

# Ingresos, empleo e innovación: el papel del reciclaje en una economía verde



# Ingresos, empleo e innovación: el papel del reciclaje en una economía verde



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

**Madrid, 2013**

### **Aviso legal**

El contenido del presente informe no refleja necesariamente la opinión oficial de la Comisión Europea ni de otras instituciones de la Unión Europea. Ni la Agencia Europea de Medio Ambiente ni ninguna persona o empresa que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en este informe.

### **Aviso de propiedad intelectual**

© AEMA. Copenhague, 2011.

Reproducción autorizada con indicación de la fuente bibliográfica, salvo que se especifique lo contrario. Existe gran cantidad de información sobre la Unión Europea en Internet, a la que se puede acceder a través del servicio de Europa (www.europa.eu)

### **Revisión científica de la edición en español:**

Este trabajo ha sido realizado por TAU Consultora Ambiental por encargo de la Subdirección General

Foto de portada © stock.xchng

Foto izquierda © OzgurSaki

Foto derecha © stock.xchng

de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

### **Supervisión, coordinación y control (MAGRAMA):**

Elisa Rivera Mendoza

### **Coordinación (TAU Consultora Ambiental):**

Laura Romero Vaquero

### **Título original en Inglés:**

*Earning, jobs and innovation: the role of recycling in a green economy.*

### **Equipo de revisión:**

Manuel Álvarez-Arenas Bayo, TAU Consultora Ambiental

Rodrigo Jiliberto Herrera, TAU Consultora Ambiental

Laura Romero Vaquero, TAU Consultora Ambiental



## **MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE**

### **Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

### **Diseño de portada: AEMA**

**Maquetación:** AEMA/PiaSchmidt

### **Impresión y Encuadernación:**

Solana e Hijos Artes Gráficas, S.A.U.

NIPO (edición papel): 280-13-072-8

NIPO (edición Cd): 280-13-070-7

NIPO (edición línea): 280-13-071-2

ISBN (edición papel): 978-84-491-1266-9

ISBN (edición Cd): 978-84-491-1267-6

Depósito Legal (edición papel): M-14092-2013

Depósito Legal (edición Cd): M-14093-2013

Catálogo General de publicaciones oficiales de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

### **Distribución y venta**

Paseo de la Infanta Isabel, 1  
Teléfono: 91 347 55 51 - 91 347 55 41  
Fax: 91 347 57 22

Tienda virtual: [www.magrama.es](http://www.magrama.es)  
e-mail: [centropublicaciones@magrama.es](mailto:centropublicaciones@magrama.es)

**Datos técnicos:** Formato 21 x 29,7 cm. Caja de texto: 17,5 x 25 cm. Composición: dos columnas. Tipografía: Palatino Linotype, Verdana a cuerpos 7, 9, 8,5, 10 y 20. Encuadernación: rústica. Papel: Interior en couché reciclado 100% de 115 grs. Cubierta en cartulina gráfica de 300 grs. Tintas: 4/4. Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro.



Impreso sobre papel 100% reciclado

# Presentación de la edición española

Los residuos y la escasez de materiales son dos graves problemas de las sociedades modernas, que se agudizan cuando se consideran y se tratan de afrontar por separado. Miles de toneladas de residuos (2.700 millones de toneladas anuales en la Unión Europea), con todo tipo de productos, se generan cada día, sobre todo en los entornos urbanos, alimentados por un consumo creciente, al que se incorporan más y más ciudadanos de economías emergentes. Es un consumo en el que los bienes quedan obsoletos en un plazo de tiempo breve, y son reemplazados por otros, más modernos, con prestaciones mejoradas. Esta sustitución de bienes y productos plantea las dos caras del problema: hay que tratar adecuadamente los productos que se consideran fuera de la vida útil, y a la vez hay que conseguir materias primas para fabricar los productos nuevos, que sustituirán a los anteriores. Frente a la competencia que las economías emergentes, especialmente asiáticas, pueden suponer para los países de la Unión Europea en el mercado global de materias primas y energía, en este informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente, el reciclaje se presenta, como una parte, cada vez más importante, de una respuesta global a esta exigencia de competitividad: la apuesta por una economía verde.

Por medio del reciclaje de los materiales que contienen los residuos para la elaboración de productos nuevos, se afrontan de manera conjunta los dos problemas mencionados, el incremento de la generación de residuos y la escasez de materias primas, y disminuye de manera significativa su dimensión y su magnitud. Desde la Unión Europea, se han impulsado políticas que tienden a fomentar la reutilización y reciclado de materiales, políticas que tienen un positivo impacto económico, ya que implican la creación de un número elevado de puestos de trabajo relacionados con las actividades de reciclaje, y, al mismo tiempo, estas políticas permiten que disminuya la demanda de materias primas, que para la Unión Europea, tienen en algunos casos un precio elevado. Extraer de manera adecuada los materiales utilizados en bienes considerados obsoletos, y utilizarlos para nuevos procesos de fabricación, disminuye la demanda de recursos, y alivia la presión sobre los ecosistemas. En algunos recursos, como papel y cartón, o hierro y acero, el reciclaje puede satisfacer una parte considerable de la demanda. Las directivas europeas sobre residuos, y las cuotas de reutilización y reciclado que han establecido, han contribuido de manera decisiva al cambio experimentado en la última década en este campo.

La eficiencia en la utilización de recursos en la Unión Europea todavía tiene que incrementarse. De hecho, en el año 2011 se aprobó la Hoja de Ruta para una Utilización Eficiente de los Recursos, siguiendo las indicaciones de la ONU, que estima que al ritmo actual, en el año 2050 la utilización de materiales multiplicará por tres el consumo actual, hasta cifras ya no sostenibles. Aunque a través del reciclaje de residuos, no es posible lograr una autosuficiencia que excluya la necesidad de conseguir nuevas cantidades de materias primas, esta actividad sí puede permitir disminuir las necesidades de conseguir nuevos materiales, aliviando la presión sobre la economía y los ecosistemas, hasta un punto sostenible. Es un esfuerzo que impulsa de manera decidida y consciente toda la Administración española, con la participación cada vez más consciente de empresas y ciudadanos.

