



# M2F

Move to Future

## Área 8 – Sostenibilidad y Economía Circular



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



AGENCIA  
ESTATAL DE  
INVESTIGACIÓN

## Contenido

---

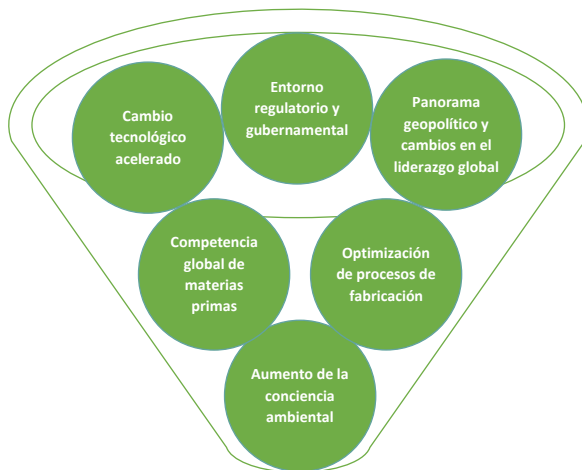
1. Factores que afectan a la Sostenibilidad y la Economía Circular. Tendencias 2030.....	2
2. Visión y objetivos .....	7
3. Prioridades estratégicas y tecnologías facilitadoras.....	10
3.1. Ecodiseño modular de productos y procesos .....	10
3.2. Alargamiento de vida útil y retención de valor del producto .....	13
3.3. Reciclado y valorización de recursos.....	14
3.4. Simbiosis industrial.....	16
4. Impactos esperados .....	21

## 1. Factores que afectan a la Sostenibilidad y la Economía Circular. Tendencias 2030

Al igual que el resto de las actividades económicas de nuestro entorno, la industria de la automoción se encuentra inmersa en una nueva revolución en toda su cadena de valor. Se trata de un proceso global que afecta a todos los integrantes de su cadena de valor y al entorno competitivo internacional y sobre el que es necesario, en algunos casos, adaptarse y, en otros, aprovechar las oportunidades que se generan para incrementar nuestra competitividad.

Esta profunda transformación está impulsada por diversos factores que se encuentran interconectados y que marcan unas tendencias claras a las que el sector de componentes de automoción debe hacer frente. Por supuesto, el cambio tecnológico acelerado en el que se encuentra el sector de fabricación es un elemento clave, al igual que otros elementos procedentes del macroentorno, como son el entorno regulatorio y gubernamental orientado hacia la descarbonización o el panorama geopolítico actual. En cuanto al microentorno, es clave la competencia de materias primas a nivel global que nos afecta a la cadena de suministro. También son importantes las oportunidades que se generan en materia de optimización de los procesos de fabricación. Por último, resulta sumamente relevante incorporar en nuestra agenda cuestiones relativas a la cada vez mayor conciencia medioambiental que, como personas, incorporamos en nuestra toma de decisiones, pero también como empresas.

Para la elaboración de la Agenda de Prioridades Estratégicas en el ámbito de la Sostenibilidad y la Economía Circular se ha considerado necesario partir de los siguientes drivers y tendencias para el futuro de la fabricación en España.



**Figura 1 Principales drivers y tendencias para el sector de fabricación de automoción**

### Entorno regulatorio y gubernamental orientado a la descarbonización industrial y la lucha contra el cambio climático

Las economías con mayor grado de desarrollo, y en especial los países de la UE, disponen de marcos regulatorios dirigidos a satisfacer los desafíos globales del planeta que, en muchos casos, se articulan en torno a compromisos-país para la descarbonización del planeta y la lucha contra el cambio climático. Por ese motivo, las políticas y regulaciones de

los países desarrollados están ejerciendo un papel muy relevante en cuanto a impulso de la Economía Circular y de la sostenibilidad. De esa forma, los gobiernos están legislando y poniendo en marcha normativas y estándares más exigentes y rigurosos en lo que hace referencia al uso de materiales reciclados y reciclables, la gestión de residuos, la reducción de emisiones, etc. Estas regulaciones incentivan y, en muchas ocasiones, obligan a las empresas a poner en marcha prácticas más circulares.

#### **Contexto:**

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2030.** Establecidos por la Asamblea General de la ONU en 2015. Se promueve un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad. A nivel de compromisos de los Estados Miembros, establece los 17 ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) para la lucha contra la pobreza y desigualdades, protección del planeta y la mejora de las condiciones de vida de los habitantes del planeta, con importantes implicaciones en materia de Economía Circular. Se declinaba en tres niveles: acciones a nivel mundial, acciones a nivel local y acciones por parte de las personas. En este tercer grupo, no sólo aparecen los ciudadanos, sino que también se insta al sector privado como un agente clave en la transformación de los objetivos en medidas tangibles.
- **Acuerdo de París sobre el Cambio Climático.** Además de por la UE, fue firmado inicialmente por 95 países, con medidas concretas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero e importantes compromisos en materia de Economía Circular.
- **Marco legal UE y trasposición a legislación nacional de los Estados Miembros.** En sintonía con los compromisos asumidos por la UE, y en especial el Acuerdo de París, pretende convertir a la UE como la primera economía mundial climáticamente neutra en 2050 y se establece el despliegue a través de los planes de acción de Economía Circular de la Unión Europea y del Pacto Verde Europeo. En esta línea de actuación se sitúa la propuesta del nuevo Reglamento sobre diseño ecológico para productos sostenibles (marzo, 2022), pasaporte digital de producto (2023) etc con importantes medidas para promover y regular de forma armónica la circularidad de los productos en los Estados Miembros.
- **Estrategia Española de Economía Circular.** En línea con la europea, marca un plan de acción focalizado en diferentes ejes: producción y diseño, consumo, gestión de residuos, mercado de materias primas secundarias, agua I+D+i, empleo, formación, estableciendo unos objetivos claros en cuanto productividad material, aumento en la tasa de uso de materiales circulares y en la reducción de residuos.
- **Cambios legislativos en otros países** para la descarbonización y lucha contra el cambio climático, más allá de la UE (China, USA, Japón, etc.), lo cual implica distintas regulaciones y distintas especificaciones en materia de Economía Circular.

#### **Panorama geopolítico y cambios en el liderazgo económico global**

El panorama geopolítico mundial es una cuestión dinámica sometida a una evolución constante, pero que afecta de forma muy significativa al sector de fabricación de componentes. Estados Unidos continúa siendo la principal potencia económica y política a nivel global. Sin embargo, el poder económico lleva experimentado durante las últimas décadas un desplazamiento gradual hacia China. Iniciativas impulsadas por China, como la Nueva Ruta de la Seda, son una seria amenaza/oportunidad al *statu quo* actual (con un



ambicioso plan de acuerdos comerciales, proyectos de infraestructura y mecanismos de colaboración en I+D, energía y económico-financiero).

