben tener en cuenta la futura recuperación y reprocesado de los materiales y la logística inversa debe incorporarse como parte imprescindible del círculo productivo. Por otra parte, en el canal de venta también se dan transformaciones, siendo una de las más relevantes el pago de cuota por el uso del producto, en lugar del pago de un precio por adquirirlo. De esta manera, el producto se rodea de servicios (alquiler, mantenimiento, asesoramiento, intercambio, etc.), completándose la propuesta de Producto-Servicio. En todo momento, un aspecto esencial es la aceptación de esta propuesta por parte de los usuarios, siendo su implicación necesaria para el correcto funcionamiento de los SPS.

Al igual que en numerosas industrias, los principios de la economía colaborativa todavía no son un estándar en el sector del mueble. Más allá de la legislación medioambiental y las mejoras introducidas por las industrias proveedoras (reciclado de madera para la producción de tableros, barnices en base agua, etc.), no existen apenas iniciativas para dotar al mueble de servicios que faciliten la regeneración de los residuos e involucren al consumidor. Se han revisado las cadenas de valor y procesos productivos actuales en la producción y comercialización de mobiliario, tanto para uso doméstico como para uso colectivo. En general, apenas existe participación del usuario en el proceso productivo del mueble. El momento de mayor implicación del usuario se produce durante el proceso de compra, que normalmente culmina en la transacción entre el vendedor y el comprador en el caso del mobiliario de hogar. Por otro lado, en la cadena de valor del mobiliario de uso colectivo, la participación del usuario final se reduce a la utilización del producto, mientras que el resto de agentes de la cadena no

tienen contacto directo con el usuario en ningún momento del proceso de realización del proyecto de instalación (hoteles, oficinas, escuelas, etc.).

En el modelo lineal actual de producción de mobiliario los productos se producen, se venden se utilizan y se desechan. Los períodos de uso se prolongan durante años, aunque los plazos de renovación varían desde una menor rotación en el caso del mobiliario tapizado (sofás, sillones, etc.) hasta períodos que pueden durar varias décadas o incluso alcanzar a varias generaciones de usuarios para otros muebles (mobiliario de salón, dormitorios, etc.). En el caso del mueble para uso colectivo, los menores plazos de renovación se dan en mobiliario para negocios de alta rotación de usuarios como hoteles, restauración, tiendas, etc. En estos casos, pueden darse períodos de renovación de menos de diez años. En otros casos, la renovación del mobiliario es más lenta, como en el mobiliario para escuelas.

Aunque puedan cumplirse de manera parcial en algunos casos, los principios de la economía circular todavía están alejados de una implantación extendida en el sector madera-mueble. Bien se trate del mercado de mueble de hogar, bien se trate de mobiliario para colectividades, el binomio producto-servicio plantea un cambio de paradigma radical en fabricantes y comercios. En la actualidad, solo se detectan casos puntuales a nivel internacional de servicios de recogida, restauración y venta de mobiliario de hogar en Reino Unido, y de servicios de amueblamiento progresivo de oficinas para *start ups* en Estados Unidos. En ambos casos, se apoyan en plataformas online que canalizan la entrega de los servicios ofrecidos en torno al mueble.

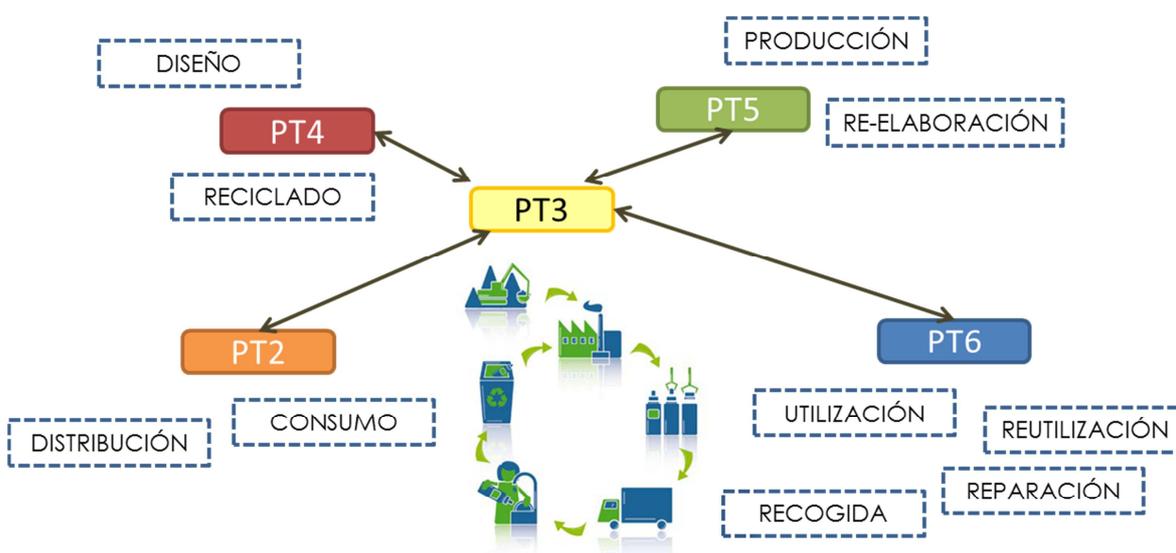
Tras analizar distintos casos y ejemplos internacionales, en el sector del mueble pero también en otros sectores, se identifican los siguientes aspectos críticos a la hora de establecer una hoja de ruta para su introducción en el sector del mueble:

- Definición de Sistemas Producto-Servicio para el mueble, lo que implica un giro radical en el concepto de producto del sector (por ejemplo, orientar la modularidad del mueble a una mayor facilidad de transporte, intercambio de piezas, etc.).
- Desarrollo y viabilidad del modelo de negocio en torno al Sistema Producto-Servicio. Todos los elementos del negocio se ven afectados por el SPS, desde los canales, el origen de los ingresos, las capacidades productivas, las alianzas, etc.
- Implicación del consumidor, mostrando de manera sencilla y efectiva los beneficios del Sistema Producto-Servicio e incentivando su participación en el mismo. El consumidor también necesita cambiar su forma de comprar, pero en muchas ocasiones está más abierto a este tipo de cambios que la industria, dado que aprende mediante innovaciones en otros sectores de consumo.
- Impregnación del paradigma circular en la cultura de la empresa, trasladando la motivación del nuevo modelo a todas las áreas, personal y colaboradores.

El trabajo realizado en el proyecto ha permitido conocer mejor las posibilidades de implantación de los sistemas producto-servicio en el sector del mueble, al igual que evaluar la situación de partida. Como resultado final, AIDIMME propone una metodología de trabajo para aproximar el modelo circular a las empresas del sector basada en tres pilares: 1) el conocimiento e implicación de los usuarios; 2) el rediseño de la propuesta de valor y del modelo de negocio del mueble; 3) la extensión del paradigma circular en toda la empresa.

3 PT3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN EL SECTOR MADERA-MUEBLE COMO CATALIZADOR DE LA TRANSICIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR.

En este paquete de trabajo se analiza el papel facilitador de las TIC a lo largo del ciclo de vida de producto en un entorno de economía circular. Dicho análisis está estructurado en base a las distintas fases del ciclo de vida y las actividades que se realizan en cada una de ellas, considerando los elementos de la cadena de valor que están implicados.



Fuente: AIDIMME, elaboración propia.

Figura 9. Relación del PT3 con otros paquetes de trabajo del proyecto.

Los resultados de este paquete de trabajo en el primer año de proyecto se han plasmado en el entregable E3.1, el cual presenta un conjunto de soluciones TIC aplicables a distintas fases de un modelo de economía circular. En el documento se incluyen aquellas más relevantes y adecuadas en base a su incorporación en un entorno real durante el ciclo de vida a fin de adecuarse a un modelo de economía circular.

El PT3 tiene un carácter transversal en el proyecto, y está fuertemente relacionado con otros paquetes de trabajo que orientados más especialmente en la definición de necesidades y requerimientos para satisfacer un modelo de economía circular a través de las tecnologías que se describen en este documento.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TIC SELECCIONADAS

En el PT3 se describen las TIC detectadas que pueden jugar un papel más relevante en un modelo de economía circular. Las tecnologías consideradas son las siguientes:

El **Internet de las cosas** (IoT) consiste en la adquisición de datos de productos, recursos, maquinaria y particulares permite a los fabricantes diseñar o re-diseñar productos que mejoren la satisfacción del cliente, su fidelización y retención. Una mayor visibilidad puede dar lugar a una cadena de suministro más transparente. Por ejemplo, la conectividad puede permitir el acercamiento de información en tiempo real sobre localización y estado de la entrega, además de identificación del producto, monitorización del rendimiento y optimización de la eficiencia.

Por otro lado, la monitorización de la precisión del equipamiento de una planta reduce los tiempos entre fallos y permite el mantenimiento preventivo reduciendo la inactividad y el consumo de energía.

La nueva conectividad que ofrece IoT permite re-pensar los sistemas actuales y dar soporte al desarrollo de una economía circular. Las nuevas tecnologías son consideradas como facilitadores de esta transición, por ser reconstituyentes y regenerativas por diseño, y por tratar de mantener los productos, componentes y materiales en su nivel de utilidad y valor más alto en todo momento. A este respecto, las tecnologías IoT proporcionan información sobre la condición, localización y disponibilidad de los recursos. Además ofrece una gran oportunidad para escalar nuevos modelos de manera más efectiva dando un giro a la revolución digital.

El análisis **Big Data** consiste en el uso de técnicas avanzadas frente a conjuntos de datos grandes y diversos de distintos tipos tanto estructurados como desestructurados. Esta tecnología se aplica a conjuntos de datos cuyo tamaño o tipo está más allá de la capacidad de las bases de datos relacionales tradicionales. Estos datos provienen de sensores, dispositivos, video/audio, redes, fichero log, aplicaciones transaccionales, web y redes sociales – muchos de ellos generados en tiempo real y a gran escala. Mediante el análisis de big data, los analistas, investigadores y usuarios son capaces de tomar mejores decisiones de forma más rápida accediendo a información que de otra manera resulta inaccesible o inútil. Utilizando técnicas avanzadas de análisis como análisis de texto, machine learning, análisis predictivo, minería de datos, estadísticas y procesamiento de lenguaje natural, las empresas pueden analizar fuentes de datos que no estaban explotadas, de forma independiente o junto a los datos de empresa existentes, para obtener nuevas perspectivas que se traducen en decisiones significativamente mejores y más rápidas [4].



Fuente: Big Data Analytics. What it is and why it matters. SAS.

Figura 10. Beneficios globales del uso de análisis Big Data.