Guillermina Yanguas Montero  
Directora general de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural  
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente



# Contenidos

---

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>6</b>
<b>Mensajes clave .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Reciclaje y economía verde .....</b>	<b>9</b>
1.1 La economía verde y la crisis económica .....	9
1.2 El papel del reciclaje en una economía verde .....	10
<b>2 Importancia económica del reciclaje en Europa.....</b>	<b>12</b>
2.1 Volumen de facturación del sector del reciclaje.....	12
2.2 Comercio interior y exterior de productos reciclables en la UE .....	14
2.3 Fuerzas del valor creciente del reciclaje .....	14
2.4 Reciclaje y creación de empleo.....	14
<b>3 Satisfacer las necesidades de recursos de Europa a través del reciclaje.....</b>	<b>18</b>
3.1 El reciclaje puede aumentar en gran medida, pero no puede satisfacer toda la demanda.....	18
3.2 Las nuevas tecnologías son esenciales para mejorar las tasas de reciclado.....	19
3.3 También se necesitan medidas orientadas al consumo.....	20
<b>4 Garantizar el suministro de metales raros y otros recursos críticos.....</b>	<b>21</b>
4.1 Un posible obstáculo para el desarrollo tecnológico .....	21
4.2 Catorce materias primas críticas para la UE .....	21
4.3 Proyecciones de la demanda de materias primas y tecnologías emergentes.....	21
4.4 La necesidad de mejores procesos de recogida y reciclaje.....	21
<b>Referencias .....</b>	<b>24</b>

# Agradecimientos

---

Este informe se basa en un informe técnico preparado por el Centro Temático Europeo sobre Consumo y Producción Sostenibles (CTE/CPS, 2011) para la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

Los autores de este informe son Ioannis Bakas, Anders Bjorn, Christian Fischer, Sabine Haselsteiner, Jan Kosmol, Christian Lowey y Naoko Tojo del CTE/CPS

y Özgür Saki de la AEMA. Almut Reichel (AEMA) contribuyó con comentarios muy valiosos.

El administrador de tareas del CTE/CPS fue Christian Fischer.

El director de proyecto de la AEMA fue Özgür Saki.

# Mensajes clave

La UE ha introducido una serie de políticas para aumentar el reciclaje en los últimos 15 años. Éstas incluyen objetivos específicos de reciclado de los materiales y productos de residuos en los equipos eléctricos y electrónicos, vehículos para desguace, envases, pilas, residuos domésticos y residuos de construcción y demolición. Del mismo modo, la Directiva sobre vertederos (UE, 1999) establece objetivos para desviar los residuos de los vertederos para su reciclado o valorización. Y los requisitos ambientales sobre vertederos y plantas incineradoras se han endurecido, haciendo que estas opciones de gestión de residuos se hayan encarecido y que el reciclado sea más competitivo.

Estas iniciativas de la UE se tomaron principalmente por razones ambientales. El reciclaje beneficia al medio ambiente disminuyendo los residuos que van a vertederos, y evitando así la emisión de contaminantes. También ayuda a cumplir con las demandas de materiales de la producción económica, la prevención de los impactos ambientales asociados a la extracción y refinamiento de materiales vírgenes.

Al mismo tiempo, promover el reciclaje ofrece otros beneficios económicos y sociales importantes: generar crecimiento económico, fomentar la innovación, estimular el empleo y mejorar el acceso seguro a los recursos críticos. En conjunto, estas características hacen que el reciclado tenga un papel esencial en el logro de una prioridad política de primer orden europeo y mundial: el cambio hacia una economía verde que genere prosperidad, a la vez que mantiene un medio ambiente sano y equidad social para las generaciones actuales y futuras.

Este breve informe explica la función del reciclaje en la economía verde y examina la evidencia de su contribución en Europa, centrándose principalmente en sus beneficios económicos. Las conclusiones principales son las siguientes:

- **Los ingresos del reciclaje son considerables y crecen rápidamente.** De 2004 a 2008 la facturación de las siete categorías principales de materiales reciclables aumentó casi un 100%, hasta un mínimo de 60.000 millones de euros. Debido a la crisis económica, la facturación del reciclaje disminuyó drásticamente a finales de 2008 y en el primer semestre de 2009, pero parece que se ha recuperado notablemente desde entonces.
- **Las economías asiáticas en auge y las directivas de la UE han impulsado el reciclado en Europa.** Uno de los motores de la creciente importancia económica del reciclaje es el aumento de la demanda mundial de materiales, especialmente en las economías asiáticas en auge. Pero además del incremento de los precios unitarios de residuos de metales y plásticos hasta el año 2008, otro factor importante es la cantidad cada vez mayor de materiales reciclables clasificados y puestos en el mercado. Las directivas sobre residuos de la UE han contribuido mediante la creación de obligaciones de reciclar o recuperar porcentajes cada vez mayores de residuos y desalentar su vertido.
- **El reciclaje crea más puestos de trabajo en los niveles de ingresos más altos que el vertido o la incineración de residuos.** El empleo total relacionado con el reciclaje de materiales en los países europeos ha aumentado constantemente, pasando de 422 por millón de habitantes en 2000 a 611 en 2007. Esto representa un aumento del 45% entre 2000 y 2007, lo que corresponde a un incremento anual del 7%.
- **El reciclaje puede satisfacer una gran parte de la demanda de recursos que genera la economía, aliviando la presión sobre los ecosistemas para proveer recursos y asimilar los residuos.** El reciclado ya cumple una proporción considerable de la demanda de algunos grupos de recursos, sobre todo de papel y cartón, y de hierro y acero.
- **Sin embargo, incluso el reciclaje máximo no puede cubrir toda la demanda de recursos de la UE.** Esto se debe a la acumulación de bienes en una economía en crecimiento de la UE, por ejemplo en el sector de la construcción, que actúa como un almacenamiento a largo plazo de los materiales, haciendo que no estén disponibles para su reciclaje durante muchos años. Los plásticos reciclados y



los residuos de equipos eléctricos y electrónicos proporcionan la cobertura más baja de la demanda tanto en la actualidad como en un escenario de reciclado máximo. Aumentar el reciclado puede ayudar a crear una economía de recursos segura, pero hemos de aceptar que el crecimiento económico impulsado por el creciente consumo de material es insostenible.