**Contexto:**

- **Deslocalización -Relocalización de los centros de fabricación hacia otros países**, motivado por el cada vez mayor liderazgo económico de China. China, al igual que otros países asiáticos (India, Corea del Sur, etc.) están realizando fuertes inversiones para la mejora de la competitividad de sus centros productivos, por ejemplo, en materia de I+D. La industria automotriz europea puede cambiar en los próximos años gracias a la reciente ley “*Net Zero Industry Act*” de la Comisión Europea que pretende evitar que las dependencias estratégicas pongan en peligro la transición energética estableciendo un objetivo de capacidad de fabricación agregada propia para 2030. Permitirá a la UE convertirse en líder industrial en el sector energético evitando que las cadenas de suministro ya no se enfrenten a perturbaciones y que la transición hacia una energía limpia se sustente en la capacidad de fabricación europea o nacional necesaria. El sector de automoción indudablemente se verá impulsado por esta ley pudiéndose contemplar escenarios de nueva relocalización de centros de fabricación que se habían desplazado fuera del continente.
- **Amenaza competitiva de Estados Unidos** que está realizando también ingentes inversiones en programas destinados a mejorar la competitividad en fabricación (activo fijo, I+D, financiación de inversiones, atracción de talento, etc.). Este escenario sitúa a España y a la UE en la necesidad apostar con firmeza por el sector de fabricación para mantener la competitividad en este escenario global.
- **Cambios en la demanda y los mercados**. El desplazamiento de los centros de decisión y de fabricación, más allá de la esfera europea, supone que los productos industriales tengan que adaptarse a las preferencias de los diferentes mercados, en ocasiones con distintas estrategias en materia de Economía Circular.
- **Cambios en las cadenas de suministro**. Las alteraciones de las relaciones, políticas y alianzas repercuten de forma muy importante en la forma en la que operan y se organizan las cadenas de suministro para ajustarse a las nuevas dinámicas geopolíticas.
- **Tensiones comerciales y restricciones**, que pueden dar lugar a aranceles y barreras comerciales y afectar a los costes de producción y estrategias export/import.

**Cambio tecnológico acelerado**

El sector de fabricación está experimentando un cambio tecnológico acelerado, con múltiples tecnologías disruptivas en distintos dominios que suponen una oportunidad para mejorar la competitividad de las empresas manufactureras, pero también una necesidad de adaptarse a los nuevos estándares competitivos. Las tecnologías digitales tienen un claro protagonismo en la introducción de prácticas circulares en los procesos de fabricación y en los nuevos productos/servicios del sector de componentes de automoción.

**Contexto:**

- **Transición de vehículos hacia el Vehículo de propulsión eléctrica o hidrógeno como sustitutos de combustibles fósiles**, lo cual implica cambios significativos en las materias primas y en la cadena de suministro. Por ejemplo, ahora mismo nos encontramos en un momento de auge en la demanda de baterías de iones de litio debido a la expansión de los coches eléctricos en detrimento del motor de

combustión, aumentando a su vez la demanda de materias primas como el litio, el cobalto, el níquel o el neodimio.

- **Nuevos materiales, que sean reciclados y reciclables**, y que garantices un ciclo circular en el consumo de recursos. Es el caso de los bioplásticos, materiales compuestos naturales, fibras de carbono y plásticos reciclados y reciclables, aluminio de segunda fusión, chatarras de calidad para generar acero con alto contenido en reciclado, , etc.
- **Economía de recursos**. La digitalización facilita la recogida y análisis de datos de los procesos empresariales en tiempo real, lo cual posibilita un mejor seguimiento y gestión de los recursos de los procesos de fabricación y la mejora de la productividad, así como garantizar la trazabilidad de los productos en aras a una correcta gestión al final de su vida útil (pasaporte digital).
- **Personalización y producción bajo demanda**. Tecnologías como la impresión 3D permiten adaptar los procesos a las necesidades del cliente y, al mismo tiempo, reducir desperdicios durante el proceso de fabricación.
- **Modelos de negocio circulares**, como la servitización de componentes y equipos o el uso de plataformas digitales para compartir recursos y promover la reutilización y el reciclaje.

#### Competencia global de materias primas y seguridad en el suministro

El control de las cadenas de suministro globales y la competencia entre los países por asegurar el suministro de materias primas y energía es una cuestión clave en el sector de fabricación de componentes. Plantea desafíos muy relevantes para el sector, pero también puede impulsar la Economía Circular, mediante la adopción de tecnologías de reciclaje y la innovación de materiales sustitutos circulares.

#### Contexto:

- **Vulnerabilidad europea por elevada dependencia de recursos clave**. Cuando la dependencia de países geopolíticamente inestables se traduce en inseguridad en el suministro de dichos recursos, conlleva una transformación profunda en la búsqueda y/o reconstrucción de nuevas cadenas de suministro de materias primas y energía, así como un mejor aprovechamiento de los recursos de un entorno cercano. Por tanto, supone un impulso a la gestión de residuos o la innovación de materiales reciclados y reciclables que impulsen el aseguramiento de la disponibilidad de materias primas de calidad con menor huella ambiental.
- **Iniciativa UE de las Materias Primas**; La regulación en enero de 2021 sobre el uso de los minerales procedentes de zonas de conflicto obliga al sector a replantear su cadena de suministro y refuerza el impulso al uso de materias primas sostenibles y responsables con el entorno y con las personas asegurando que los productos no ayudan a financiar directa o indirectamente conflictos armados o que no vulneran los derechos humanos en la cadena de proveedores vinculada a los minerales en conflicto.
- **Volatilidad de precios**. La incertidumbre de precios también puede suponer un aliciente para mejorar la gestión de residuos o el ecodiseño de materiales.
- **Complejidad en la logística**, lo cual puede impulsar el desarrollo de sistemas de trazabilidad de materias primas y productos que garanticen la calidad de materiales reciclados.

### Optimización de procesos de fabricación

El objetivo de eficiencia de recursos y ahorro de costes de las empresas implica la optimización de los recursos y la reducción del desperdicio en los procesos de fabricación. Para las empresas de fabricación de componentes, esto puede significar la puesta en marcha de iniciativas y proyectos tecnológicos según prácticas de la Economía Circular.

#### Contexto:

- **Reducción de residuo** en procesos de fabricación, mediante la fabricación aditiva u otras tecnologías “*near-net shape*”.
- **Eficiencia en los procesos de fabricación** mediante la utilización de tecnología.
- **Sistemas de remanufactura**, para restaurar y renovar componentes usados que cumplan con los estándares de calidad y rendimiento equivalentes a los nuevos.
- **Colaboración de las empresas con otros actores de la cadena de suministro.** Implica compartir conocimientos y buenas prácticas, así como colaborar en la puesta en marcha de iniciativas en cooperación como infraestructuras o sistemas de gestión de componentes al final de su vida útil (plataformas digitales de mercados en línea para productos reciclados y reacondicionados, etc.).

### Aumento de la conciencia medioambiental y social

La sociedad está cada vez más concienciada por el impacto ambiental de sus actividades, incluyendo las decisiones de compra de productos. En consecuencia, existe una creciente demanda de productos sostenibles, lo que impulsa a las empresas a adoptar enfoques de Economía Circular en los procesos de fabricación que sirvan para satisfacer las expectativas de los consumidores. Asimismo, las propias empresas están incorporando enfoques de Economía Circular para mejorar la rentabilidad de su actividad.

#### Contexto:

- **Ecodiseño para la circularidad.** Las empresas están adoptando enfoques de diseño que permiten la reutilización, reparación y reciclaje de los componentes. Esto implica selección de materiales, procesos de fabricación, multifuncionalidad de componentes, diseño modular de componentes, etc.
- **Logística inversa.** Implica la gestión eficiente de los flujos de productos desde el consumidor hasta la vuelta al fabricante. Permite la recuperación y el reciclaje de materiales, así como la reparación y reacondicionamiento de productos.
- **Necesidad de inversiones en sistemas y centros para recogida de productos tras su fin de vida útil,** que articulen el flujo de reutilización, remanufactura y reciclaje.
- **Transparencia.** El control, la trazabilidad, la transparencia de la información y en el etiquetado es clave para una industria responsable. El marco normativo y la cadena de suministro exigen prácticas que respondan a los criterios ambientales, sociales y de gobernanza.
- **Nuevos modelos de movilidad más sostenibles** (como el car sharing, renting, movilidad por suscripción...). Implica cambios en las especificaciones de los vehículos (durabilidad para uso compartido, mayor uso urbano, nuevos modelos de negocio por servitización de los productos o componentes, etc.).
- **Mejora de la reputación y responsabilidad social corporativa,** que está derivando en la puesta en marcha de estrategias circulares en las empresas.