Los **Entornos Colaborativos** ayudan a los profesionales en su trabajo tanto individual como cooperativo. Permite centrarse en aspectos organizativos, técnicos y sociales. Las prácticas de trabajo en entornos de este tipo han evolucionado a partir del paradigma tradicional de co-localización geográfica. Los profesionales trabajan unidos independientemente de su ubicación geográfica. Los profesionales utilizan un entorno de trabajo colaborativo para proporcionar y compartir información e intercambiar vistas para llegar así a un entendimiento común. Esta forma de trabajar permite una colaboración efectiva y eficiente entre competencias diversas. Entre las aplicaciones y servicios que pueden formar parte de un entorno colaborativo se encuentran: correo electrónico, mensajería instantánea, herramientas compartidas, video conferencias, espacio de trabajo colaborativo, gestión de documentos con control de versiones, gestión de tareas y flujo de trabajo, grupo o comunidad Wiki y blog con entradas categorizadas [6].

La **Realidad Virtual** consiste básicamente en un entorno tridimensional generado por ordenador, que se puede explorar y con el que puede interactuar una persona. Esta persona empieza a formar parte de este mundo virtual, o es introducido dentro de este entorno, y una vez allí es capaz de manipular objetos o realizar una serie de acciones. La realidad virtual actualmente se consigue normalmente mediante la tecnología de computadoras. Hay una gama de sistemas que se utilizan con ese objetivo, como auriculares, cintas sin fin para caminar omni-direccionales y guantes especiales. Estos elementos se usan actualmente para estimular todos nuestros sentidos para así crear la ilusión de realidad. Si una implementación de realidad virtual trata de combinar hardware, software y sincronía sensorial se alcanza lo que se denomina sensación de presencia, de modo que el individuo realmente se siente como si estuviese presente en un determinado entorno [7].

La **Realidad Aumentada** utiliza la tecnología para superponer información en el mundo que visualizamos. Por ejemplo, se pueden superponer imágenes y sonidos a aquello que el usuario observa y escucha. Esta tecnología es bastante diferente a realidad virtual. La realidad virtual

implica la generación de entornos generados por ordenador con los que el usuario interactúa y en los que puede estar inmerso. La realidad aumentada (también conocida como RA), añade elementos a la realidad que se observa en lugar de reemplazarla.

La **Ciberseguridad**, también denominada tecnología de seguridad de la información, se especializa en la protección de ordenadores, redes, aplicaciones y datos frente al acceso, cambio o destrucción de forma mal intencionada o sin autorización. Los gobiernos, ejército, corporaciones, instituciones financieras, hospitales y otras organizaciones, recopilan, procesan y almacenan una gran cantidad de información confidencial en computadoras, transmitiendo estos datos a otros ordenadores a través de la red. Con el aumento creciente y la sofisticación de los ciberataques, se requiere una gran atención para proteger datos sensibles e información personal, así como para salvaguardar la seguridad nacional [10].

La **Fabricación aditiva** es el proceso mediante el cual los datos de un diseño 3D son utilizados para construir un objeto a base de capas mediante la deposición de un determinado material. El término “impresión 3D” se utiliza cada vez más a menudo como sinónimo de fabricación aditiva. Sin embargo, este último es más preciso en tanto en cuanto describe una técnica profesional de producción que se distingue claramente de métodos más convencionales de fabricación mediante la eliminación de material. En lugar de aplicar un fresado a un bloque sólido para construir una determinada pieza, por ejemplo, la fabricación aditiva construye elementos capa a capa usando materiales que estén disponibles en forma de polvo fino. Se puede emplear un conjunto de metales, plásticos y materiales compuestos. Esta tecnología ofrece nuevos beneficios para fabricantes y para clientes, dado el potencial ahorro de costes y la capacidad de alcanzar objetivos de sostenibilidad.

3.2 ANÁLISIS INTERSECTORIAL DE LAS TIC SELECCIONADAS

Tras analizar cada una de las tecnologías, se ha llevado a cabo un análisis intersectorial de soluciones detectadas. El análisis se ha organizado en base a las siguientes fases:

- Diseño y producción/reelaboración
- Distribución, consumo, (re)utilización y reparación
- Recogida y reciclado.

Las TIC son aplicables a muchos sectores debido a su naturaleza transversal. Por ello se han seleccionado aquellas que ya han sido implantadas con éxito y buenos resultados en determinados sectores, además de aquellas que actualmente son consideradas tecnologías emergentes.

En un contexto de producción y diseño de producto, la realidad virtual permite la simulación digital de los productos o los entornos, a menudo permitiendo que los usuarios interactúen y se introduzcan de forma envolvente dentro de ellos. Mediante la realidad aumentada, el producto en formato digital es proyectado sobre el mundo real que permanece en el fondo, en lugar de una simulación como sucede en la realidad virtual [16].

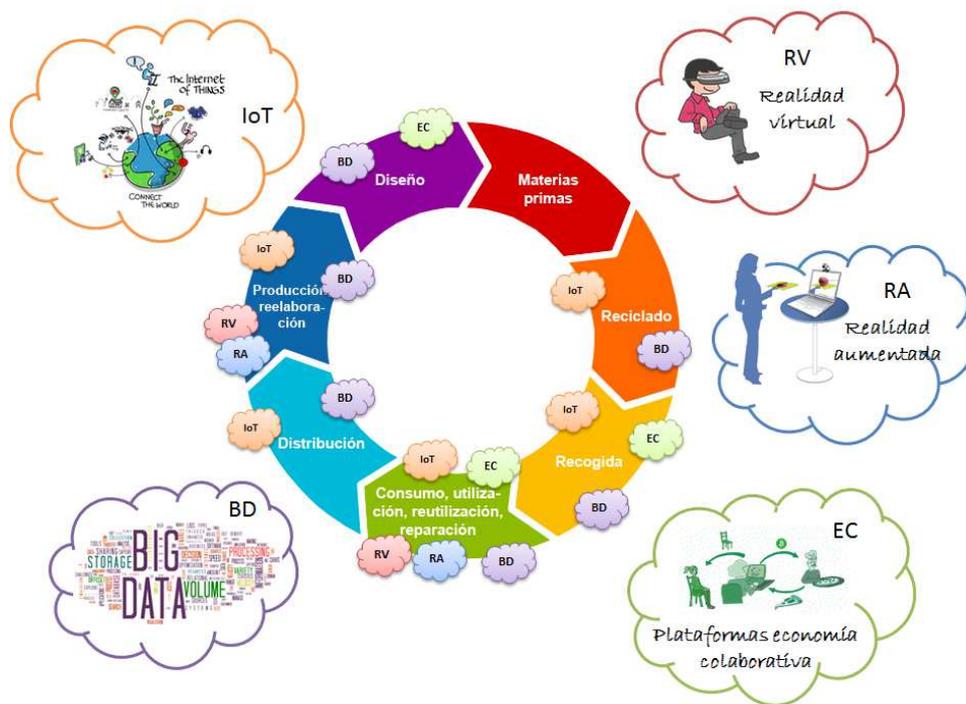
En términos prácticos, los fabricantes pueden utilizar la realidad virtual y aumentada para realizar tareas como:

- Estructurar y optimizar la ubicación y el flujo de las líneas de producción

- Posicionar las líneas de automatización, robots, unidades de producción y personas, para maximizar la productividad y la eficiencia así como reducir los niveles de inventario
- Manipular y trabajar con herramientas y equipamiento virtual. Practicar y formar a los trabajadores para el mundo real
- Conocer la ergonomía ideal para técnicos y operarios a la hora de realizar determinadas tareas de producción
- Planificar los pilares, iluminación, calefacción y conductos de ventilación
- Gestionar el acceso al mantenimiento, limpieza y suministro de línea
- Explorar el entorno de la fábrica y proveerla con nuevo equipamiento y líneas de producción virtuales.

La fabricación aditiva puede ayudar a reducir tiempos y costes asociados a las operaciones de producción y presenta semejanzas con los principios fundamentales de la economía circular, pues un sencillo polímero plástico puede utilizarse para crear gran cantidad de productos distintos. Además, los avances más recientes están permitiendo que las máquinas de impresión 3D funcionen con energía solar cumpliendo el principio de autonomía energética, además de permitir la reutilización de objetos antiguos como materia prima para nuevos lotes de producción [25].

Finalmente, la Economía Colaborativa tienen un gran potencial de impacto en las fases de recogida, reciclado o reutilización de productos, pues supone tanto ahorros económicos como aumentos de la sostenibilidad debido al alargamiento del ciclo de vida de los productos y el retraso en la eliminación de estos en forma de residuos [14]. También el Internet de las cosas tiene gran potencial en la fase de recogida y reciclado de residuos a través del uso de sensores y el análisis predictivo [20].



Fuente: AIDIMME, elaboración propia.

Figura 11. Ejemplos de aplicación de las TIC seleccionadas en las fases del modelo de Economía Circular.

3.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TIC EN EL SECTOR MADERA MUEBLE

Dentro de las actividades del PT3 en el primer año de proyecto, se ha propuesto un conjunto de soluciones que resulten aplicables en el sector madera-mueble tomando las tecnologías analizadas. Para ello también se ha evaluado el nivel de implantación de éstas en las empresas del sector madera mueble.

Tecnología	Nivel de implantación en sector madera/mueble	Comentarios
IoT	~ 0%	El uso de Internet de las cosas y análisis de datos apenas está implantado en el sector. Únicamente se ha utilizado en proyectos y prototipos relacionados con Industria 4.0
Big Data	~ 0%	
Entornos colaborativos	~ 0%	La gran mayoría de empresas del sector no utilizan plataformas colaborativas de diseño de producto o gestión de la producción
Realidad virtual	~ 2%	Ambas tecnologías tienen un nivel muy bajo de implantación en el sector, empleándose a nivel comercial hacia consumidor final y no para fines formativos o de mantenimiento o simulación industrial.
Realidad aumentada	~ 2%	
Ciberseguridad	~ 15 %.	Muy pocas empresas del sector cuentan con personal dedicado a esta área. La seguridad de los datos es delegada a las empresas que dan soporte técnico a los sistemas internos de la empresa.
Fabricación aditiva	~ 4 %	Muy pocas empresas realizan prototipado en 3D durante su fase de diseño para testear su estética y en algunos casos su funcionalidad. El uso de esta tecnología para producto acabado es muy reducido.

Fuente: AIDIMME, elaboración propia.

Figura 12. Nivel estimado de implantación de las TIC seleccionadas en el sector madera y mueble.

Los niveles de implantación de las tecnologías analizadas en el sector madera mueble son muy bajos. Cabe destacar que es un sector muy tradicional que apenas ha experimentado cambios tecnológicos en el área de producción más allá de la implantación de sistemas ERP internos o herramientas de gestión empresarial además de la evolución en de las tecnologías tradicionales de mecanizado CNC. En la mayoría de los casos, las tecnologías propuestas han sido implantadas únicamente para diseño y fabricación de prototipos de producto así como simulación de procesos de fabricación en planta, pero en muy pocos casos se han llegado a implantar y explotar estos sistemas y sus resultados.