- **El reciclaje es particularmente valioso para garantizar el suministro de recursos críticos.** El reciclaje de metales raros es esencial para que la UE promueva nuevas tecnologías, especialmente en áreas como las tecnologías de e-movilidad, información y comunicación, y las energías renovables. Sin embargo, los metales raros y preciosos se caracterizan por el uso disipativo, lo que quiere decir que se utilizan en pequeñas cantidades en una multitud de aplicaciones y productos. La infraestructura de reciclaje existente no se ha centrado aún en este problema, lo que significa que muchos de estos metales se pierden. Por lo tanto, es necesario un mayor análisis de metales raros (por ejemplo, en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE) y de sus posibilidades de reciclado.

### **Oportunidades para apoyar el reciclado y la economía verde**

Hoy en día, tres de los retos más importantes a los que se enfrenta Europa son la reducción de las cargas ambientales, la creación de nuevos puestos de trabajo y mejorar la base de recursos para la economía. El reciclaje puede contribuir sustancialmente en la solución de los tres desafíos, ofreciendo una oportunidad de éxito rápido.

Las autoridades competentes a través de la sociedad tienen claras oportunidades para fomentar el reciclaje en toda la UE, y así ayudar a crear una economía verde en Europa a través de:

- apoyar la demanda de materiales reciclables en la industria, dentro y fuera de la UE;
- asegurar que el material reciclable se separa de los residuos que irán a vertederos y que la calidad de los materiales reciclables mejora, porque esto aumenta el valor del material de residuos reciclables;
- mejorar el diseño de productos para facilitar la separación de materiales;
- integrar el reciclaje de metales raros y preciosos en la infraestructura de reciclado existente, desarrollando nuevas tecnologías de reciclado y estimulando la investigación de sustitutos de estos metales;
- eliminar gradualmente los vertederos para materiales reciclables;
- construir infraestructuras y mercados de reciclado allí donde aún no existen.

El desarrollo del reciclaje en la última década es un ejemplo interesante del trabajo conjunto de las fuerzas del mercado y las exigencias legislativas para producir resultados positivos. Este enfoque integrado debería reforzarse aún más dentro de una estrategia de la UE sobre gestión sostenible de materias primas. También se necesitan medidas para ampliar la comprensión del papel del reciclado en la materialización de una economía verde en la UE y en todo el mundo.

# 1 Reciclaje y economía verde

- Una economía verde equilibra los objetivos económicos, centrándose en la equidad social y el mantenimiento de los sistemas ambientales.
- El reciclaje contribuye a una economía verde de muchas maneras, incluyendo aumentar la eficiencia de los recursos, reducir el impacto ambiental de la extracción de materias primas, generar empleos y oportunidades de negocio y asegurar el suministro seguro de recursos esenciales.
- El reciclaje también representa un medio fundamental para la aplicación de la Estrategia de la UE Europa 2020, en particular la iniciativa emblemática sobre el cambio a una economía basada en recursos eficientes y de bajo consumo de carbono para lograr un crecimiento sostenible.

## 1.1 La economía verde y la crisis económica

En años recientes, el término “economía verde” ha surgido en el contexto de los debates de política sobre la recuperación de la crisis económica mundial en 2008. El significado preciso del término (y los conceptos relacionados, como “crecimiento verde” y “nuevo pacto verde”) ha sido un tema de debate. Sin embargo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha ayudado recientemente a estructurar y fundamentar los debates mediante la elaboración de una definición de trabajo. Según el PNUMA (2011a):

*Una economía verde es la que da lugar a la mejora del bienestar humano y la equidad social, al tiempo que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica. En su expresión más simple, una economía verde puede considerarse como aquella que es baja en carbono, hace un uso eficiente de los recursos y es socialmente inclusiva.*

*En una economía verde, el crecimiento de los ingresos y el empleo deben ser impulsados por las inversiones públicas y privadas que reduzcan las emisiones de carbono y la contaminación, fomenten la eficiencia energética y de los recursos y eviten la pérdida de biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Estas inversiones deben ser dirigidas y apoyarse en metas de gasto público, reformas de política y cambios en la regulación.*

*El camino hacia el desarrollo debe mantener, mejorar y, en su caso, reconstruir el capital natural como un activo económico fundamental y como una fuente de beneficios públicos, especialmente para los pobres, cuyos medios de subsistencia y seguridad dependen de la naturaleza.*