## 2. Visión y objetivos

La industria automotriz ha dado un giro importante en los últimos años en cuanto a la sostenibilidad se refiere. Con el aumento de la conciencia medioambiental, el reciclaje y la creciente demanda de productos más ecológicos, los fabricantes de automóviles han realizado un gran esfuerzo en los últimos años adoptando medidas enérgicas para incorporar materiales reciclados y sostenibles en sus procesos de producción y cumplir con los compromisos y directivas de neutralidad climática. Sin embargo, hay que seguir avanzando en el camino de la descarbonización que ha de llevarse a cabo de forma progresiva y ordenada con una visión clara y unos objetivos concretos teniendo en cuenta todos los factores implicados tanto medioambientales como económicos, sociales y tecnológicos.

En concreto, el sector de los componentes de automoción trabaja desde hace años en estrecha relación con los integrantes de su cadena de valor. Gracias a su competitividad, flexibilidad y capacidad de adaptación han sido capaces de trabajar exitosamente con compañías de todo el mundo. En este nuevo contexto de desafíos y oportunidades los fabricantes de componentes abordan el futuro con una estrategia de sostenibilidad hacia la transformación energética-ambiental. Esta transformación verde se verá impulsada fuertemente por la transformación digital consiguiendo así avanzar hacia la descarbonización máxima y un escenario neutro en emisiones.

En este sentido y siendo evidente para todos que el tradicional modelo de producción lineal del sector de automoción no es sostenible desde el punto de vista del consumo de recursos naturales, ni de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a pesar de las iniciativas legislativas y de los progresos alcanzados por España y la Unión Europea en su conjunto, aún se está lejos de alcanzar metas de Sostenibilidad y Economía Circular. Los procesos de fabricación siguen siendo extremadamente intensivos en recursos y los vehículos, al final de su vida útil, generan millones de toneladas de residuos cada año.

En consecuencia, el sector de fabricantes para automoción ha de continuar transformando los procesos y prácticas de sus sistemas de fabricación para transitar desde el actual modelo de producción lineal, hacia un modelo circular sostenible en el que se maximice el uso de los recursos, se minimice la generación de residuos y se fomente la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos. El enfoque se basa en la premisa de que los recursos son limitados y deben ser utilizados de manera eficiente y responsable.

Para esta visión es fundamental la colaboración y cooperación entre los distintos agentes del sistema, incluyendo empresas, gobiernos, y usuarios y propietarios de vehículos.

Los principales objetivos que se persiguen mediante el despliegue de la Agenda de prioridades Estratégicas de Sostenibilidad y Economía Circular son las siguientes.

### Minimización del uso de recursos naturales, fósiles y residuos

El fin es la **utilización eficiente de los flujos de recursos naturales y renovables** para preservar y mejorar el capital natural, contribuyendo a mitigar el agotamiento de los recursos y la degradación del medio ambiente. Se contemplan las siguientes líneas de actuación:

- **Uso de recursos naturales.** Cuando se requieran recursos naturales, se deben priorizar recursos renovables o que utilicen una menor cantidad de recursos naturales. Asimismo, se debe potenciar la utilización de materiales reciclados en la



fabricación de productos para reducir la dependencia de recursos naturales vírgenes. Resulta clave también establecer cadenas de suministro que permitan el acceso a materiales reciclados de calidad y asegurar que los productos sean eco-diseñados para que faciliten la reciclabilidad.

- **Procesos de fabricación, almacenamiento, logística y distribución de componentes y equipos.** Se debe ser más eficiente en el consumo de materias primas y de recursos energéticos en todo el ciclo de manufactura, logística y distribución, optimizando el consumo, generando menos residuo e impactos ambientales, contribuyendo así a paliar la escasez de recursos naturales, la reducción de la huella ambiental y a lograr una mayor competitividad.
- **Propulsión neutra en carbono.** La descarbonización del transporte es esencial para cumplir con los compromisos ambientales en cuanto a la neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático. Ello implica la transición hacia fuentes de energías no fósiles que sean más limpias y sostenibles. Hoy en día, estamos en una época de transición tecnológica en la que conviven diversos tipos de sistemas de propulsión considerando también la huella del combustible (*approach Well to Wheel*): por un lado, los motores de combustión puros; y por otro lado, los que se han electrificado en menor o mayor medida. Los coches eléctricos y los de pila de combustible de hidrógeno van a dominar el mercado a medio y largo plazo, pero hasta entonces, existe un abanico de posibilidades que ofrecen diferentes prestaciones y modos de uso con hibridaciones de combustibles y tecnologías. motores híbridos ligeros (eléctricos con gasolinas o diésel convencionales, biocombustibles avanzados o e-fuels), híbridos eléctricos completos (HEV), híbrido enchufable (PHEV), vehículos con pila de combustible de hidrógeno (FCEV) propulsados por hidrógeno o vehículos con motores alternativos en los que se usa una mezcla de hidrocarburos e hidrógeno.

La inversión en I+D es clave para la consecución de este objetivo, tanto por la introducción de tecnologías de fabricación más eficientes o por el desarrollo de nuevos materiales sostenibles.

#### Maximización de vida útil y retención del valor de los productos

Persigue alargar el ciclo de vida de los productos, con el fin de que el **valor de los productos y materiales se mantenga durante el mayor tiempo posible**, contribuyendo a reducir la generación de residuos y a optimizar el uso de los recursos naturales.

Para la consecución de este objetivo es fundamental el **ecodiseño de componentes**, consiguiendo que el producto se pueda fabricar y reparar de una manera eficiente, manteniendo las especificaciones técnicas y de calidad. Respecto de la fabricación, se debe asegurar que los productos sean robustos y estén fabricados para un uso prolongado, mediante materiales de alta calidad y técnicas de fabricación específicas. En cuanto a la reparabilidad, es clave la utilización de componentes fácilmente accesibles y reemplazables, así como facilitar asistencia e información para la reparación.

Un **mantenimiento eficiente** es también vital para prolongar la vida útil de los productos, con prácticas de mantenimiento y cuidado adecuadas, incluyendo instrucciones de mantenimiento, servicios de mantenimiento o programas de actualización para garantizar un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo.

En este sentido los cambios en los modelos de movilidad urbana (car-sharing, renting, modelos de suscripción vs renting, movilidad conectada y autónoma) unidos a la disrupción impulsada por la tecnología pueden propiciar **nuevos de modelo de negocio más sostenibles asociados con la servitización** de los equipos y componentes pasando de la venta del producto a la venta del servicio por uso del producto (PAAS, Product-as-a-service). La servitización brinda oportunidades para aquellos fabricantes que busquen destacar en el mercado de la economía circular, aumenta la diferenciación y contribuye a que las empresas sean más competitivas, sostenibles y resilientes. Las empresas retienen la propiedad del producto y gestionan todo su ciclo de vida desde la fabricación, la puesta en marcha integrando ahora las operaciones para garantizar los usos y el valor del producto en sus cualidades y funcionalidad originales durante el mayor tiempo posible, proporcionando los servicios de reparación, mantenimiento, renovación o sustitución de componentes y piezas hasta su fin de vida útil, De este modo los nuevos modelos de negocio asociados a la servitización de vehículos o componentes contribuyen no sólo a la sostenibilidad ambiental favoreciendo un uso eficiente de los recursos empleados, alargando la vida útil de los productos y evitando residuo, sino que tendrán un impacto relevante en la sostenibilidad económica de las empresas pues cuanto mayor vida útil o mayor reaprovechamiento en segundas aplicaciones se consiga en el uso de un equipo o componente conseguirán mayor rendimiento y monetización por unidad servicio o uso.