3.4 PROPUESTA DE SOLUCIONES TIC PARA EL SECTOR MADERA Y MUEBLE

Focalizándose en una orientación a Producto-Servicio en base a los objetivos del proyecto, se han tenido en cuenta aquellas opciones con mayor potencial de impacto hacia la transición de la empresa hacia un modelo de economía circular teniendo además en cuenta el papel facilitador que pueden jugar las TIC en estos Producto-Servicio.

A continuación se indican los servicios potencialmente aplicables a productos del sector madera y mueble a los que las TIC analizadas pueden dar soporte. Cabe destacar que las tecnologías destacadas en los Producto-Servicio que se indican a continuación son también potencialmente aplicables total o parcialmente a otros Producto-Servicio que los fabricantes del sector pueden ofrecer a sus clientes.

Reparación y mantenimiento de producto

Las tareas de desmontaje y reparación de producto, así como el propio montaje y mantenimiento pueden beneficiarse de la tecnología de **realidad aumentada**. Como se ha descrito anteriormente, mediante esta tecnología se pueden visualizar elementos virtuales sobre los objetos reales. Esto resulta especialmente útil a la hora de montar o desmontar las piezas de un producto de mobiliario, pues se pueden indicar de forma dinámica los puntos sobre los que realizar el desmontaje, instrucciones e incluso herramientas recomendadas para realizar el proceso. Lo mismo es aplicable a la reparación o sustitución de determinadas piezas o al mantenimiento de las mismas. Un sistema de realidad aumentada para este propósito puede resultar más amigable en situaciones en las que puede ser difícil identificar componentes específicos en estructuras complejas.

Por otro lado, la **fabricación aditiva** puede jugar un papel clave en el mantenimiento respecto a la sustitución de piezas para así alargar la vida útil del producto. Precisamente el área en la que más extendida se encuentra actualmente la aplicación de la tecnología de impresión 3D es la de fabricación de componentes específicos para reparación de productos.

Mantenimiento preventivo de máquinas y productos

Dicho mantenimiento puede aplicarse tanto a máquinas y otro equipamiento de fabricación, como a productos destinados al consumidor final. En ambos casos, el **Internet de las cosas** permite el envío automatizado de datos desde máquinas o productos para monitorizar su estado. En el caso de equipamiento industrial, estos datos permiten evaluar el comportamiento y rendimiento de la máquina, así como monitorizar su frecuencia de uso y otros parámetros, lo cual permite estimar la probabilidad de que se produzcan averías y realizar acciones preventivas. Esto reduce las interrupciones en el proceso de fabricación mejorando la productividad. Respecto a producto final, el propósito estaría más enfocado en el análisis del uso de los productos y el estado de los mismos, también con el objetivo de incrementar la seguridad de los usuarios.

En ambos casos, se hace imprescindible o muy recomendable la introducción de la tecnología de análisis **Big Data** para procesar la gran cantidad de información proveniente de estos dispositivos. Mediante estas técnicas se puede analizar la evolución y la tendencia de los datos recogidos para tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

Re-uso de producto

Existen multitud de plataformas on-line que podrían clasificarse como Entornos Colaborativos y que se ajustan al modelo de economía colaborativa la cual es una tendencia en el modelo de economía circular.

Eco diseño

Existen numerosas plataformas que pueden considerarse **Entornos Colaborativos** orientados al Design-Thinking. Algunas de estas plataformas implementan más o menos funcionalidades relacionadas con las técnicas del Design-Thinking, así como herramientas libres o propietarias. La disponibilidad de estas funcionalidades en un entorno colaborativo abierto a diseñadores y otros profesionales fomentan las iniciativas de eco diseño lanzadas por empresas o particulares.

Producción flexible o deslocalizada y re-fabricación: las **etiquetas inteligentes** y el **Big Data**, pueden facilitar la trazabilidad de materiales y productos, aportar información a los diversos agentes de la cadena de valor, incluyendo los ciclos de retorno y facilitar la extensión de la responsabilidad del productor. Junto con **sistemas PLM**, también posibilitan el diseño y planificación de operaciones de refabricación. La **fabricación aditiva** da soporte al proceso de re-fabricación de determinadas piezas y componentes dañados y sin stock, que permitan la reutilización del producto.

Reciclado: La **fabricación aditiva** da soporte al proceso de re-fabricación de piezas y componentes. También permite la reutilización de material empleado deshechado anteriormente en procesos tradicionales de fabricación para construir nuevos productos. En la misma línea puede permitir crear nuevos productos a partir de otros fabricados anteriormente mediante impresión 3D. La trazabilidad de los materiales que contienen determinadas sustancias nocivas (biocidas, etc) que puedan afectar a las futuras aplicaciones tras el reciclado puede ser facilitada mediante **etiquetas inteligentes o sensores** específicos en los sistemas de tratamiento de residuos y que permitan la puesta en marcha de sistemas de separación **automatizados**.

Gestión de residuos: las plataformas de **geolocalización** y **big data** pueden permitir el control y optimización de la logística de recogida de residuos, la puesta en marcha de incentivos económicos como el PAYT (pagar en función de lo que se genera).

4 PT4. MATERIALES AVANZADOS, RENOVABLES, RECICLADOS Y RECICLABLES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS CONFORME A LOS ESTÁNDARES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

4.1 SITUACIÓN TRADICIONAL

En la actualidad se fabrican muebles con una gran cantidad de materiales que, per se, ya son ambientalmente respetuosos y que presentan una buena posición en los aspectos de la economía circular.

Se forma resumida se puede indicar que, como materiales procedentes de fuentes naturales y renovables, se cuenta con un extenso listado de posibilidades:

- madera maciza
- tableros derivados de la madera: de partículas, de fibras, contrachapados, ...
- empleo de vegetales diversos, como el ratán

Por otro lado, existe una serie de materiales que proceden del petróleo y que tienen un amplio uso en la construcción de muebles, bien formando parte de la estructura, bien como adhesivos o revestimientos.

Como estructura, además del acero y el aluminio, tanto para formar todo el mueble, como determinados elementos del mismo, se encuentran, por ejemplo:

- PVC, cloruro de polivinilo
- ABS, acrilonitrilobutadienoestireno
- PE, polietileno
- PP, polipropileno

Asimismo, hay que destacar el crecimiento del uso de materiales compactos en los que, en su fabricación, entran materiales en muchas ocasiones de origen natural, junto con otros derivados del petróleo. Hay dos ejemplos principales en el mercado, que tiene gran introducción en los sectores de cocina y baño:

- superficie sólida, mezcla de resinas de poliéster o acrílicas con cargas, especialmente hidróxido de aluminio, en donde la relación resina/carga es elevada, es decir, es mayor la participación de resina que la de carga
- piedra aglomerada, en donde un mineral, principalmente cuarzo, es prensado mediante la ayuda de un ligante, generalmente poliéster, siendo la relación resina/mineral baja y, por tanto, mayor la proporción de mineral

Respecto a revestimientos y adhesivos, los derivados del petróleo que se emplean en la formulación de los mismos para el sector del mueble son:

- adhesivos de condensación de formaldehído a partir de resinas amínicas
- adhesivos de condensación de formaldehído a partir de resinas fenólicas

- adhesivos de acetato de polivinilo
- adhesivos de poliuretano
- barnices de poliéster
- barnices de poliuretano
- láminas de PVC
- láminas de ABS

En cuanto a colchones, se puede hacer una división principal, aparte tejidos de revestimiento y material secundario de relleno:

- muelles
- espumas

Dentro de las espumas, a su vez, existen dos grandes grupos:

- de poliéster
- de caucho que, su vez, puede ser de origen natural, de origen sintético o combinado

Todos estos materiales, a través de los años, han demostrado su competencia técnica para la fabricación de mobiliario y cochones, pero también presentan determinadas debilidades, tanto para la eficacia de su cometido, como para cuestiones ambientales y de salud, existiendo tecnología, en algunos casos, para solventar dichas debilidades.

4.2 MEJORAS INCORPORADAS

Madera

Empezando por el grupo de la madera, ésta presenta una serie de debilidades propia de su higroscopicidad y sensibilidad al ataque de organismos vivos y de la luz. Por ello se han ido desarrollando técnicas que son capaces de contrarrestar estas faltas de resistencia que hacen de la madera un material que podría no ser duradero y, por tanto, poco adaptable a los criterios de la economía circular.

Las técnicas más implantadas son:

a.- Tratamiento con biocidas de la madera

La madera puede ser tratada frente a biocidas para su mejor uso en exterior. en función del uso que se espera, es decir, de las condiciones climáticas y de los agentes bióticos de la zona, el tratamiento debe ser uno u otro. Se distinguen tres tipos de tratamiento:

- superficial, por pincelada, aplicación a pistola o similar, que, prácticamente, sólo se trata de un recubrimiento
- medio, por inmersión, en el que el biocida ya penetra unos cuantos milímetros en el espesor de la pieza

- en profundidad, donde se requiere el uso de autoclaves, para que, con la combinación de vacío, presión y temperatura, el biocida pueda penetrar a lo largo de gran parte del espesor, al menos de la parte que es albura, dando una protección muy elevada la pieza frente a agentes bióticos

El biocida otorga resistencia a organismos vivos, pero puede migrar hacia la superficie dañando el aspecto. Por otro lado los biocidas no dejan de ser sustancias potencialmente dañinas para el medioambiente y las personas.

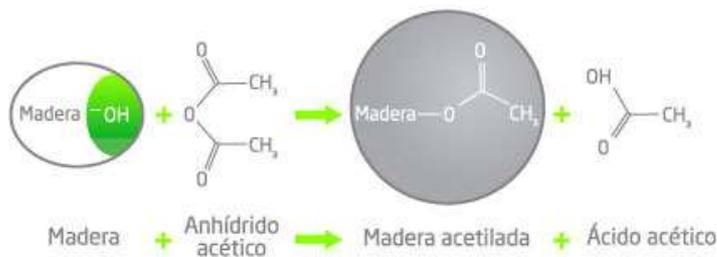
b.- Madera modificada con resinas

Mejora las propiedades físicas de la madera de haya, especialmente la resistencia y durabilidad en ambientes externos y/o ambientes agresivos. Además reduce los coeficientes de hinchamiento y de contracción, por lo que mejora la estabilidad dimensional.

c.- Madera acetilada

El tratamiento con anhídrido acético requiere el empleo de una cantidad considerable de energía, pero da lugar a una serie de ventajas:

- La durabilidad de la madera ha aumentado.
- La contracción e hinchazón de la madera debida a la absorción de agua se reduce un 70-80% comparado con la madera sin tratar.
- Se puede alcanzar un aumento del 30% en la dureza del material.
- La modificación no tiene ningún impacto sobre las propiedades de fuerza del material
- La acetilación tampoco afecta a la apariencia del material.
- La resistencia a la radiación UV de la madera aumenta considerablemente



d- Madera furfurilada

La furfurilación es un proceso basado en la reacción de la madera a nivel de pared celular con el furfurilalcohol. Las ventajas que se obtienen son:

- Protección contra la podredumbre, como resultado de la baja humedad y la química alterada de la madera.
- Estabilidad dimensional incrementada, como consecuencia del “hinchazon” permanente de la pared celular.
- Incremento de la dureza debido al polímero en el lumen celular.