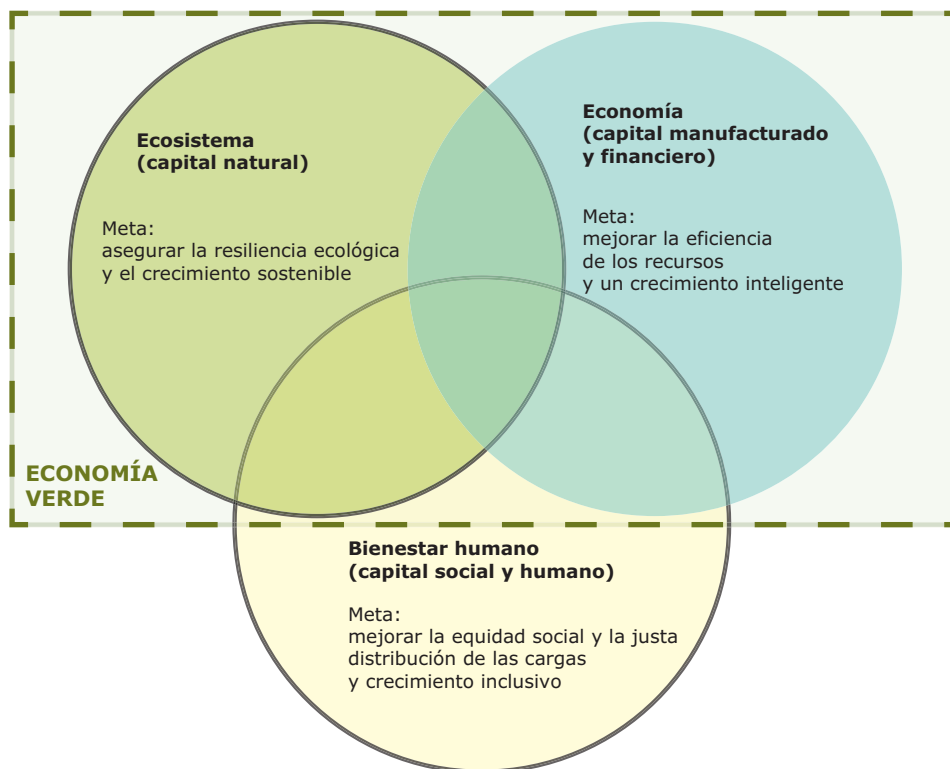
En la UE, la respuesta de la Comisión Europea a la crisis económica incluye la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Comisión Europea, 2010a). Los enlaces de la Estrategia con el concepto de economía verde son numerosos, aunque probablemente más evidentes en su iniciativa emblemática “Una Europa que utilice eficazmente los recursos”, cuyo objetivo es apoyar la transición a una economía eficiente y baja en carbono para lograr un crecimiento sostenible (Comisión Europea, 2011).

Sin embargo, a pesar del reciente aumento de interés, está claro que la “economía verde” no es un concepto totalmente nuevo. Los términos “economía verde”, “economía sostenible”, “crecimiento verde” y “crecimiento sostenible” comenzaron a aparecer en el discurso político aproximadamente al mismo tiempo que el “desarrollo sostenible” en la Estrategia Mundial para la Conservación de la UICN (IUCN, 1980), el Informe Brundtland (WCED, 1987) y en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992).

En algunos de los estudios anteriores, el término “economía verde” se usa como sinónimo de desarrollo sostenible y como deja claro la definición del PNUMA más arriba, los enlaces son abundantes. Una economía verde equilibra los objetivos económicos con un enfoque de equidad social y conservación de los sistemas ambientales. También reconoce que el potencial de una economía para generar ingresos depende en gran medida de diversas formas de capital, incluyendo (de manera fundamental) el capital natural - ecosistemas que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios de enorme valor, si se mantienen adecuadamente (Figura 1.1).

Un elemento esencial en el concepto de economía verde es la necesidad de reflejar el valor del medio ambiente en las decisiones económicas. Los precios de mercado a menudo pueden proporcionar señales engañosas acerca de los impactos ambientales y sociales de las actividades económicas, lo que conduce a sistemas de producción y consumo que no logran maximizar el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

**Figura 1.1 El concepto de "economía verde" en el contexto del desarrollo sostenible**



Consecuentemente, los gobiernos tienen un papel importante que desempeñar en corregir los incentivos y ayudar a formular resultados socialmente óptimos. Un aspecto importante de ello es catalizar el cambio hacia una economía circular (en el que los residuos se reconocen como recursos valiosos), aumentando así la eficiencia de los recursos y reduciendo los impactos ambientales resultantes de la extracción de materias primas y de la generación de residuos.

Los documentos políticos de las dos últimas décadas indican que los diferentes niveles de gobierno han reconocido estos objetivos. En la UE, la Estrategia de Lisboa para hacer de la UE "la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de un crecimiento económico sostenible, con más y mejores empleos y una mayor cohesión social" para 2010 (Consejo Europeo, 2000). En 2001, el Consejo Europeo de Estocolmo decidió que la Estrategia europea de desarrollo sostenible debería completar y basarse en el compromiso político en la Estrategia de Lisboa mediante la inclusión de una dimensión ambiental. La Estrategia de desarrollo sostenible reconoce que a largo plazo, el crecimiento económico, la cohesión social y la protección del medio ambiente deben ir de la mano (Comisión Europea, 2001).

La complementariedad de la Estrategia de desarrollo sostenible de la UE y su Estrategia de Lisboa se ha puesto de relieve, por ejemplo, en la Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales (Comisión Europea, 2005) y la Estrategia renovada de desarrollo sostenible en 2006 (Consejo Europeo, 2006).

### 1.2 El papel del reciclaje en una economía verde

En general, las definiciones de la economía verde propuestas en las últimas dos décadas son sorprendentemente similares. Los elementos clave incluyen:

- internalización de las externalidades;
- mejora la eficiencia energética y de los materiales y, en definitiva, disociar el uso de materiales y energía del crecimiento económico;
- cambiar de una economía lineal a una economía circular;
- cambiar de recursos no renovables a renovables.

Como se describe con más detalle en los capítulos siguientes, el reciclaje contribuye de varias maneras a cada uno de estos cuatro principios.