#### Generar más valor

Para generar “más valor” es necesario que, cuando un producto llega al final de su vida útil, se mantenga en el ciclo circular mediante el reciclado y valorización de los recursos con aquellos procesos que sean necesarios. Para ello, se deben poner en marcha sistemas de recogida y clasificación, que faciliten la circularidad de los materiales al final de su vida útil y la generación de valor.

Resulta clave disponer de **infraestructuras de reciclaje eficientes** que permitan el procesamiento adecuado de los residuos, con desarrollos tecnológicos avanzados para separar, limpiar y transformar los materiales reciclables en productos de calidad. Es un ejercicio de valorización de los productos al final de su vida útil, que puede generar **nuevas fuentes de ingresos** si se dispone de mercados para los productos reciclados.

Para la generación de valor es también esencial la **búsqueda de sinergias entre los diferentes agentes** que intervienen en la cadena de valor (proveedores, fabricantes, distribuidores, etc.) o en otras cadenas de valor (simbiosis industrial), con acuerdos y alianzas que promuevan y el intercambio de materiales la reutilización de productos y componentes o la valorización de los residuos (con garantías de trazabilidad, calidad y volumen de suministro) para producir nuevos productos. En este sentido, la iniciativa de la Comisión Europa respecto a la introducción del pasaporte digital de producto (PDP o DPP en inglés) que contendrá información sobre la composición de los productos en el mercado europeo con el fin de ayudar a aumentar sus posibilidades de ser reutilizados o reciclados será una palanca clave para fomentar esas sinergias entre agentes de la cadena de valor, así como sinergias con otros sectores

### 3. Prioridades estratégicas y tecnologías facilitadoras

Para dar respuesta a los objetivos anteriores, se identifican 4 Prioridades Estratégicas contemplando el horizonte 2030

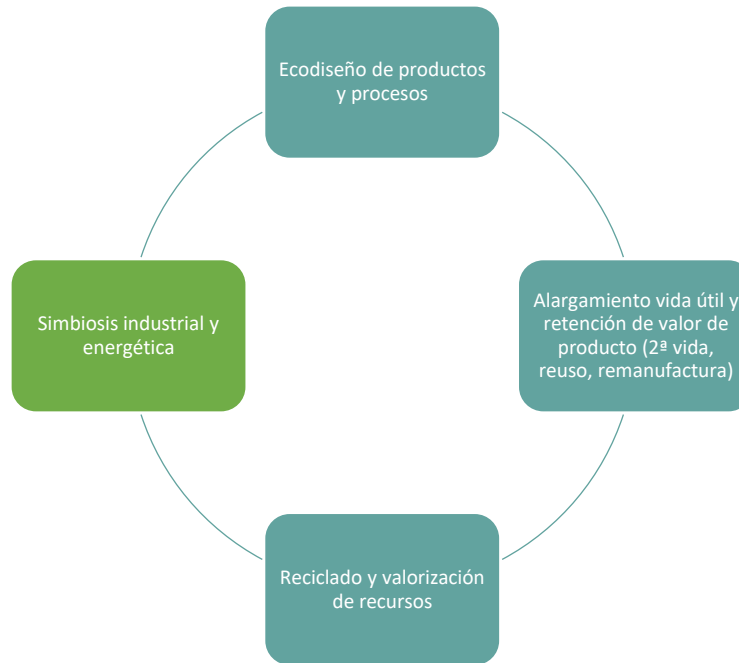


Figura 2: Prioridades Estratégicas del Grupo de Sostenibilidad y Economía Circular

#### 3.1. Ecodiseño modular de productos y procesos

Además del reciclado considerado siempre como el proceso final que debe devolver la mayor cantidad posible de material al proceso productivo, hay un factor decisivo para favorecer la circularidad de los materiales y productos, y este factor es el **Ecodiseño** entendido como el diseño dirigido con perspectiva de Economía Circular. La llegada de productos nuevos y con alta escalabilidad puede suponer un grave problema medioambiental si en la fase de diseño no se ha tenido en cuenta la perspectiva de su impacto en la circularidad a lo largo de todo el ciclo de vida con medición del impacto asociado a través del análisis de ciclo de vida (ACV).

El ecodiseño modular incluye la selección de materiales con menor impacto ambiental, más duraderos, procesos menos contaminantes y la facilidad para el desmontaje y reparación y/o reemplazo de componentes y sistemas: Se trata de aplicar una estrategia holística contemplando toda la vida del producto que permita tomar la decisión correcta para el nuevo diseño desde el punto de vista ambiental

A través de esta prioridad se pretende reducir el impacto ambiental de los productos y procesos a lo largo de su ciclo de vida aplicando la aproximación *Craddle to gate* para análisis comparativo de la huella ambiental en todo el ciclo:

- Durante el **proceso de fabricación**, el ecodiseño persigue la minimización del consumo de materias primas y energía, así como la reducción de la generación de

residuos. También promueve la utilización de materiales reciclables y renovables en el ciclo productivo.

- Durante la **fase de uso** del producto el ecodiseño aspira a alargar la vida útil del producto facilitando el mantenimiento y un eficiente reemplazo de componentes.
- Tras el **fin de vida del producto**, el ecodiseño **plantea** facilitar el desmontaje y la reciclabilidad de los productos.

Para abordar el ecodiseño de un producto con un buen enfoque en Economía Circular es importante que tenga pocos componentes, un coste menor para el proceso secundario que el primario y un mecanismo estandarizado de recogida, segregación y reutilización o reciclado.

Otro aspecto importante en la fase de diseño y producción es asegurar que toda la información relativa a composición del producto y el proceso productivo sea trazable, contrastable, e interoperable para conocer el impacto ambiental asociado en cada una de esas fases y en todo el ciclo de vida, facilitar la reutilización, reaprovechamiento, así como informar de las necesidades de una correcta gestión de este al final de su vida útil. Así la Comisión Europea pretende regular de forma armónica el Pasaporte Digital de Producto estructurarán en forma digital todos los datos necesarios sobre la composición de cada producto, vida útil estimada de los mismos, la existencia de piezas de repuesto, los servicios de reparación, disponibilidad de actualizaciones de SW, de lotes, etc. Así se garantiza que los usuarios de la cadena de suministro pueden reutilizar el producto o componente y gestionarlo correctamente en las instalaciones de gestión de residuos, una vez acabada la vida útil.