- Apariencia marrón-dorado.
- Disminución de la higroscopicidad.

El proceso requiere el empleo de una cantidad considerable de energía

Tableros derivados de la madera

Además de lo que abajo se indica de las nuevas formulaciones de adhesivos, hay que destacar la incorporación, cada vez mayor, de material reciclado proveniente de la industria de la madera de forma que, según el tipo de tablero y prestaciones esperadas, se pueda substituir hasta prácticamente toda la materia prima vegetal por material ya utilizado en el sector, como son desperdicios de la fabricación de muebles, de carpintería, etc.

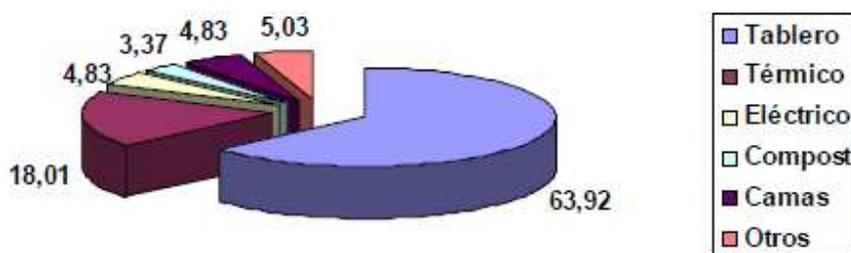


Figura 13. Distribución del destino de la madera reciclada gestionada por los socios de ASERMA (fuente ASERMA)

Plásticos

En cuanto a los materiales plásticos que se emplean para la construcción de la estructura del mueble, es evidente que su debilidad, además de en determinadas faltas de resistencia que pueden no permitir una larga vida al mueble, contraviniendo las reglas de la economía circular, se centra en su procedencia de un material agotable y contaminante, cuyos procesos de fabricación, además de emitir CO₂, consumen grandes cantidades de energía.

Adhesivos

Mención aparte requieren los adhesivos y recubrimientos formulados a partir de este tipo de resinas (amínicas, fenólicas, poliuretano, poliéster...), que han demostrado una grandes prestaciones para cumplir su función. De los adhesivos de condensación de formaldehído, los cuales presentan elevadas resistencias mecánicas y son susceptibles de mejorar su comportamiento frente a la humedad y al fuego, destaca como principal desventaja, además del hecho de proceder del petróleo, su emisión en formaldehído, habiendo una gran cantidad de leyes que regulas esta emisión y la concentración en el ambiente. De ahí que las fórmulas de estos adhesivos, así como los procesos de fabricación de los tableros, se hayan ido mejorando para minimizar la emisión de esta substancia, trabajando, principalmente, en:

- relación molar formaldehído/monómero de la resina
- captadores de formaldehído
- combinación de presión, temperatura y tiempo en el prensado del tablero

Estas soluciones, aun estando muy estudiadas, puede ser que en ocasiones lleven a resistencias mecánicas menores a las esperadas, sin olvidar la procedencia de la resina del petróleo.

4.3 NECESIDAD DE AVANZAR

Aunque en la construcción del mueble se empleen materiales que, en general, cumplen mejor que otros con los criterios de la economía circular, persiste necesidad de continuar introduciendo mejoras y avances que permitan una mayor durabilidad, un mejor impacto atmosférico, que sean más seguros para los usuarios y que den lugar a un mayor aprovechamiento de los materiales. De lo arriba indicado, se hace un resumen de las debilidades más notorias:

- La madera es per se, a excepción de unos cuantas especies, poco resistente a organismos vivos
- Los tratamientos de mejora de la madera, bien emplean sustancias nocivas, bien suponen un gasto energético importante
- Hay materiales que proceden al completo del petróleo
- La reutilización de materia prima para la fabricación de nuevos tableros, puede mermar la calidad de estos

A continuación se dan una serie de materiales que pueden mejorar la situación y que, bien no se han utilizado todavía en el sector, bien la implantación es muy pequeña.

4.4 ANÁLISIS INTERSECTORIAL DE POSIBLES SOLUCIONES DE MATERIALES INNOVADORES O EN DESARROLLO EN EL ÁMBITO EUROPEO.

Se puede clasificar estos materiales en tres grandes grupos.

- Biobased-industry (especialmente focalizada en madera y derivados): aprovechamiento forestal eficiente, empleo de maderas autóctonas y usos de alto valor añadido, materiales procedentes de biorefinerías,...

Tableros de origen vegetal, diferente al árbol

Tablero fabricado a partir de material celulósico diferente a árboles, ligadas las partículas con los adhesivos habituales de los tableros derivados de la madera y fabricados mediante un proceso similar al de los tableros de partículas habituales. Presenta una baja densidad, generalmente entre 45 kg/m³ y 110 kg/m³, y, por tanto, bajas resistencias mecánicas, por lo que se emplea como material aislante.

Empleo de maderas de crecimiento rápido

Por ejemplo, es el caso de la paulownia. Se trata de una madera de crecimiento rápido que está entrando en el



mercado del mueble que no precisa de elevadas resistencias, así como en carpintería y en construcción no estructural, para productos de aislamiento, principalmente, caracterizándose por su elevado aprovechamiento del agua. En una sola temporada de crecimiento puede alcanzar un gran desarrollo, equivalente al de otras especies en varios años. Normalmente presenta bajas resistencias mecánicas, pero es adecuada para aislamientos.

Tablero de partículas reciclado de madera y neumático

WoodRub, producto desarrollado por AIDIMME, es material compuesto de virutas de madera reciclada y goma de neumático molida en diferentes tamaños. El aglomerante es una cola de poliuretano y por ello está libre de formaldehído y resistente a la humedad. Se pueden conseguir diferentes densidades y, por tanto, diferentes resistencias, precisando un buen tratamiento para que el producto se comporta bien frente al fuego.



Biomateriales de diferentes procedencias

Por sólo citar un caso, se tiene una serie de biomateriales que emplean diversos tipos de materiales de origen natural, como puede ser el café, plantas sin semillas, ligados con resina que, bien puede ser sintética, bien puede ser también de origen natural. Algunos de estos materiales llegan a tener una esperanza de vida útil de unos 20 años.

Resina sólida de origen natural

Material compuesto, tecnológicamente avanzado y único, formado por un 50% de minerales naturales (trihidrato de aluminio –ATH– derivado de la bauxita) y un 50% de biorresinas de poliéster de gran pureza; se trata, por lo tanto, de un material inerte, hipoalérgico y no tóxico. A diferencia de otras superficies sólidas, las resinas poliéster que lleva en la composición son de origen vegetal ya que proceden de materias primas resinosas de origen natural de forma que el 30% de la resina que entra en la formulación de la mezcla de la superficie sólida, anteriormente toda de origen fósil, se ha substituido por poliésteres de origen vegetal procedentes de cultivos certificados.

Espuma de relleno de origen natural

De partículas de origen natural, se conforman mediante un proceso de espumación. Su elevada capacidad de amortiguamiento hace que sea adecuada para el embalaje, pero también se podrían emplear en la fabricación de mobiliario ya que este material puede ser transformado por procesadores en un diverso rango de formas. Las propiedades del producto son similares a las del poliestireno expandido (EPS), tiene una amplia capacidad de absorción de energía y de recuperación, aún después de sometido a cargas pesadas. Al compararse directamente con otros materiales como EPS, Ecovio® EA tiene una menor rigidez y mayor capacidad de absorción de impactos y una conductividad térmica mínima de 34 mW/(mK),

Material compuesto por madera y núcleo flexible

BL Special® es un panel composite compuesto por chapas de madera y de núcleo flexible (50-50%). Ha sido diseñado por Steven Holl con Nick Gelpi, Alberto Martinuzzo y Alessandro Orsini. Se desarrolló para superar las limitaciones de los materiales compuestos convencionales cuando se intentan cortar con láser. BL significa “Bi-Legno”, en alusión a las dos capas de madera que lo componen. El material puede doblarse fácilmente sobre unas líneas marcadas

y permite el montaje de geometrías complejas, así como aplicaciones de prototipado rápido. Dependiendo de la chapa de madera utilizada y del sustrato pueden obtenerse unas propiedades u otras, lo que le da al material una amplia gama de usos y texturas

Adhesivos de origen natural

Desde siempre se han fabricado adhesivos a partir de materiales naturales, pero siempre con bajas prestaciones. En la actualidad la situación está cambiando, obteniéndose adhesivos de prestaciones muy mejoradas que bien, sólo llevan en la formulación el componente natural, bien dicho componente está combinado con polímeros sintetizados, llegando a alcanzar, de esta manera, muy buenas prestaciones



- Materiales con funcionalidad avanzada o incremento de su aptitud al uso.

Poliamida

La poliamida es un polímero que se usa en productos de muy altas prestaciones y, por tanto, exhibe resistencias muy elevadas.

El polímero empleado en la fabricación de mobiliario combina unas propiedades técnicas que son típicas de las poliamidas, con un acabado superficial de alta calidad, propia de los muebles.

Existen varias marcas comerciales de muebles fabricados con poliamida, como es Belleville, de Vitra

Piedra extremadamente ligera (CMP-044)

BLENDSTONE, fabricada por la empresa GRAMABLEND. Se trata de piedra natural, principalmente mármol o granito. Adherida a un soporte ligero, como puede ser el aluminio, dando lugar a un tablero, en conjunto, ligero, pero con elevadas prestaciones, de aspecto natural.

Pintura autorreparable

Polímeros convencionales, termoplásticos o con radicales dormidos a la espera de la rotura y recuperación, con temperatura o luz. Hay una marca comercial de este tipo de producto, Nanomyte® MEND-MW

- Materiales reciclados: gestión de residuos y procesos de reciclado.

Espuma de serrín y papel reciclado

Existe una marca comercial, WoodFoam, el cual está compuesto de serrín y papel reciclado. Actualmente se encuentra en fase de caracterización y ensayo. El material es totalmente sostenible y sirve para reutilizar residuos. Es de baja densidad (debido principalmente a su porosidad) y tiene unas buenas propiedades mecánicas y térmicas (como aislante térmico) en relación a su bajo peso específico

5 PT5. SISTEMAS PRODUCTIVOS Y DE LOGÍSTICA INVERSA DE LOS SISTEMAS PRODUCTO-SERVICIO DISEÑADOS PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR MADERA-MUEBLE.