- Como un prometedor sub-sector de la ecoindustria<sup>(1)</sup>, el reciclaje es cada vez más importante para la economía europea, contribuyendo a la producción económica total (PIB) y al comercio interior y exterior de Europa.
- La creciente industria del reciclaje también ayuda a generar “empleos verdes”.
- Una gran parte del reciclaje está estrechamente vinculada a los recursos no renovables, sobre todo los metales. Como tal, el reciclaje permite reducir el consumo de recursos vírgenes no renovables, ayudando directamente a disociar el uso de materiales y crecimiento económico.
- El reciclaje puede ayudar a garantizar que la UE tenga un suministro seguro de recursos críticos, especialmente de metales raros. Éstos son esenciales para producir una amplia gama de productos y tecnologías emergentes, especialmente los recursos energéticos renovables, como turbinas eólicas y paneles solares.
- Actualmente, el reciclado de los flujos de residuos abarca una parte bastante grande del consumo de la UE de ciertos materiales.
- Existen numerosas oportunidades para la innovación ecológica y el desarrollo de nuevas tecnologías en el sector del reciclaje, lo que podría crear mercados para nuevos productos y servicios.
- El reciclaje garantiza que los recursos permanezcan en la economía a través de un proceso de

circuito cerrado. Contribuye a un cambio hacia una economía circular y lejos de un modelo de economía lineal caracterizada por el agotamiento de los recursos y generación de residuos.

- En la mayoría de los casos el reciclaje tiene un menor impacto ambiental en comparación con la producción de materiales vírgenes. Como tal, el reciclaje, ocupa el tercer lugar en la jerarquía de residuos: es menos deseable que la prevención y la reutilización de residuos, pero preferible a la valorización energética y eliminación.
- El reciclaje ayuda a las empresas, otras organizaciones y comunidades a evitar los costes asociados a los vertederos e incineradoras - tanto en términos de gastos financieros como de impactos ambientales.

La importancia del reciclaje se ha reiterado en diversos documentos de la UE en los últimos años. Por ejemplo, el Plan de Acción de la Comisión Europea sobre Consumo y Producción Sostenibles y una Política Industrial Sostenible (Comisión Europea, 2008a) plantea la necesidad de reducir la dependencia de materias primas y fomentar la utilización óptima de los recursos y el reciclaje. La Comunicación de la Comisión de 2008 sobre la Iniciativa de Materias Primas (Comisión Europea, 2008b) también destaca el reciclaje como una medida importante para mejorar el suministro sostenible de materias primas.

Más recientemente, el Consejo Europeo ha subrayado la necesidad de centrarse en “dirigir el mercado hacia la reducción y reciclaje de residuos y el reciclaje de certificados” (Consejo Europeo, 2010). Por otra parte, muchos países europeos han posicionado el reciclaje en el centro de sus políticas para aumentar la eficiencia de los recursos (AEMA, 2011).

(1) Ecorys (2009) especifica que la ecoindustria incluye los siguientes 10 sub-sectores: contaminación del aire; biodiversidad; ruido y vibraciones; otros: materiales reciclados; energía renovable; suelo y aguas subterráneas; gestión de residuos; gestión de aguas residuales; y abastecimiento de agua.

## 2 Importancia económica del reciclaje en Europa

- El volumen de negocios de los siete grupos básicos de materiales reciclables casi se duplicó entre 2004 y 2008.
- Las exportaciones europeas de productos reciclables están aumentando debido al auge de la economía asiática, al aumento de la oferta de materiales reciclables en el mercado y a la aplicación de las directivas de la UE sobre residuos.
- El reciclaje genera más puestos de trabajo en los niveles de ingresos más altos que otras formas de gestión de residuos.
- El empleo de la UE relacionado con el reciclaje de materiales aumentó un 45% entre 2000 y 2007 - el segundo mayor incremento de todos los sub-sectores de la ecoindustria.

### 2.1 Volumen de facturación del sector del reciclaje

Si bien los beneficios ambientales del reciclaje son ampliamente reconocidos, su importancia económica es menos conocida. Al convertir los residuos en materias primas valiosas, el reciclaje crea empleos, construye industrias manufactureras más competitivas y contribuye significativamente a la economía europea.

El sector del reciclaje crece y se desarrolla, pero en la actualidad está dominado por siete grupos principales de materiales:

- vidrio
- papel y cartón
- plástico
- hierro y acero
- cobre, aluminio y níquel
- metales preciosos
- otros metales

Como se muestra en la Figura 2.1, el volumen de facturación de los siete materiales reciclables casi se duplicó a precios actuales, pasando de 32,5 mil millones en 2004 a EUR 60,3 mil millones de euros en 2008. Mientras que el valor económico de todos los materiales reciclables aumentó, esta tendencia es especialmente notable para los metales. Inicialmente, la crisis económica provocó una disminución del volumen