#### Ámbitos de desarrollo:

- ✓ Desarrollo de biomateriales estables con especificaciones técnicas próximas a los materiales tradicionales para su utilización en los vehículos (Biopolímeros, bioaditivos, Biocomposites con alto contenido en fibra de carbono y grafeno para elementos estructurales y de interior, ...).
- ✓ Materiales sostenibles 100% naturales para estructuras, superficies y revestimientos.
- ✓ Materiales reciclados, reciclables y bio-basados *fit-for-purpose* con propiedades mejoradas, sostenibles, inteligentes y/o multifuncionales.
- ✓ Sustitución y/o reducción del contenido en materias primas críticas vírgenes
- ✓ Empleo de aluminios de mayor resistencia (por ejemplo, para componentes del chasis).
- ✓ Nuevas variedades de aceros y aluminio sostenibles con alto límite elástico y mejorados en su confortabilidad
- ✓ Materiales ligeros avanzados: uso de soluciones multimaterial sostenibles basadas en compuestos reforzados con fibras e integrados con metales.
- ✓ Uniones Reversibles sostenibles.
- ✓ Desarrollos modulares, piezas multiaplicación, piezas multimarca dentro de un grupo, ...
- ✓ Productos con arquitectura monomaterial.
- ✓ Ecodiseño de procesos: adaptación a productos monomaterial, generación de gemelos digitales del proceso de transformación de material para la fabricación de



productos que permita garantizar la calidad de los mismos al mismo tiempo que se optimiza el proceso desde un punto de vista energético y de reducción o reutilización de materiales, lectura de trazabilidad en cada estación del proceso, control 100% características críticas, flexibilización de los procesos, cambio rápido de referencia, rentabilidad en series cortas, control de calidad basado en Inteligencia Artificial para reducción de residuos y rechazos: visión artificial.

- ✓ Aplicación del diseño computacional de materiales como herramienta para contribuir a la sostenibilidad, descarbonización y economía circular. Análisis virtual del comportamiento de materiales para disminuir el impacto ambiental de sus procesos de fabricación o transformación.
- ✓ Fabricación de componentes standard en versión sostenible y según Ecodesign Process.
- ✓ Trazabilidad completa e inmutabilidad de los datos a través de blockchain.
- ✓ Baterías reciclables y/o remanufacturables.
- ✓ Herramientas para la simulación y modelado de todo el ciclo de vida del producto desde el diseño, hasta la fabricación y las estrategias de fin de vida.
- ✓ Despliegue de metodologías de reingeniería del ciclo de vida para reducir el impacto ambiental.
- ✓ Implantación del eco etiquetado o pasaporte digital de producto obligatorio en automoción (señalando grados de circularidad)

#### Tecnologías facilitadoras:

- ✓ Nuevos materiales descarbonizados y de larga duración
- ✓ Nuevos materiales biodegradables
- ✓ Materiales biobasados estables
- ✓ Materiales sostenibles (con alto contenido de material reciclado y fácilmente reciclables)
- ✓ Sustitución o reducción de la cantidad de materias primas vírgenes, especialmente materias primas críticas
- ✓ Diseño de máquinas y activos más ecoeficientes
- ✓ Fabricación aditiva
- ✓ Generación renovable / hidrógeno verde
- ✓ Electrónica embebida (plastrónica)
- ✓ Automatización de desmantelamiento y remanufactura
- ✓ Robótica
- ✓ Computer vision
- ✓ Sistemas de gestión de la información y plataformas de colaboración
- ✓ Ciberseguridad
- ✓ Blockchain
- ✓ Espacios de datos
- ✓ Gemelo digital
- ✓ Sensórica / IoT
- ✓ Edge Computing
- ✓ Redes de comunicaciones
- ✓ Inteligencia Artificial
- ✓ Metodologías armonizadas para medida huella (LCA, LCC, y LCS)
- ✓ Tecnologías de optimización estructural.
- ✓ Productos seguros y sostenibles desde el diseño (SSbD).

- ✓ Modelos y herramientas de simulación vida en servicio.
- ✓ Modelos y herramientas de simulación de nuevos materiales.

### 3.2. Alargamiento de vida útil y retención de valor del producto

El alargamiento de vida útil y la retención de valor del producto son estrategias clave que pretenden extender la vida útil de los productos, manteniendo el valor económico a lo largo del tiempo. Resulta necesaria la fabricación de productos duraderos, con componentes modulares y reemplazables, que faciliten su mantenimiento, reparación o reacondicionamiento. Asimismo, es importante la reutilización de componentes en 2ª vida con garantías o a través de mercados secundarios para componentes usados.

Además, frente al reciclaje convencional, donde los materiales se descomponen para ser utilizados en la fabricación de nuevos productos, es prioritario potenciar la remanufactura de componentes, enfocada hacia el aprovechamiento de los componentes para reducir la necesidad de producir nuevos componentes desde cero.

#### Ámbitos de desarrollo:

- ✓ Desarrollo de nuevos materiales más eficientes y duraderos (aluminios de mayor resistencia, nuevos aceros y aluminios con mayor elasticidad, composites y plásticos reforzados con fibra de carbono, nuevas aplicaciones de magnesio...). Con estos materiales se pretende aumentar la resistencia de los vehículos y el rendimiento en el consumo de materias primas y en la eficiencia de GEI
- ✓ Reintroducción de componentes recuperados o refabricados procedentes de otros modelos en la línea de montaje.
- ✓ Reutilización de materiales del propio vehículo para piezas con prestaciones inferiores (parachoque, salpicadero, etc)
- ✓ Despliegue de metodologías de reingeniería del ciclo de vida para reducir el impacto ambiental.
- ✓ Arquitecturas de fácil desensamblaje que facilitan la extensión de vida y operaciones de reparación.
- ✓ Productos tecnológicos con diseño de vida extendida, SW actualizable.
- ✓ Adhesión a Programas de Circularidad y de REfabricación de OEMS.
- ✓ Implantación del eco etiquetado o pasaporte digital de producto obligatorio en automoción (informando de los grados de circularidad)
- ✓ Ingeniería concurrente de producto y fabricación orientada a la remanufactura, el reciclaje y la reutilización (Diseño para la circularidad), con una especial importancia en flotas de “car-sharing”.
- ✓ Metodologías numérico-experimentales y herramientas ingenieriles para extensión de vida útil (predicción del comportamiento *long-term* fatiga, envejecimiento, desgaste).
- ✓ Monitorización del comportamiento en servicio (Structural Health Monitoring – SHM / Condition or Predictive based maintenance – CBM): prognosis para predicción de vida útil.
- ✓ Desarrollo de sistemas escalables de inspección utilizando materiales con capacidad sensorial y sensórica embebida para evaluar las características del producto durante y después de su uso.
- ✓ Procesos innovadores de desfabricación, desmontaje y remanufactura (desensamblaje, limpieza, evaluación, clasificación, trazabilidad, sensorización), tanto de componentes (baterías, etc.) como de vehículos completos.

- ✓ Procesos de reparación y reutilización (fabricación aditiva, unión, conformado, funcionalización superficial, ...) que aseguren escalabilidad, asequibilidad y fiabilidad.
- ✓ Trazabilidad completa e inmutabilidad de los datos a través de blockchain.
- ✓ Estandarización de componentes para favorecer su segunda vida y reutilización en distintos modelos de vehículo, incluyendo la estandarización del software (ej. tarjetas para compartir ajustes entre vehículos).
- ✓ Retrofit de vehículos de combustión a eléctricos.
- ✓ Retrofitting de componentes
- ✓ Colaboración entre agentes para asegurar la calidad y volumen de componentes y piezas para reuso/remanufactura.

#### Tecnologías facilitadoras:

- ✓ Diseño de máquinas y activos más ecoeficientes
- ✓ Generación renovable / hidrógeno verde
- ✓ Automatización desmantelamiento y remanufactura
- ✓ Robótica
- ✓ Computer vision
- ✓ Sistemas de gestión de la información y plataformas de colaboración
- ✓ Ciberseguridad
- ✓ Blockchain
- ✓ Espacios de datos
- ✓ Gemelo digital
- ✓ Sensórica / IoT
- ✓ Edge Computing
- ✓ Redes de comunicaciones
- ✓ Inteligencia Artificial
- ✓ Metodologías armonizadas para medida huella (LCA, LCC, y LCS)
- ✓ Structural Health Monitoring – SHM
- ✓ Condition or Predictive based maintenance – CBM
- ✓ Tecnologías de optimización estructural.
- ✓ Productos seguros y sostenibles desde el diseño (SSbD).
- ✓ Modelos y herramientas de simulación vida en servicio.
- ✓ Modelos y herramientas de simulación de nuevos materiales.