Los sistemas productivos se abordan desde tres perspectivas:

- Gestión ambiental
- Mejora de la productividad
- Logística inversa.

5.1 GESTIÓN AMBIENTAL

5.1.1 SITUACIÓN ACTUAL EN EL SECTOR MADERA-MUEBLE.

Basándonos en la experiencia previa en la realización de diversos análisis de ciclo de vida en el sector del mueble, tanto por parte de AIDIMME, como por diversas fuentes bibliográficas, se concluye que las principales etapas del ciclo de vida en las que se generan los mayores impactos ambientales son las de obtención de las materias primas y la fabricación del producto.

Estos impactos, además de con el aprovechamiento de la madera en la industria de primera transformación, en el sector del mueble generalmente están asociados con el uso de sustancias y preparados peligrosos, como es el caso de los biocidas (tratamiento de madera para exterior), adhesivos, y pinturas y barnices. El consumo energético depende mucho del tipo de proceso, siendo la energía eléctrica la principal fuente. Si bien no se considera uno de los sectores más intensivos energéticamente, los procesos donde se emplean adhesivos termoendurecibles (industria del tablero y su rechapado) o se realiza curvado de madera o secado de los recubrimientos de pintura, suelen ser los que presentan mayores consumos.

Teniendo en cuenta especialmente la primera conclusión, en las propuestas de mejora de los aspectos ambientales se hará mayor hincapié en aquellas con influencia directa o indirecta estas etapas (materiales y producción), que así mismo son aquellas en las que la empresa manufacturera tiene mayor influencia o poder de decisión, y por lo tanto controlar mejor los aspectos ambientales asociados y conseguir mejoras en el impacto resultante.

La situación actual de gestión ambiental de las empresas del sector se limita en la mayoría de los casos al cumplimiento de los requisitos legales aplicables, lo cual suele suponer una carga administrativa y de recursos, cuando el cumplimiento no supone inversiones costosas mediciones, equipamiento o sistemas de tratamiento, como puede ser el caso de las emisiones de COVs.

Los sistemas de gestión ambiental implantados son principalmente conforme a la ISO 14001 o cadena de custodia (PEFC o FSC), siendo prácticamente anecdóticas las certificaciones EMAS, ISO 50001, etc. En general, durante estos años de crisis, aunque muchas organizaciones han seguido manteniendo su sistema de gestión ambiental al día, algunas han optado por no seguir renovando sus certificados ISO debido a cuestiones económicas; por este motivo, han bajado el número de empresas certificadas ISO 14001.

Si bien el nivel de certificación es muy inferior al de la ISO 14001, cabe hacer mención en el caso del subsector contract, donde la certificación del ecodiseño (ISO 14006) es un requisito cada vez más solicitado tanto por clientes privados (empresas, arquitectos) como por las administraciones.

5.1.2 ANÁLISIS INTERSECTORIAL.

Pueden encontrarse múltiples ejemplos de empresas que cuidan mucho su imagen pública, y uno de los principales argumentos esgrimidos suele ser su compromiso tanto de respeto por el medio ambiente como a nivel social.

Esta estrategia es más propia de las grandes empresas, que invierten en proyectos tanto de protección del medio ambiente como sociales. Un claro ejemplo del sector del mueble es el gigante IKEA. En su web en el apartado “PERSONAS + PLANETA” explican su estrategia de sostenibilidad, y permiten la descarga de documentación de las actividades realizadas por la empresa en este sentido, así como de interés general. Entre las acciones destacan su apuesta por el algodón sostenible, la iluminación led la madera de bosques sostenibles y la inversión en energía solar y eólica.

PERSONAS Y PLANETA
Hemos apostado decididamente por un futuro más sostenible

En IKEA queremos influir positivamente en la gente y en el planeta. Durante muchos años, nos hemos centrado en economizar recursos y en ayudar a mejorar el día a día de las personas. Pero ahora queremos dar un gran paso adelante. Vamos a apostar decididamente por el algodón sostenible y la iluminación led.

También trabajamos para ser 100% sostenibles en 2020, produciendo tanta energía como necesitamos en nuestras tiendas y utilizando madera procedente de bosques mucho más sostenibles. Desde 2009, el Grupo IKEA se ha comprometido a invertir 2100 millones de euros en comprar nuestro propio equipamiento de producción de energía solar y eólica. Pero aún no hemos acabado. Solo estamos empezando...

Si quieres saber más sobre las políticas de sostenibilidad del Grupo IKEA:
[Descárgate nuestro informe de sostenibilidad 2016 \(PDF\)](#)
[Descarga nuestra estrategia de sostenibilidad People & Planet Positive](#)

VIDA SOSTENIBLE EN EL HOGAR
 IKEA tiene un montón de productos y soluciones para ayudarte a ahorrar energía, agua, reducir desechos y vivir de forma más saludables. Todas las pequeñas cosas suman.

RECURSOS Y ENERGÍA
 Hacer más con menos es parte de nuestra herencia. Transformamos desechos en recursos, obtenemos alimentos y materiales de forma responsable, protegiendo los recursos naturales y cambiando a las energías renovables.

PERSONAS Y COMUNIDADES
 Ayudamos a mejorar la vida de personas y comunidades en contacto con nuestra compañía, desde trabajadores y proveedores a los hijos de familias que viven en comunidades vulnerables. Promovemos la igualdad, la diversidad y el respeto por los derechos humanos en todo lo que hacemos.

Figura 14. Comunicación sobre sostenibilidad en la web del grupo IKEA.

En la plataforma Sustainable Brands ³, se pueden encontrar múltiples ejemplos de empresas de otros sectores que exponen sus proyectos de sostenibilidad e innovación: algunos ejemplos son:

 <p>P&G, ha creado una cadena de suministro sostenible</p>	 <p>FORD ha aplicado los principios del biomimetismo para diseñar el modelos EcoSport, utilizando la estructura de panal de abeja para creae una zona de carga muy resistente y ligera.</p>
	<p>Pocos días después de que WWF e ISEAL publicaran un nuevo informe que destacaba la importancia de alinear los estándares de sostenibilidad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, la marca de té Twinings anunció un nuevo marco diseñado para mejorar la vida de los trabajadores de té en su cadena de suministro (Evaluación de las necesidades de la comunidad de Twinings, TCNA).</p> <p>El nuevo marco de evaluación es parte del programa de sostenibilidad más amplio de Twining Sourced with Care.</p>

Uno de los referentes de comunicación de sostenibilidad más utilizados por las empresas, son las Memorias de Sostenibilidad conforme a los estándares del **Global Reporting Initiative (GRI)**. Estos estándares ofrecen diversos niveles de informe (en función de los indicadores comunicados) y su validación.

Son cientos las empresas de todos los sectores que utilizan este estándar, pero dentro del sector del mueble encontramos claros líderes que también siguen esta tendencia en alza: Steelcase, Haworth, Masco, etc. Pero no todas son extranjeras, podemos encontrar diversos casos en España, siendo la empresa de muebles Dynamobel uno de ellos.

	C	C+	B	B+	A	A+
Autodeclarado	<input checked="" type="checkbox"/>					
Comprobación externa (terceras personas)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Comprobación GRI						

Para cualquier información, duda o sugerencia relacionada con el contenido esta Memoria puede ponerse en contacto con nosotros en:

Dynamobel, S.A.
 Ctra. Madrid Km. 24 s/n - 31350 Peralta
<http://www.dynamobel.com>
<mailto:zsc@dynamobel.com> (persona de contacto Carmina Clordia)
 T. 948 750 000

³ <http://e.sustainablebrands.com>

Algunas de las alternativas encontradas en otros sectores se describen a continuación.

Una de ellas es la llamada Economía del Bien Común (EBC), la cual es una tendencia de la economía donde no se mide el producto interior bruto sino la felicidad bruta. Los balances miden el reparto justo de la riqueza y no la competencia y la acumulación del capital, según el paradigma de la EBC, la economía no debe ser un fin, sino una herramienta al servicio de la sociedad. Este concepto, que utiliza la evaluación de las empresas en base a una serie de indicadores, puede considerarse sumamente utópico en el contexto industrial actual, si bien podemos encontrar una empresa del sector en la Comunidad Valenciana que lo ha implantado (Cartonajes la Plana). Otras iniciativas o certificados son: el sello B-Corp, el certificado ISOPP, el Triple Balance (Triple Bottom Line – TBL), el Social Enterprise Mark (SEM), etc.

Más reconocidos en el sector, podemos encontrar los créditos LEED, que se conceden a edificios, pero en los que el mobiliario forma parte de los puntos a obtener, pero que no se asocian con una empresa a no ser que tenga sus instalaciones certificadas, como es el caso de la empresa valenciana ACTIU.

Finalmente está en proyecto un estándar europeo de sostenibilidad para mobiliario de oficina. Este estándar ha sido adaptado de la normativa americana BIFMA y está siendo promovido por FEMB (European Office Furniture Federation). En su web se encuentra disponible la versión de 2014 y se espera una definitiva para 2017, si bien se ha realizado un proyecto de implantación piloto en varias empresas europeas, cinco de ellas españolas. El estándar sigue la práctica de presentar unos requisitos mínimos obligatorios en relación con diversos criterios (materiales, energía y atmósfera, salud humana y del ecosistema y responsabilidad social) a partir de los cuales va otorgando puntos para niveles de cumplimiento superiores a dichos mínimos.

Finalmente, en sistemas de gestión de la eficiencia energética podemos encontrar la certificación conforme a la ISO 50001 que no es lo que también se entiende por sistemas de gestión energética, que son programas informáticos conectados a las instalaciones entre otras cosas, conocer en tiempo real en consumos eléctricos de la instalación o de líneas de fabricación. Relacionado con el consumo energético, encontramos así mismo el registro de emisión de los gases de efecto invernadero (GEI). Las empresas de sectores intensivos en el uso de energía están obligadas legalmente a realizar este informe, pero no es el caso del sector del mueble. Sin embargo las empresas que quieran hacerlo voluntariamente también pueden hacerlo utilizando la normativa ISO 14064.