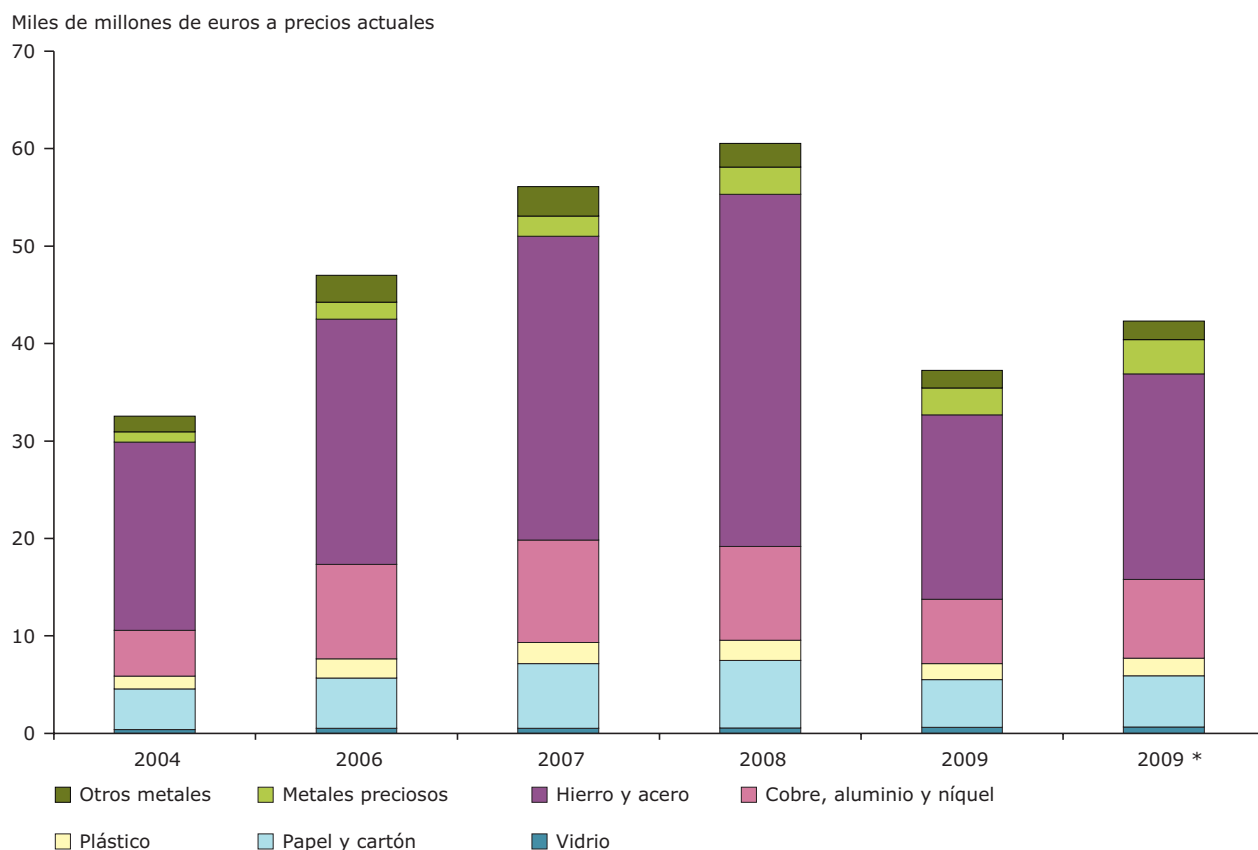
de facturación, pero se recuperó significativamente en el segundo semestre de 2009.

En su conjunto, el sector de la ecoindustria en la UE27 registró una facturación 232 mil millones de euros en 2004 y 319 mil millones de euros en 2008 (a precios actuales), lo que se traduce en una tasa compuesta de crecimiento anual en términos nominales del 8,3% (Ecorys, 2009). En comparación con la producción económica total de la UE27, el volumen de facturación de la ecoindustria aumentó desde el 2,2% del PIB en 2004 al 2,5% en 2008. Es evidente que estos datos no implican que el sector de la ecoindustria representó el 2,5% de la producción económica de la UE en 2008. Sin embargo, a falta de información del valor añadido para la ecoindustria, al menos proporciona una medida de la magnitud del sector y su crecimiento en relación con la economía en su conjunto.

El reciclaje registró la tasa de crecimiento más rápido entre los sub-sectores más grandes de la ecoindustria (reciclaje, oferta de residuos, tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos). Es cierto que su tasa de crecimiento anual no pudo igualar la del sector de la energía renovable, que creció un 37% por año en el período 2004-2008 (EREC, 2010). Sin embargo, el aumento anual del volumen de facturación del reciclaje era todavía muy rápido, situándose en el 17%. Por otra parte, no todas las actividades económicas relacionadas con el reciclaje de los siete grupos de materiales están incluidas y no se incluyen todos los materiales reciclables. Las cifras del volumen de facturación del sector del reciclaje citadas anteriormente pueden, por lo tanto, considerarse como valores mínimos.

La creciente importancia del sub-sector del reciclaje también es evidente en su escala cada vez mayor en relación con la producción económica de sectores clave. En el período 2004-2008 el valor de los materiales reciclables en relación con el valor añadido bruto de los sectores de manufacturación, electricidad y gestión de residuos aumentó desde cerca del 1,7% al 2,7%. Aunque la crisis financiera ha reducido este nivel, la importancia del reciclaje para la economía es aún mayor en 2009 que cinco años antes.

La Tabla 2.1 presenta el volumen de facturación del sector del reciclaje de la UE en el período 2004-2009 y lo relaciona con el VAB de los sectores clave y los resultados económicos agregados.

**Figura 2.1 Volumen de facturación del reciclaje de siete materiales reciclables claves de la UE, 2004 y 2006-2009**


**Nota:** La metodología para el cálculo del volumen de facturación se describe en detalle en el CTE/CPS, 2011.

“Metales preciosos” incluye plata, oro y platino. “Otros metales” incluye plomo, zinc, tungsteno, molibdeno, tantalio, magnesio, cobalto, bismuto, cadmio, titanio, antimonio, berilio, manganeso, cromo, germanio, vanadio, niobio, renio, galio, indio y cermetes.

\* El cálculo de 2009 se basa en los valores para la segunda mitad de 2009 solamente. A pesar de la gran caída de los precios de los productos básicos a principios de 2009 debido a la crisis económica, el volumen total de facturación de materiales reciclables tuvo una notable recuperación en la segunda mitad de 2009.

**Fuente:** Basado en datos de Eurostat, 2010d; CCI, 2009 y Prognos, 2009.

**Tabla 2.1 Volumen de facturación del sector del reciclaje en 2004, 2006-2009 (\*)**

	2004	2006	2007	2008	2009
Volumen de facturación del reciclaje de siete materiales reciclables clave en la UE (millones de EUR, precios actuales)	32.535	47.008	56.082	60.524	37.229
VAB total de los sectores de manufactura, electricidad y gestión de residuos de la UE (en millones de EUR, precios actuales)	1.930.790	2.113.325	2.221.800	2.243.801	1.919.044
Volumen de facturación del reciclaje de siete materiales reciclables clave relativos al VAB total de la industria manufacturera, electricidad y gestión de residuos en la UE (%)	1,69	2,22	2,52	2,70	1,94
VAB total de la UE (millones de EUR, precios actuales)	9.490.958	9.877.205	10.405.157	11.011.791	11.188.957
Volumen de facturación del reciclaje de siete materiales reciclables clave en relación con VAB total de la UE (%)	0,34	0,48	0,54	0,55	0,33

**Nota:** (\*) Los grupos de materiales incluidos aquí son los residuos de vidrio; residuos de papel y cartón; residuos plásticos; chatarra de hierro y acero; chatarra de aluminio, cobre y níquel; metales preciosos y otros metales.