### 3.3. Reciclado y valorización de recursos

El reciclado de productos persigue la recuperación de los materiales de los componentes, al llegar a su fin de la vida útil, para mantenerlos en el ciclo circular. La extracción y recuperación eficiente de los materiales es una prioridad para maximizar la valorización económica de los materiales reciclados. Para ello es crucial el desarrollo de tecnologías para la separación y recuperación eficiente de materiales, la automatización de procesos de reciclaje o la mejora de la precisión del reciclaje.

Asimismo, es necesario promover la valorización de recursos no reciclables, mediante procesos o técnicas que den valor a los materiales que no son fácilmente reciclables o que no se pueden reciclar de manera tradicional (materiales de desecho, productos no biodegradables o componentes con propiedades especiales).

España cuenta con un subsector consolidado de recuperación y reciclado de materiales del vehículo, aunque los índices de reciclado aún son bajos (86% en peso sin valorización energética) comparados con otros países de la UE (>90% en peso):

En España, los vehículos fuera de uso se reutilizan a través de la red CAT (Centros Autorizados de Tratamiento) que cumple con unos objetivos de reciclaje específicos. En dichos centros se realiza el desguace y recuperación de componentes, la retirada de elementos tóxicos y se gestiona el suministro de chatarra. Posteriormente, los componentes pasan a plantas fragmentadoras que facilitan la recuperación de algunos metales.

La mayoría de los componentes del vehículo son reutilizables y reciclables. Sin embargo, actualmente, la barrera al aumento en las tasas de reciclado la constituyen los plásticos, vidrios y composites. A pesar de que éstos no superan el 10% del peso del vehículo, sí suponen una fracción de mucho volumen (superior al 50% del volumen de vehículos nuevos) debido a las tendencias en aligeramiento de vehículo.

El reciclado de estos materiales requiere de una importante reconversión del ecosistema de CATs y de financiación que apoye la adaptación de sus plantas a los requisitos de estos materiales, que en su mayoría acaban en vertedero.

En el caso del vehículo de motor eléctrico, la penetración de nuevos componentes y materiales plantea nuevos retos de recuperación y reciclaje (ej. tratamiento de tierras raras como neodimio, disprosio o praseodimio; composites; otras materias primas críticas como grafito, manganeso, cobalto o níquel; y segundas vidas para baterías).

#### Ámbitos de desarrollo:

- ✓ Nuevos materiales descarbonizados y de larga duración
- ✓ Materiales procedentes de subproductos y residuos orgánicos.
- ✓ Arquitecturas que faciliten la recuperación y reciclado a fin de vida.
- ✓ Tratamiento y valorización de residuos post-industriales.
- ✓ Tecnologías específicas para procesado de materiales con alto contenido de origen reciclado.
- ✓ Tecnologías para la incorporación de materiales procedentes de corrientes secundarias en componentes estructurales (aceros con mayor tasa de material reciclado de calidad)
- ✓ Sistemas y procesos de reciclado de baterías (se ha estimado que el reciclaje de baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil podría proporcionar el 60 % del cobalto, el 53 % del litio, el 57 % del manganeso y el 53 % del níquel necesarios a nivel mundial en 2040). o para un aprovechamiento de los distintos componentes y materiales.
- ✓ Homogeneidad de criterios de requerimientos de calidad de materiales reciclado
- ✓ Desarrollo pasaporte digital para la trazabilidad de productos y procesos a través de los datos.
- ✓ Trazabilidad completa e inmutabilidad de los datos a través de blockchain.
- ✓ Análisis experimental y técnicas computacionales (simulación multifísica / multiescala / multifase / ROM's) para el diseño, optimización, escalado y operación de equipos y procesos de reciclado y valorización de residuos.



Tecnologías facilitadoras:

- ✓ Nuevos materiales biodegradables
- ✓ Materiales biobasados estables
- ✓ Materiales sostenibles (con alto contenido de material reciclado y fácilmente reciclables)
- ✓ Sustitución o reducción de la cantidad de materias primas vírgenes, especialmente materias primas críticas
- ✓ Generación renovable / hidrógeno verde
- ✓ Robótica
- ✓ Computer vision
- ✓ Tecnologías de Captura, almacenamiento y Uso de Carbono (CCUS)
- ✓ Desarrollo de estándares de procesos de reciclado de baterías
- ✓ Piro/ Hidro-/ionometalurgia para recuperación de metales y de Materias Primas Críticas (MPC)
- ✓ Reciclado mecánico y químico con solventes sostenibles para plásticos y composites
- ✓ Sistemas de gestión de la información y plataformas de colaboración
- ✓ Ciberseguridad
- ✓ Blockchain
- ✓ Espacios de datos
- ✓ Gemelo digital
- ✓ Sensórica / IoT
- ✓ Edge Computing
- ✓ Redes de comunicaciones
- ✓ Inteligencia Artificial
- ✓ Metodologías armonizadas para medida huella (LCA, LCC, y LCS)
- ✓ Simulación multifísica / multiescala / multifase / ROM's

### 3.4. Simbiosis industrial

La simbiosis industrial y energética puede generar importantes beneficios económicos y medioambientales al sector, por medio de mejoras en la eficiencia o la obtención de sinergias en el uso de recursos y energía con otros sectores industriales del entorno. Es una estrategia en la que las empresas o industrias deben establecer relaciones colaborativas para aprovechar sinergias y optimizar el uso de recursos y energía.

En este enfoque, las empresas deben trabajar de manera integrada, intercambiando subproductos, energía, servicios o conocimientos para beneficiarse mutuamente y reducir su impacto ambiental. Por ejemplo, subproductos de una empresa, como materiales, calor residual, agua o energía no utilizados, pueden ser aprovechados por otra empresa como recursos para sus procesos productivos.

Ámbitos de desarrollo:

- ✓ Herramientas para la simulación y modelado de todo el ciclo de vida del producto desde el diseño, hasta la fabricación y las estrategias de fin de vida.
- ✓ Implantación del eco etiquetado o pasaporte digital de producto obligatorio en automoción (señalando grados de circularidad)
- ✓ Trazabilidad completa e inmutabilidad de los datos a través de blockchain.

- ✓ Interoperabilidad en la integración de los datos medioambientales en el ecosistema, integrando la información propia de los fabricantes de componentes con la de los fabricantes de vehículos, incluyendo el comportamiento de los componentes durante su vida en funcionamiento.
- ✓ Desarrollo de nuevos servicios y modelos de negocio medioambientales, basados en el aprendizaje federado entre componentes y vehículos de distintos fabricantes.
- ✓ Monitorización y simulación en tiempo real para optimización energética y evaluación de la capacidad de *demand side flexibility*.
- ✓ Optimización de redes de intercambio y almacenamiento de calor.
- ✓ Desarrollo de procesos de segunda vida de baterías de automoción (aplicaciones estacionarias, ...).
- ✓ Reciclaje de textiles y plásticos, poliuretanos, etc. para emplear en otros sectores con menores requisitos técnicos.
- ✓ Uso de materiales de aluminio y metales para las industrias cementera y siderúrgica.
- ✓ Uso de residuos de automoción para construcción.
- ✓ Uso de fibras recicladas de otros sectores (EERR o aeronáutica) en nuevos componentes de interior.
- ✓ Reciclado de neumáticos fuera de uso para sector construcción u otros.
- ✓ Uso de plásticos reciclados (packaging) para parachoques, guardabarros, salpicaderos
- ✓ Potenciación de las cadenas de suministro asegurando la eficiencia en las actividades de logística verde (ecoeficiencia en operaciones, optimización de km en vacío) y de logística inversa (ej. mantenimiento y reparación de activos, recuperación, valorización y reciclaje de recursos).