Ecodiseño

A nivel de diseño de producto, además de la certificación del sistema gestión del proceso de diseño conforme a la ISO 14006, cabe citar la prestigiosa certificación americana “Cradle to Cradle”, que dispone como ya se ha indicado en el PT1, dispone de diversos niveles. Actualmente los productos certificados en las diversas categorías y niveles son:

<p>Por categoría de producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auto y Llantas (1) ▪ Bebé (2) ▪ Materiales Básicos (13) ▪ Suministro de Edificios y Materiales (177) ▪ Moda y Textiles (21) ▪ Salud y Belleza (16) ▪ Hogar y oficina (45) ▪ Diseño Interior y Muebles (165) <ul style="list-style-type: none"> ○ Baño (3) ○ Dormitorio y ropa de cama (2) ○ Productos de moqueta (42) ○ Productos de techo (9) ○ Decoración (3) ○ Revestimientos de suelos (24) ○ Diseño de interiores y tapicería Textiles (9) ○ Iluminación (1) ○ Oficina (26) ○ Al aire libre y patio (2) ○ Asientos (19) ○ Almacenamiento y Organización (6) ○ Superficies (3) ○ Recubrimientos de Pared (15) ▪ Embalaje y papel (27) ▪ Deporte y Tiempo libre (1) ▪ Juguetes (3) 	<p>Por nivel:</p> <p>Básico (13)</p> <p>Bronce (207)</p> <p>Plata (168)</p> <p>Oro (86)</p> <p>Platino (1)</p>
--	--

Destaca dentro de la categoría que incluye el mobiliario, el correspondiente a oficinas. Dentro de este subgrupo así como en la subcategoría de asientos, la mayoría de los productos certificados pertenecen a Steelcase. Pese a que el sector del mobiliario de oficina tiene representación en esta certificación, su coste es muy elevado, e inviable para la mayoría de las pymes.

Herramientas para el diseño ambiental de producto:

Se puede diferenciar entre dos tipos de herramientas. Aquellas que establecen unas líneas de acción o pautas sobre cómo diseñar el producto-servicio, como son las estrategias de ecodiseño o bien aquellas metodologías que se utilizan para evaluar el impacto ambiental de producto o servicio, como es la valoración de la estrategia ambiental (VEA), la matriz MET o el análisis de ciclo de vida (ACV). Las primeras ayudan en las fases de concepción y desarrollo (generación de ideas), mientras que estas últimas se aplican sobre el resultado obtenido y retroalimentan el proceso de diseño (evaluación y focalización en los principales aspectos generadores de impacto ambiental).

Dentro del primer conjunto de herramientas encontramos el conjunto de estrategias Design for X (DfX)⁴. Cada una de estas líneas de estrategia tiene como principal objetivo solucionar un

⁴ Design for X. Diego Carbonell.

problema particular, que es causado o afecta a las características de un producto. Algunas estrategias que surgen dentro de lo que es design for X son:

- DFA Design For Assembly, Diseño para el ensamblaje o montaje
- DFM Design For Manufacture, Diseño para manufactura
- DFQ Design for Quality Diseño para la Calidad
- DFS Design for Service Diseño para el servicio
- DFD Design for Disassembly Diseño para el desensamblaje o desmontaje
- DFT Design for Testability Diseño para pruebas y testeo
- DFE Design for Environment Diseño para el medio ambiente (o ecodiseño)
- DFI Design for International Diseño para la internacionalización
- DFO Design for Operability Diseño para la operabilidad
- DFL Design for Logistic Diseño para la logística
- DFE Design for Excellence Diseño para la excelencia

Como puede observarse, a pesar de que una de ellas se corresponde directamente con el ecodiseño, algunas de ellas pueden contribuir así mismo a lograr dicho objetivo, como es la de diseño para la manufactura, o para el desmontaje. Hay otras referencias de diseño con un objetivo específico, como el diseño robusto, etc.

A nivel más global, es importante citar otra filosofía o tendencia de diseño que ya se ha citado como propuesta en el PT2. El Design Thinking es una metodología para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios. Proviene de la forma en la que trabajan los diseñadores de producto. De ahí su nombre, que en español se traduce de forma literal como "Pensamiento de Diseño", o "La forma en la que piensan los diseñadores". Se empezó a desarrollar de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EEUU) a partir de los años 70, y su primera aplicabilidad con fines lucrativos como "Design Thinking" la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora.

5.1.3 CONCLUSIONES

La aplicación conjunta de las estrategias de ecodiseño basadas en el consumidor siguiendo el Design Thinking son la clave para la innovación en modelos de negocio que comprendan sistemas producto-servicio adaptados a la economía circular.

Finalmente, incorporando la aplicación del concepto de ecoeficiencia (combina el impacto ambiental con el valor económico del producto) o el de Life Cycle Thinking (incluye el análisis de ciclo de vida de los tres componentes de la sostenibilidad: ambiental LCA, económico LCC y social LCSA) como herramientas de evaluación de los desarrollos realizados (y posteriormente facilitadoras de la comunicación ambiental o de la sostenibilidad), las empresas pueden mejorar la toma de decisiones y su comunicación e involucración de las partes interesadas.

Como alternativas más asequibles para el sector del mueble a estas últimas opciones que pueden conllevar una elevada complejidad, las memorias de sostenibilidad, y las certificaciones de sistema de gestión ambiental conforme a las normas ISO (14001, 14006 y 50001) pueden realizar esta misma función. Estas normas tienen suficiente prestigio

internacional y son lo bastante complejas como para ser ostentadas por empresas líderes de múltiples sectores.

5.2 MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

5.2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Desde el punto de vista de la economía circular, la eficiencia productiva contribuye a su desarrollo de forma indirecta mediante la mejor utilización de los recursos productivos: materiales y energía, esencialmente.

En el Sector del Mueble, la reducción en el uso de materiales debido a mejoras de productividad viene dado por la reducción de productos defectuosos y por la eliminación de la sobreproducción, es decir la fabricación de productos en exceso que finalmente pasarán a convertirse en una parte del inventario que nunca será puesta en circulación, con lo que finalmente se destruirán.

Desde el punto de vista energético, una mejora de la productividad implica la fabricación de más unidades de producto utilizando los mismos recursos. Si se mantienen las mismas condiciones productivas (los mismos procesos realizados con las mismas máquinas), cada unidad de producto tendrá imputado un menor coste energético.

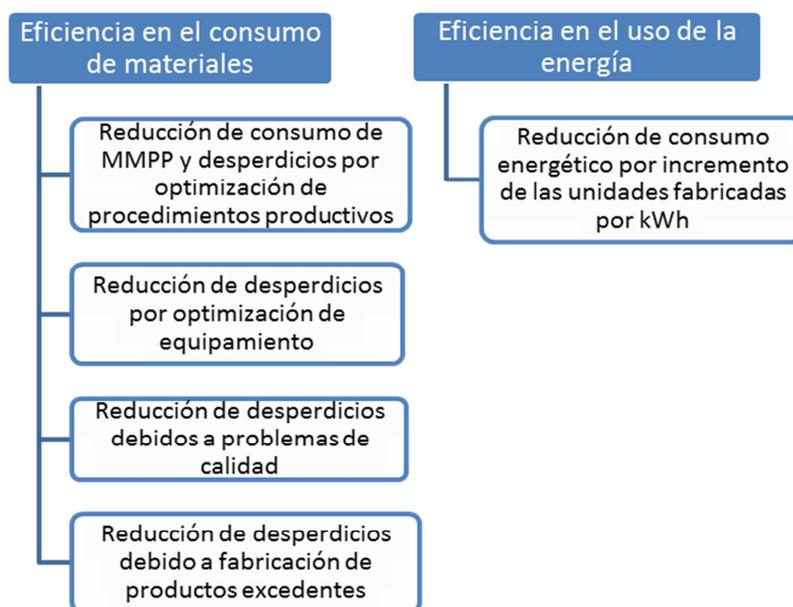
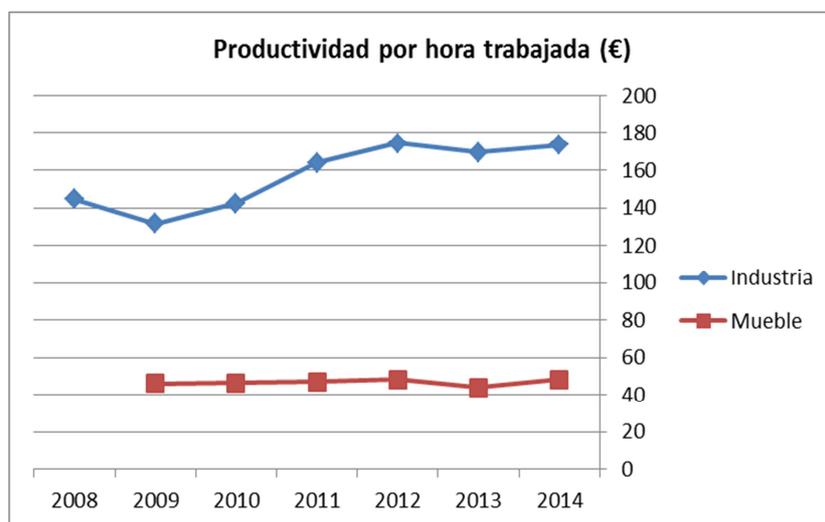


Figura 15. Incidencia de la productividad en la Economía Circular

Considerando las cifras disponibles en el Sector, la repercusión de las mejoras de productividad que se podría conseguir en relación a las referencias que se manejan en otros sectores manufactureros, pueden suponer aproximadamente:

- Una reducción en el uso de materiales del 3% al 5%
- Una reducción en el consumo energético del 5% al 10%

Si se comparan la cifra de productividad por hora trabajada a nivel Industria en su conjunto con las del Sector del Mueble, resulta que éste sector es tres veces menos productivo.



Fuente: INE

Figura 16. Diferencias de productividad entre la Industria y el Sector

Las causas de esta gran diferencia hay que buscarlas en dos factores principalmente:

- Tamaño de las empresas. La diferencia de productividad entre empresas micro (menos de 10 empleados) y gran empresa (más de 250 empleados) es de 2,9 veces. El tamaño medio de las empresas del Sector del Mueble es de 9 empleados.
- Nivel de inversión. Entre 2008 y 2014 el promedio de inversión por cada 1.000€ facturados fue de 48€ en la Industria, y 28€ en el Sector. Los factores tecnológicos tienen una incidencia directa en la productividad.

En otros Sectores de actividad se han iniciado diversas acciones orientadas a potenciar la EC.

Este conjunto de acciones puede clasificarse en cinco grupos:

- Reducción en el uso de recursos para desarrollar la misma actividad
- Valorización de los productos de desecho (o excedentes) de la propia industria
- Valorización de productos de desecho (o excedentes) de otras industrias
- Prolongación de la vida útil de los productos, mediante cambios en el proceso de producción
- Prolongación de la vida útil de los productos, mediante la utilización por parte de otros usuarios con menores exigencias técnicas, estéticas, etc.

Técnicamente, los dos primeros grupos son los que permiten mejorar la productividad de la empresa que los aplica.