**Fuentes:** Eurostat, 2010d y 2010f; y supuestos del CTE/CPS, 2011.

### 2.2 Comercio interior y exterior de productos reciclables en la UE

Más y más materiales reciclables fueron objeto de comercio entre los Estados miembros o exportados desde la UE en el período 2000-2009. Durante el mismo período, las importaciones de materiales reciclables en la UE se mantuvieron bastante estables y en una escala mucho menor que los flujos de exportación. La única excepción fue el valor de las importaciones de residuos de metales preciosos, que aumentó en un 50% en este período.

La Figura 2.2 muestra la evolución del valor del comercio de todos los materiales reciclables con excepción del vidrio. Para los seis que se muestran, la cantidad y el valor de los materiales reciclables exportados fuera de la UE aumentó desde 2000 hasta la crisis económica iniciada en 2008. Para algunos materiales reciclables, la crisis parece incluso haber fortalecido las exportaciones.

Para los residuos de plástico y de metales preciosos, el valor de las exportaciones de materiales reciclables es más grande que el comercio interno de la UE. Además, para los residuos de papel y cartón, aluminio, cobre y níquel, y hierro y acero, el valor de las exportaciones fue mayor en 2010 que en 2007. En otras palabras, la UE está aumentando su recogida de residuos reciclables pero cada vez más se envían más residuos fuera de la UE como materia prima secundaria para el procesamiento final.

### 2.3 Fuerzas del valor creciente del reciclaje

Una explicación de la creciente importancia económica del reciclaje es la cada vez mayor demanda de materias

primas en la economía en auge de Asia y el consiguiente aumento de los precios de los recursos. Además de esto, las industrias asiáticas consumidoras de materiales reciclables se han recuperado más rápidamente de la recesión económica que sus homólogas europeas y los puestos de trabajo de fabricación se han trasladado fuera de la UE desde que comenzó la crisis.

Sin embargo, los cambios no están todos impulsados por la demanda. Por el lado de la oferta, una cantidad cada vez mayor de materiales reciclables se recogen por separado o son clasificados a partir de residuos mezclados y comercializados. En el período 2004-2009 la cantidad de los siete grupos de materiales reciclables disponible en el mercado aumentó por lo menos el 15%. Este desarrollo se debe en parte a la aplicación de las directivas sobre residuos de la UE como la Directiva sobre envases y residuos de envases (UE, 2004), la Directiva sobre los vehículos al final de su vida útil (UE, 2000), la de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) (UE, 2003) y la Directiva sobre Vertederos (UE, 1999). Todas estas directivas establecen la obligación de reciclar o recuperar proporciones cada vez mayores de residuos.

### 2.4 Reciclaje y creación de empleo

El reciclaje hace otra contribución importante a la economía verde en términos de creación de nuevos puestos de trabajo. Las oportunidades de empleo en el sector del reciclaje son empleos poco cualificados, en particular, pero también incluyen trabajos de media y alta cualificación, que van desde la recogida, manipulación de materiales y procesamiento a la fabricación de productos.

#### Recuadro 2.1 Fuerzas clave y limitaciones para un mayor reciclaje

##### Motores

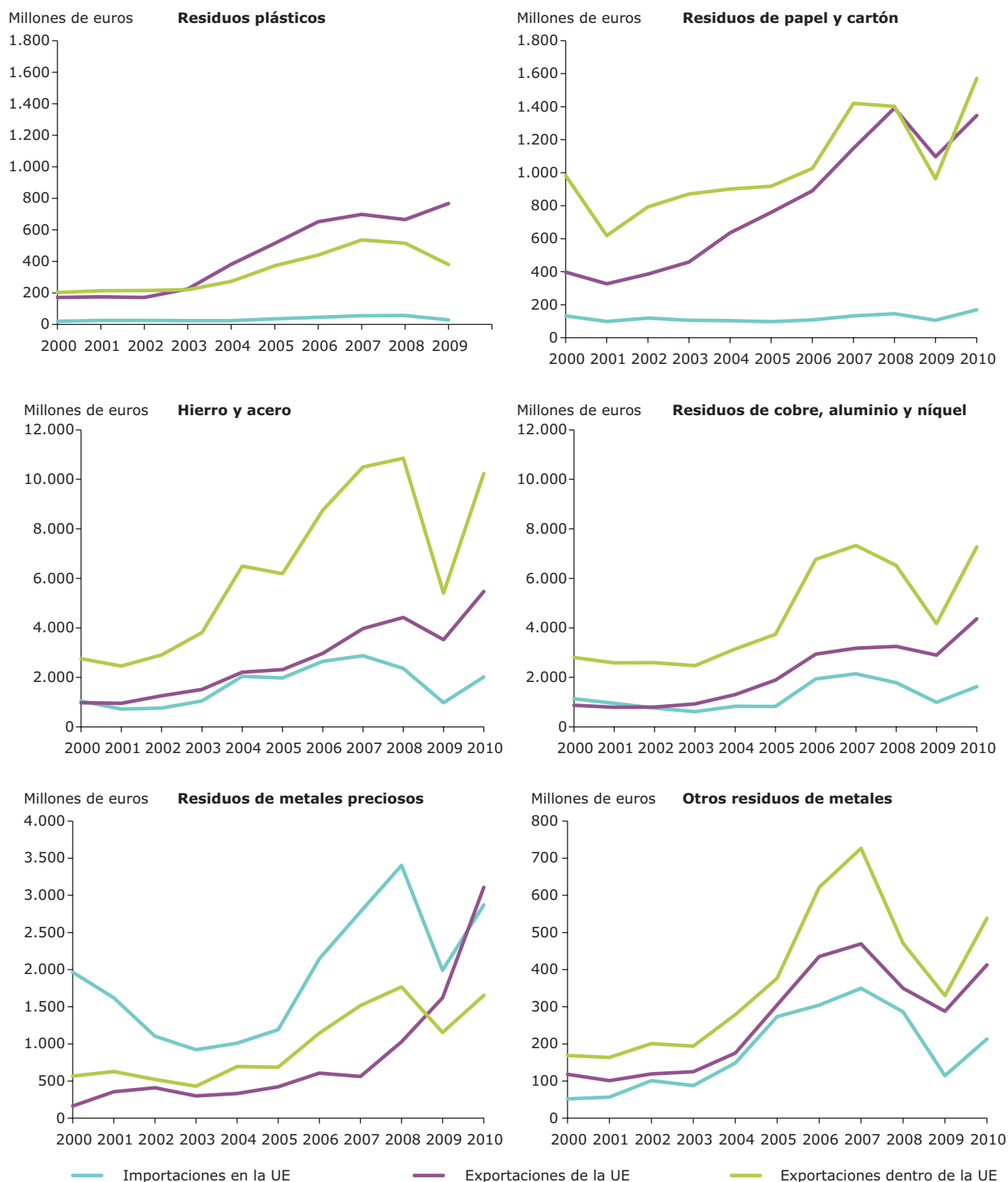
- mayores volúmenes de residuos exigen soluciones eficientes
- mejor aplicación reglamentaria (directivas de la UE de residuos, legislación y políticas nacionales)
- cambio de los vertederos hacia el reciclado y la recuperación
- presiones regulatorias y apoyo legislativo al reciclaje
- creciente preocupación pública y necesidad de una imagen limpia
- valor económico del reciclaje
- creciente demanda de materias primas secundarias (sobre todo de las economías asiáticas)