#### Tecnologías facilitadoras:

- ✓ Nuevos materiales descarbonizados y de larga duración
- ✓ Nuevos materiales biodegradables
- ✓ Materiales biobasados estables
- ✓ Materiales sostenibles (con alto contenido de material reciclado y fácilmente reciclables)
- ✓ Sustitución o reducción de la cantidad de materias primas vírgenes, especialmente materias primas críticas
- ✓ Generación renovable / hidrógeno verde
- ✓ Automatización del desmantelamiento y remanufactura
- ✓ Robótica
- ✓ Computer vision
- ✓ Tecnologías de Captura, almacenamiento y Uso de Carbono ((CCUS)
- ✓ Piro/ Hidro-/ionometalurgia para recuperación de metales y de MPC
- ✓ Reciclado mecánico y químico con solventes sostenibles para plásticos y composites
- ✓ Sistemas de gestión de la información y plataformas de colaboración
- ✓ Ciberseguridad
- ✓ Blockchain
- ✓ Espacios de datos
- ✓ Gemelo digital
- ✓ Sensórica / IoT

- ✓ Edge Computing
- ✓ Redes de comunicaciones
- ✓ Inteligencia Artificial
- ✓ Metodologías armonizadas para medida huella (LCA, LCC, y LCS)

### Matriz – resumen de tecnologías habilitadoras

Tecnologías \ Prioridades		1. Ecodiseño de nuevos productos y procesos	2. Alargamiento de la vida útil y retención del valor del producto	3. Reciclado y valorización de recursos	4. Simbiosis industrial
Familias	Tecnologías				
Nuevos materiales	Nuevos materiales descarbonizados y de larga duración				
	Nuevos materiales biodegradables				
	Materiales biobasados estables				
	Materiales sostenibles (con alto contenido de material reciclado y fácilmente reciclables)				
	Sustitución o reducción de materiales críticos				
Recursos Energéticos descarbonizados o low-carbon	Generación renovable / hidrógeno verde/ e-fuels				
Reciclado y/o valorización	Piro/ Hidro-/ionometalurgia para recuperación de metales (acero, aluminio, ...) y MPC (baterías, otros componentes...)				
	Reciclado mecánico y químico con solventes sostenibles para plásticos y composites				
	Tecnologías de Captura, almacenamiento y Uso de Carbono (CCUS)				
	Desarrollo de estándares de procesos de reciclado de baterías				
Medición sostenibilidad	Metodologías armonizadas para medida huella (LCA , LCC, y LCS)				
Ingeniería de fabricación de equipos, activos y productos	Diseño de máquinas y activos más ecoeficientes				
	Electrónica embebida (plastrónica)				
	Tecnologías de optimización estructural				
	Productos, seguros y sostenibles desde el diseño (SSbD)				
Información y Comunicación	Sistemas de gestión de la información y plataformas de colaboración				



Tecnologías \ Prioridades		1. Ecodiseño de nuevos productos y procesos	2. Alargamiento de la vida útil y retención del valor del producto	3. Reciclado y valorización de recursos	4. Simbiosis industrial
Familias	Tecnologías				
	Redes de comunicaciones				
Automatización de procesos de producción y remanufactura	Automatización de la fabricación, desmantelamiento y remanufactura				
	Robótica para producción, desmontaje y remanufactura				
	Fabricación aditiva				
Monitorización y simulación	Gemelo digital				
	Structural Health Monitoring – SHM				
	Condition or Predictive based maintenance – CBM				
	Simulación multifísica / multiescala / multifase / ROM's				
	Modelos y herramientas de simulación vida en servicio				
	Modelos y herramientas de simulación de nuevos materiales				
Gestión y procesado del dato	Espacios de datos				
	Edge Computing				
Seguridad y protección de la información para pasaportes de productos	Ciberseguridad				
	Blockchain				
Percepción y procesamiento de información del entorno físico	Computer vision				
	Sensórica / IoT				
Inteligencia Artificial	Inteligencia Artificial para ecodiseño modular y mantenimiento predictivo				

## 4. Impactos esperados

La Economía Circular no es sólo un imperativo medioambiental, sino de índole industrial. Actualmente, las prácticas relacionadas con la recuperación de recursos tienen mayor impacto y grado de adopción (sobre todo debido a metales férreos y no férreos, baterías y neumáticos). Asimismo, las prácticas relacionadas con la extensión de vida útil de vehículos han ido adquiriendo mayor relevancia.

### Impacto en la competitividad y sostenibilidad

La incorporación de la sostenibilidad en la estrategia de negocio de las empresas del sector redundará un mejor posicionamiento y una diferencia competitiva sustancial de aquellas empresas que no apuesten por la sostenibilidad pues son criterios de gran importancia de elegibilidad por muchos inversores clientes y usuarios finales.

Según el Pacto Mundial de Naciones Unidas, 5 de cada 10 grandes empresas ya evalúan a sus proveedores bajo criterios de sostenibilidad medioambientales y más del 40% añaden cláusulas contractuales por motivos de sostenibilidad y otro 40% valora a sus potenciales proveedores según criterios de responsabilidad social y garantía de cumplimiento de derechos humanos.

De acuerdo con el World Economic Forum (WEF), los modelos circulares podrían mejorar la rentabilidad de toda la cadena de valor del sector de movilidad en torno a un 50%, aprovechando nuevas fuentes de valor que sobrepasan los modelos de negocio actuales. Además, WEF considera que el potencial de los nuevos modelos de negocio en torno a la Economía Circular es enorme, ya que pueden permitir generar unos ingresos entre 15 y 20 veces superiores al obtenido mediante la venta del vehículo (modelos as-a-service, leasing, car sharing, servicios de movilidad, así como a través de la reparación y el reciclaje).

Otra tendencia importante del impacto creciente de la sostenibilidad en los negocios es que son numerosas las PyMEs con sistemas garantistas de sostenibilidad las que están logrando acceder a mercados que antes estaban reservados sólo para las grandes empresas.

A continuación, algunos puntos a destacar con mayor impacto:

### Oferta

- Nuevos modelos de negocio de producto basados en Economía Circular (ej. diseños modulares con materiales ecosostenibles, recuperados y reciclados, vehículo eléctrico, reconversión de VCI en VE).
- Reconversión del sector auxiliar hacia actividades relacionadas con materiales y componentes de Economía Circular (incluido Fabricación 4.0).
- Reforzamiento de las cadenas de suministro inversas y desarrollo de estrategias de reutilización, remanufactura, y valorización con un impacto directo en la huella de carbono y en la recuperación de materiales y activos
- Atracción de nuevos mercados gracias a la incorporación de nuevos procesos auxiliares ligados a la circularidad (desfabricación y remanufactura), que pueden permitir a las empresas ampliar o diversificar su actividad dirigiendo esos servicios a agentes con los que no trabajaban antes (o a incrementar facturación)
- Inversiones empresariales en torno a cadenas de suministro circulares – Centros de gestión circulares (centros autorizados de tratamiento-CAT, talleres fragmentadores y operadores logísticos) para cubrir toda la gama de componentes y materiales. Según indica el reciente estudio de KPMG, la inversión en economía

circular concretamente en remanufacturing de vehículos y componentes se verá impulsada por la mayor fortaleza del mercado de vehículos y componentes de 2ª mano (ratio 2,3 usado vs nuevo).