5.2.2 OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR DEL MUEBLE

Atendiendo exclusivamente a la optimización o mejora de los recursos internos como factor de incremento de la productividad, se puede diferenciar tres vías de acción:

- **Adquisición de tecnología:** Es la forma más efectiva y rápida de aumentar la productividad en una empresa, aunque es la que requiere más capital inicial y no garantiza crecimientos futuros si la inversión no se realiza tras un detenido análisis: ¿cómo llegarán los productos de entrada al ritmo requerido para que el rendimiento sea óptimo?, ¿cómo aseguramos que el proceso aguas abajo mantiene dicho ritmo?, ¿qué elementos auxiliares se necesitan para optimizar el funcionamiento?, ¿cuál es la mejora en la utilización de recursos humanos?, etc. Conviene recordar que se puede estar consiguiendo un óptimo local, pero sin que ello repercuta en una mejora global, que al final es lo que puede incrementar la competitividad de la empresa.
- **Formación:** Especialmente orientada a mejorar las capacidades y conocimientos de los mandos intermedios. Tradicionalmente a estos mandos se les pide que tengan un carácter fuerte y experiencia en fabricación, y en muchas ocasiones se les exige que sean ellos mismos los que gestionen completamente la fábrica. Esta función de planificación, organización y control del trabajo se puede realizar aplicando una serie de técnicas bien conocidas, pero que normalmente los mandos intermedios del sector desconocen parcial o totalmente.
- **Organización:** Suele ser la vía más lenta para obtener incrementos de productividad significativos, pero si se hace bien asienta las bases para conseguir incrementos continuados aún en circunstancias cambiantes. Las mejoras organizativas se pueden resumir en las siguientes:
 - Introducción de incentivos directos o indirectos
 - Mejoras en los sistemas de gestión y control de producción
 - Transporte y movimiento de materiales
 - Reducción de tiempos improductivos (preparación, cambios de prioridad, sobreproducción, etc)
 - Mejoras de calidad
 - Mejoras en métodos de trabajo para optimizar la utilización del tiempo de las personas.

Por otra parte, la transformación digital de la economía está provocando grandes cambios en la industria, tanto en la demanda de tecnologías, con clientes más exigentes y sofisticados, como en su oferta, con el desarrollo de nuevos habilitadores tecnológicos que cambian las reglas del juego. La digitalización a nivel de cliente/usuario (tanto cliente intermedio como cliente final) ha dado lugar a que éste se vuelva más sofisticado a la hora de demandar productos y servicios (Minetur, 2015).

Según el trabajo desarrollado por el **Ministerio de Industria, Energía y Turismo**, dentro de la **iniciativa Industria conectada 4.0** (Minetur, 2015), los nuevos requerimientos del mercado en la economía digital se pueden resumir en:

1. **Personalización masiva:** el consumidor, tanto final como intermedio, demanda cada vez más productos singulares y adaptados a sus preferencias, pero a bajo precio. La personalización masiva implica la producción a bajo coste de productos y servicios de alta calidad y en grandes volúmenes, pero personalizando el producto o servicio a las necesidades y gustos del cliente.
2. **Acceso omnicanal a los productos y servicios:** con la aparición de canales digitales, los canales se han multiplicado. El cliente ahora requiere de una mayor coherencia entre todos los canales. El reto de la omnicanalidad es eliminar las diferencias entre canales, haciendo que las relaciones con el cliente sean homogéneas independientemente del medio utilizado (ya sean físicos o digitales).
3. **Conocimiento predictivo de los hábitos de uso y consumo:** la empresa, cada vez más, deberá ser capaz de adelantarse a las demandas del cliente, ofreciéndole, entre todos los productos y servicios disponibles, aquellos más alineados con sus necesidades, sus gustos y sus preferencias. El conocimiento predictivo así considerado es un medio para la personalización del servicio al cliente.
4. **Democratización del acceso a la información:** los clientes tienen acceso, en todo momento, tiempo y lugar, a toda la información disponible en un momento dado. Dicha democratización es hoy una realidad en los países desarrollados, donde la gran mayoría de la población tiene acceso a internet y, por medio de éste, a noticias, precios de productos y servicios, opiniones, ideas, publicaciones, informes, etc. de todo tipo y de todo el mundo.

5.2.3 CONCLUSIONES

En sentido estricto, la mayor aportación que se puede hacer al paradigma de la EC desde el ámbito de la productividad, radica en la mejora de la eficiencia operativa y por tanto en la reducción de recursos necesarios para fabricar los productos. En los puntos anteriores se han indicado propuestas que permitirían mejorar esta eficiencia. Todas ellas, de un modo u otro, han sido validadas experimentalmente en diferentes tipos de industria, por lo que su efectividad está fuera de toda duda. Este camino puede implicar un elevado esfuerzo tanto de recursos de personal como económicos, especialmente cuando el incremento de la productividad comprende la adquisición de tecnología.

El potencial de incremento de la productividad que presenta el desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en el ecodiseño de sistemas producto servicio es posiblemente más elevado, pero dada la falta de aplicación en el sector, nos adentramos en territorio desconocido que hace que sea difícil de evaluar su viabilidad y/o rentabilidad, pues dependerá no sólo de la oferta desarrollada por la empresa, sino de la madurez del mercado o de la propia cadena de valor. Un caso de producto-servicio muy habitual en el sector (aunque no incluya valores ambientales) consiste en la oferta de las empresas del mueble o del vendedor

de desarrollar proyectos de interiorismo además de vender los muebles. Esto aporta un valor añadido al cliente, sin implicar un mayor aporte material a la oferta.

No obstante es tarea de cada empresa adecuar estas metodologías a su propia idiosincrasia, lo cual requiere considerar factores no indicados anteriormente, como puede ser la Dirección de la empresa, la resistencia al cambio, el nivel educativo y la experiencia de los empleados, los apoyos externos necesarios, el acceso a la financiación, la propia estrategia empresarial, etc.

Existe una segunda vía que es la valorización de los productos de desecho o excedentarios, por lo que se podría plantear estrategias sectoriales orientadas en este sentido. Estas estrategias estarían basadas en el concepto de simbiosis industrial o búsqueda de mercados alternativos para el aprovechamiento de los excedentes de fabricación o materiales obsoletos o desguace y reutilización en la propia empresa, etc.

5.3 PERSPECTIVA Y SOLUCIONES EN LOGÍSTICA INVERSA EN SECTOR MADERA Y MUEBLE

A la vista de la importancia que la fabricación respetuosa con el entorno y la difusión que el concepto de economía circular, está adquiriendo en la sociedad actual, no resulta extraño que el crecimiento del interés por todo lo relacionado con la logística inversa haya sido exponencial en los últimos años. Están apareciendo numerosos artículos, conferencias, e incluso nuevas revistas, que abordan esta temática. Podemos decir que en nuestro país también está surgiendo el interés por la logística inversa, aunque quizá a un ritmo más lento que en otros países de nuestro entorno, y en particular en el sector de la fabricación del mobiliario es prácticamente anecdótica su presencia.

Diversas fuerzas pueden incentivar el uso de la logística inversa, pero entre ellas podemos destacar tres: (1) razones económicas, (2) razones legislativas, y (3) razones de responsabilidad social.

Aunque toda organización busca maximizar su relación coste-beneficio, pueden haber notables diferencias en cómo se calcula este ratio en una red de logística inversa, según sea su estrategia dominante, que puede ser:

Estrategia de mercado; donde se pretende retornar a la empresa los inventarios y devoluciones al objeto de maximizar el servicio al cliente y los servicios post venta para su fidelización

Estrategia Medioambiental; encaminada a minimizar el impacto ambiental negativo de los residuos, debido fundamentalmente a presiones legales, por cuya razón puede resultar más costosa.

Estrategia de Recuperación; su centro de atención consiste en la recuperación de todo aquello que pueda ser reutilizado con el fin de disminuir costes de producción. Siguiendo la aseveración de Caldwell (2001), “la logística inversa es la última frontera para la reducción de costes”. Considerando la ineludible carestía de las materias primas esta aseveración adquiere rango de certeza.

Como casi siempre, la virtud se encuentra en el término medio, y en el ámbito del concepto de economía circular, y en la estrategia de su necesaria logística inversa encontraremos un mix de

objetivos como: (i) maximizar el valor agregado de los productos retornados, (ii) minimizar los costes de retorno, (iii) minimizar el impacto ambiental negativo, (iv) aumentar el servicio al cliente, (v) disminuir el coste de producción, matizados eso sí, según la impronta de cada organización.

Conjuntamente con los objetivos, otro aspecto de la estrategia son las políticas elaboradas para cumplir los mismos y permitir una logística inversa eficaz y eficiente. La bibliografía consultada recoge algunas políticas que se han aplicado eficazmente por empresas del mundo.

- a) Simplificación y estandarización de materiales: el reciclaje de los productos impone criterios de reducción de volumen, variedad de materiales, materiales compuestos o aleaciones avanzadas, y emplear materiales de origen biológico.
- b) reconocimiento fácil: se debe facilitar la clasificación en el proceso de recolección
- c) facilidad de desmontaje: construcción modular de forma que sea fácilmente desensamblado
- d) diseño para reutilizar

5.3.1 SITUACIÓN ACTUAL EN EL SECTOR.

El concepto de economía circular en la industria de la fabricación de mobiliario no se encuentra apenas presente, las razones que se pueden encontrar en general son que los productos son considerados como grandes, pesados difíciles de manejar y con escaso valor residual para su recuperación. En un ciclo de economía circular diseñar un sistema de logística inversa eficiente es imperativo, y las consideraciones de productos voluminosos y pesados no favorecen nada lograrlo, además la consideración de que poseen escaso valor residual incrementa las restricciones a realizar un flujo inverso de productos eficiente económicamente hablando.

Por otro lado, la industria del mueble está generalmente caracterizada por emplear muchos recursos humanos, y dominada por pequeñas y medias empresas, siendo común la subcontratación de algunos de sus procesos. A nivel internacional la producción de mobiliario ha crecido un 60% en los últimos 10 años, así pues por volumen y materiales empleados, es uno de los sectores candidatos a movilizar hacia la economía circular. Así pues con carácter previo sería necesario un trabajo de investigación profundo sobre el coste e impacto ambiental del proceso de logística inversa, en el que influyen de manera decisiva las actuales cadenas de suministro, la mayor o menor centralización de las actividades, así como los canales de distribución.

No obstante lo anterior se identifican algunas acciones emprendidas por grandes organizaciones que pueden tener ya prácticas en el diseño y economías de escala que facilitan el impulso de la logística inversa, como es el caso de la campaña emprendida por IKEA denominada *Salvemos los Muebles*, y que según datos facilitados por la empresa y que cita como fuente a la UEA, Federación Europea de fabricantes de Muebles, el 4% de los residuos que acaban en el vertedero son muebles, y solo en 10% se recicla.

Hay otros casos en fabricantes de subsectores más tecnificados como el mobiliario de laboratorio o mobiliario para oficinas, en donde se plantean procesos de flujo inverso dentro de operaciones de mantenimiento y actualización de productos y con políticas de alargar la experiencia y fidelización del cliente.