### Demanda

- Eco etiquetado de vehículos y componentes.
- Normas obligatorias de incorporación de materiales recuperados en procesos productivos.
- Implantación de responsabilidad ampliada de productor (RAP) más ambiciosa para los cubrir 99% de volumen y no sólo 85% del peso del vehículo.
- Implantación de RAP en los envases industriales y comerciales por lo que debería también tenerse en cuenta en las operaciones de envasado y distribución del producto (plásticos, films, papel y cartón, pallets de madera, separadores metálicos,...) Incorporar los criterios de sostenibilidad en la logística y distribución del producto es fundamental.
- Necesidad de incentivos fiscales y deducciones a introducción de materiales recuperados, reciclados y/o más eficientes en GEI en nuevos modelos.
- IVA diferenciado por tipos de materiales (recuperados o vírgenes).
- Impulso del sistema de garantías de componentes y recambios, de trazabilidad digital (pasaporte europeo) y de documentación asociados.
- Campañas de sensibilización del mercado sobre vehículos de 2ª mano con materiales recuperados y sobre reparabilidad.
- Promoción de bancos de componentes y pasaportes de materiales. Tendencia a un stock único de materiales circulares.

### Impacto en el potencial de innovación e investigación español

Los datos de inversión en I+D+i del sector de los fabricantes de componentes (6.776M€ invertidos en los últimos 5 años, lo que representa aproximadamente el 3,6% de su facturación en esta materia -el triple que la media industrial y mucho más que la empresarial del país (0,7%),) evidencian los esfuerzos que están realizando para adaptarse a los cambios tecnológicos que les permitirán afrontar con garantías la transformación ecológica. Se trata de un sector que tiene claro que una apuesta decidida en inversión en I +D les permite jugar un papel destacado en el cambio de modelo que implica la transición energética, la descarbonización, la sostenibilidad ambiental, los nuevos materiales y los acelerados procesos de desarrollo tecnológico que tiene este sector y la industria en su conjunto.

- Desarrollo de tecnologías de diseño y fabricación de nuevos materiales.
- Tecnologías de baterías de última generación.
- Desarrollo de tecnologías para la mejora de productividad en refabricación y recuperación de componentes (ej. 3D, robótica, IA o IOT).
- Impulso a tecnologías de reciclaje y valorización de componentes y materiales de mayor dificultad de reciclaje (ej. baterías, plásticos, composites o textiles) . Según estudios realizados por Accenture, se estima que la transición a la Economía Circular tendría un potencial de ahorro de costes de materiales de 630 billones de

dólares por año en 2025, en gran parte debido al reciclaje y valoración de componentes y materiales.

- En el caso concreto de las baterías, aproximadamente el 50% de la batería puede reciclarse. Se estima que, en 2031, unas 40.000 Toneladas de minerales para baterías podrían provenir del reciclado de baterías fuera de uso y se podrían reincorporar al ciclo de vida para fabricar 200.000 nuevas baterías eléctricas en Europa. Sin embargo, hoy por hoy, el reciclado de baterías a coste reducido es un gran reto que aún hay que solucionar desarrollando tecnologías competitivas y sostenibles para la recuperación de las materias primas críticas. La inversión en I+D+i en tecnologías de reciclado permitirá a la industria española reducir la dependencia de importaciones de materias primas clave y mejorar su competitividad en costes al tiempo que cumplirá con la legislación en cuanto a contenido exigido de material reciclado que establece la UE para 2031 (6% de litio y níquel, 16% de cobalto y 85% de plomo)
- Inversión e iniciativas empresariales para la implantación de tecnologías de nuevos materiales, valorización de componentes sensibles y vehículos eléctricos.
- Desarrollo de tecnologías estandarizadas, interoperables y escalables de trazabilidad de materiales (ej. blockchain).

### Impacto en el Empleo

El mercado laboral se transforma constantemente y muchas de las profesiones más demandadas hoy en el tejido industrial hace una década apenas existían. La nueva revolución laboral está catalizada por la economía circular además de la transformación digital y,

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), a finales de 2019 la economía verde era responsable de más de medio millón de empleos en España, el 2,5% de la ocupación total y estiman que gracias a la economía circular se generarán 24 millones de empleos en 2030 en el conjunto de la economía. Uno de los sectores con más potencial para el impulso del empleo a través de la palanca de la sostenibilidad y la economía circular es el sector de automoción.

Si bien los efectos de la economía verde sobre el empleo serán positivos, supondrán, no obstante, un cambio en la distribución del empleo entre los diferentes eslabones y actividades de la cadena de valor. Por ejemplo, dada la menor demanda de materias primas vírgenes, la demanda de empleos en las industrias extractivas será menor y se requerirán menos puestos de trabajo en la fabricación del vehículo eléctrico. Sin embargo, se compensarán con la creación de nuevos puestos de trabajo en otras actividades.

En el caso del sector de automoción debido al cambio del sector productivo y los nuevos usos de movilidad compartida, algunos empleos estarán en juego en España, pero la economía circular supone una gran oportunidad para mantenerlos e incluso incrementar el número de puestos de trabajo adaptando los perfiles y funciones a las necesidades del nuevo modelo productivo que implica la transición ecológica.

Según diversos informes, los empleos dedicados a actividades de reciclaje, mantenimiento y reparación estarán entre los sectores de mayor crecimiento, y especialmente los empleos locales recibirán un impulso importante, teniendo en cuenta que el principio de proximidad es inherente a la economía circular y la necesidad de asegurar un abastecimiento sostenible



de materiales y componentes, se fomentará la creación de puestos de trabajo para acercar y controlar localmente las cadenas de suministro entre proveedores y consumidores. De manera análoga se evidencia el impacto de la economía circular en la creación de nuevos puestos de trabajo cualificados para las actividades de reparación, remanufactura y reciclado de componentes, así como en la gestión de residuo al final de vida útil (actualmente esta última actividad ocupa a más de 140.000 personas, según el Ministerio para la Transición Ecológica)

Por último, es evidente el impacto significativo en cuanto a la necesidad de nuevos perfiles cualificados que conllevará la creación de nuevos puestos de trabajo o la adaptación y reconversión de los actuales.

Como resumen, algunas de las nuevas oportunidades que si se saben aprovechar tendrán un impacto positivo en el sector:

- Reconversión del sector hacia las tecnologías del vehículo eléctrico.
- Oportunidad de reconversión de industria auxiliar hacia el reciclaje y valorización de componentes.
- Reconversión de proveedores hacia la remanufactura de vehículos y componentes (alargamiento de vida útil y retrofitting a vehículo eléctrico).
- Potenciación del sector de gestores de residuos, tratamentistas y recuperación de componentes.
- Generación de empleo por los nuevos requerimientos de fabricación de bienes de equipo, de materiales reciclados, reciclables y/o más ligeros y eficientes, así como por las actividades de I+D asociadas.



Move to Future

AGENDA DE PRIORIDADES ESTRATÉGICAS DE I+D+i DEL SECTOR AUTOMOCIÓN



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



AGENCIA  
ESTATAL DE  
INVESTIGACIÓN

[www.move2future.es](http://www.move2future.es)