5.3.2 RETOS EN LOGÍSTICA INVERSA

Ante todo, hay que destacar que el alcance de la logística inversa en un entorno de economía circular no es meramente el retorno de producto defectuoso a la empresa fabricante debido a una no conformidad detectada por el cliente. Tal y como se ha identificado en el PT1, los ciclos de logística inversa abarca:

- Procesos de mantenimiento y reparación cuando no pueden ser realizados “in situ”.
- Reutilización: implica procesos de recogida, reacondicionamiento y venta.
- Re-fabricación: implica procesos de recogida, inspección, desmontaje, reintroducción en el proceso productivo de los elementos aprovechables y nuevamente el proceso de venta. Dicha re-fabricación no tiene por qué ser llevada a cabo por el mismo fabricante. En el caso del mueble, si en general, este proceso suele ser mucho más intensivo en mano de obra que el de fabricación.

Los procesos de reciclaje o posteriormente el aprovechamiento de los materiales secundarios recuperados no suelen incluirse en la logística inversa, pero sí es cierto que a nivel más global implican procesos de retorno de los materiales al ciclo económico.

De entre los diversos casos analizados y estudios realizados por diversos autores y organizaciones, se concluye que el diseño de un eficaz Sistema de Logística Integral (SLI) debe hacer frente a numerosos retos entre los que se pueden destacar:

1. la existencia de muchos orígenes (consumidores) y pocos destinos (recuperadores) en la red de distribución,
2. un conjunto de intermediarios muy numeroso y con nuevas funciones,
3. importancia que tienen las actividades de clasificación de los bienes recuperados.
4. grandes variaciones en el tiempo, la calidad y la cantidad de productos devueltos;
5. falta de procedimientos formales para devoluciones de productos;
6. las devoluciones retardadas del producto causan una reducción en el valor de mercado;
7. falta de competencia local en la inspección, evaluación y disposición de los retornos
8. falta de medición del rendimiento de la eficiencia de la logística inversa,
9. falta de un buen sistema de información.

Además como práctica nueva que es, la falta de datos históricos y casuística añade más incertidumbre todavía al diseño de la Logística Inversa.

La falta de procedimientos para la operación y manejo de los retornos provoca otros retos a resolver como el desacuerdo entre el retail y el fabricante cuando no está formalizado el sistema para definir el valor y la condición de los productos retornados, o como documentarlo.

Otra consideración relevante a destacar es que cuando los productos se retornan usualmente están desembalados y a falta de identificar, lo que consume tiempo y genera errores para su posterior toma de decisiones en el circuito inverso.

Mientras en la logística directa los plazos y tiempos en las operaciones son cruciales, se podría pensar que en la Inversa no son relevantes, salvo para los productos que rápidamente adquieren obsolescencia que usualmente no será el caso de los productos de mobiliario, luego este aspecto salvo las implicaciones estrictamente económicas juega a favor en el sentido de tener mayores “ventanas de tiempo” en las operaciones para conseguir cantidades económicas de manipulación y gestión.

Diseño del sistema de logística inversa

Esquemáticamente podemos representar el sistema de logística inversa según:



Figura 17. Sistema de logística inversa.

Como se ha mencionado anteriormente el rasgo más característico de los sistemas de logística inversa es la incertidumbre:

- *Incertidumbre cuantitativa*: desde el punto de vista de la cantidad de productos a retornar
- *Incertidumbre cualitativa*: referida a la calidad de los mismos
- *Incertidumbre temporal*: relativa al momento de la recuperación
- *Incertidumbre de localización*: según el lugar de recuperación de los productos

El diseño de la función de logística inversa, consiste en desarrollar los elementos que puede tener un sistema de logística directa, considerando las incertidumbres mencionadas, para hacer posible el flujo inverso de materiales, así debemos considerar las siguientes fases.

- a) Ingeniería logística: donde se establecen todos los requisitos que el producto final debe tener, se deben considerar la reducción de materiales, selección de materiales capaces de ser recuperados, estandarización de componentes, evitar el uso de materiales comprometidos, peligrosos, y considerar los conceptos de Diseño Modular y Diseño para el Desmontaje.

- b) Logística de Fabricación: los procesos productivos se deben realizar de forma que permita el procesado de los productos recuperados, siendo preferibles procesos de tipo continuo, incorporar actividades específicas como el desmontaje, limpieza, pruebas de calidad, gestión de materiales originales-recuperados.
- c) Diseño de embalaje: se propone analizar la recuperación de los embalajes, para realizarlo internamente en la empresa o fuera de la cadena de suministro. Se deben emprender acciones para un menor uso de embalajes, reducción de materiales en cantidad y diversidad de los mismos, estandarizar los mismos, evitar la presencia de materiales peligrosos, introducir embalajes reutilizables.
- d) Diseño para el Transporte: se debe establecer los puntos de recogida de productos, los medios de transporte, tecnologías de manipulación a utilizar, sistemas de almacenaje. Un aspecto importante consiste en optimizar y hacer sinergia entre la red de logística directa hacia adelante (fabricante – consumidor) y la red inversa (consumidor-fabricante). Hacer énfasis en diseñar sistemas de incentivos para activar el flujo inverso, de forma que se despierte la conciencia e interés de los propios consumidores y se impliquen en las tareas de recuperación de forma que se consiga incrementar los volúmenes y se alcancen la eficiencia de escala necesaria.

Queda por último tomar decisiones respecto a la propiedad del sistema de logística inversa a implementar, que puede ser propio o ajeno.

- Sistema propio: es la propia empresa la que asume el diseño, gestión y control de toda la red de logística inversa. Este enfoque está reservado a empresas líderes, con fuerte identificación de marca-producto, y con productos complejos y alto valor, diseñados con criterios de modularidad y desmontaje. No obstante algunas operaciones se realizan fuera de la empresa, como la recogida. Son redes complejas con muchos eslabones, con procesos complejos y mucho uso de mano de obra.
- Sistema ajeno: en este caso la empresa original que introduce el producto en el mercado no gestiona directamente el proceso de recuperación, sino que esta tarea es realizada por terceros. Caben las posibilidades de optar por participar en Sistemas Integrados de Gestión (SIG) o bien contratar servicios especializados.

Acciones impulsoras de la logística inversa y soluciones propuestas

Las acciones que se pueden proponer para establecer un camino del sector madera mueble hacia la economía circular pueden ser impulsadas desde tres niveles diferentes.

- El nivel social (a veces llamado nivel político): involucra a actores tales como gobiernos y organizaciones gubernamentales, así como iniciativas voluntarias de las empresas
- El nivel de la cadena: considera una cadena de suministro como un todo y en este nivel se analizan todas las actividades de logística inversa (adquisición, mantenimiento, recuperación y luego redistribución adicional), así como el papel de cada una de las partes involucradas en ella.

- El nivel de un solo actor: considera cada miembro de la cadena de suministro por separado y las actividades internas involucradas en la integración logística inversa.

Cabe considerar otra forma de impulsar acciones desde un colectivo agrupado por intereses comunes, que puede estar formado de forma acotada o por agrupaciones sectoriales amparadas por estructuras organizativas definidas.

A nivel de actor individual, y en el ámbito de las empresas se pueden mencionar una serie de Mejores Prácticas en logística inversa como las siguientes:

1. Tener *responsabilidad de alto nivel* para todo el proceso de logística inversa. Considerar la posibilidad de establecer un canal separado y dedicado.
2. Tener una robusta *función de mantenimiento de la “puerta trasera”*, que reúna información sobre los retornos y aplique la toma de decisiones y el procesamiento y basado en *reglas* tan pronto como sea posible en el ciclo de vida de un retorno.
3. *Compartir información* capturada sobre los retornos con otras partes de la organización, especialmente ingeniería y diseño.
4. *Automatizar la captura de datos* y los procesos siempre que sea posible, incluyendo la validación de la garantía y el seguimiento.
5. *Establecer políticas y procedimientos claros* y uniformes para regir la disposición de los retornos.
6. *Aumentar el soporte al cliente* con el objetivo de incentivar y facilitar los flujos de los retornos antes de que sucedan.
7. *Hacerlo fácil y conveniente* para que los clientes retornen productos cuando es necesario.
8. Considerar *externalizar* algunas o todas las funciones de logística inversa a terceros.

Para concluir, y a modo de recopilatorio se enuncian una serie de acciones o pilotos, susceptibles de emprender en los diversos niveles, y que algunas de ellas o su transversalidad pueden estar ya alineadas en otros ámbitos contemplados en el proyecto.

1. Desarrollo de metodología de diseño con aplicación de conceptos diseño modular y para desmontar (DFE_DFA) en el sector del mobiliario. Aplicación práctica en empresas a dos tipologías de producto.
2. Desarrollo de un modelo de aplicación de Diseño para Contenedores específico de flujo inverso de piezas de mobiliario.
3. Investigación y Diseño de Metodología de desarrollo de Red Logística Inversa para mobiliario. Aplicación a un ámbito geográfico de la C. Valenciana.
4. El Modelo de Referencia sirve para establecer las principales barreras, y soluciones de establecimiento de redes, localizaciones de puntos de tratamiento, y gestión de flujos de retorno, aplicable a tipologías de producto, empresas, ámbito geográfico, e infraestructuras disponibles, lo que contribuye y facilita la orientación de los procesos de cambio y la cualificación del personal hacia los estándares de ámbito internacional en economía circular.
5. Aula REMAKE. Desarrollar elementos de formación en recuperación de piezas de mobiliario para el consumidor. Desarrollo de plataforma de contenidos alojada Open Cloud

6. Diseño de un piloto FabLab para mobiliario. Modelo Gestion
7. Con el concepto de Laboratorio de Fabricación, aplicado a la fabricación de mobiliario y con la utilización preferente de materia prima procedente de la recuperación de muebles. El diseño comprende la descripción del equipamiento, su digitalización y el diseño del modelo de gestión que debe ser participativo y con la integración del usuario. Este laboratorio puede ser extendido a otros ámbitos del metal
8. Desarrollo de etiqueta de información al consumidor. Hilo digital.
9. Análisis de aplicabilidad de soluciones para la “primera milla” en logística inversa. Implicación del consumidor y social. Análisis de Crowdshipping en C. Valenciana.
10. Definición de esquema de indicadores de eficiencia en logística inversa.
11. Desarrollar Modelo de Gestión de Datos y toma de decisiones, en punto de recogida en retornos. Aplicación piloto Laboratorio Mueble AIDIMME. En logística inversa el objetivo no es servir pedidos, es un sistema “push” se requiere disponer en el canal inverso, y en los puntos de recogida de personal especialmente cualificado, para determinar el destino más adecuado para los productos retornos.