##### Limitaciones

- diversas interpretaciones de la legislación
- escasa aplicación de la legislación
- continua dependencia de los vertederos
- el reciclaje es caro para determinados tipos de residuos
- la recesión económica afecta a las perspectivas del mercado
- vertido ilegal de residuos

Fuente: Frost y Sullivan, 2009.

**Figura 2.2 Valor del comercio interior y exterior de la UE de materiales reciclables, 2000-2010 (\*)**



**Nota:** El método de cálculo se describe en detalle en CTE/CPS, 2011.

(\*) Los valores de 2010 se basan en las cantidades y valores del primer semestre de 2010 solamente, ya que las cifras para el segundo semestre del año no estaban disponibles en el momento de redactar este informe. Los metales preciosos incluyen plata, oro y platino. "Otros metales" incluye plomo, zinc, tungsteno, molibdeno, tantalio, magnesio, cobalto, bismuto, cadmio, titanio, antimonio, berilio, manganeso, cromo, germanio, vanadio, niobio, renio, galio, indio y cermetes.

**Fuente:** Basado en datos de Eurostat, 2010d.



Por supuesto, otras formas de tratamiento de residuos también ofrecen oportunidades de empleo y contribuyen al ingreso nacional. El punto crucial es que se evidencia cada vez más que la industria del reciclaje genera más puestos de trabajo en los niveles más altos de ingresos que el vertido o la incineración de residuos. El reciclaje tiene aproximadamente el doble del impacto económico que enterrar la misma cantidad de material en el suelo. En concreto, el reciclaje de una tonelada de residuos pagará 101 USD más en sueldos y salarios que la eliminación en vertederos (CIWMB, 2003).

En términos generales, estos resultados transmiten un mensaje claro a los responsables políticos: ascender en la jerarquía de residuos - de eliminación en vertederos al reciclaje - genera empleo y dinamiza la economía. Y como veremos a continuación, los datos de empleo europeos subrayan las oportunidades de creación de empleo en el sub-sector del reciclaje.

### *Evolución del empleo en la UE*

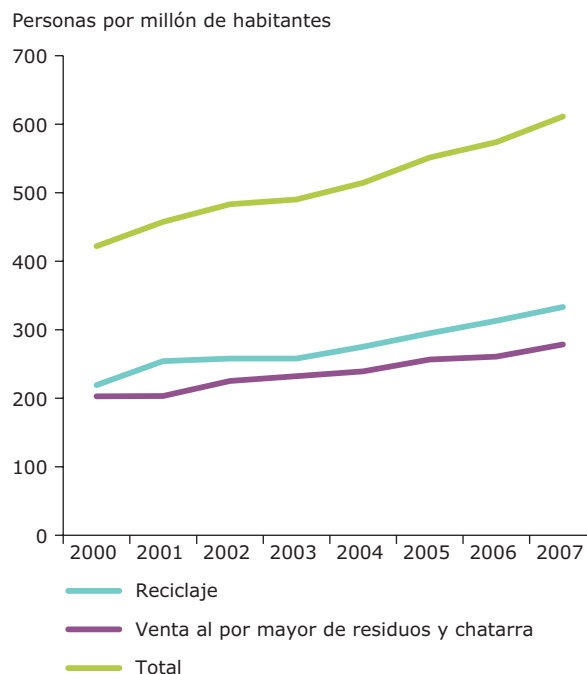
En Europa, la información sobre el empleo en el sector del reciclaje es limitada, porque los datos sobre empleo de Eurostat no están estructurados con un enfoque en el reciclaje. Los datos sobre algunas actividades relevantes (por ejemplo, la recogida de materiales reciclables y las actividades que permiten el uso de materiales reciclables en la fabricación) están agregados con otras actividades. Además, los cambios en las metodologías de clasificación significan que los datos recopilados hasta el año 2007 no son directamente comparables con los datos de 2008 en adelante.

A pesar de estas limitaciones, los datos existentes proporcionan una razonable (aunque incompleta) imagen de la tendencia general del reciclaje relacionada con el empleo. Como muestra la Figura 2.3, el empleo total relacionado con la recuperación de materiales en Europa ha aumentado de manera constante, de 422 habitantes por millón en 2000 a 611 en 2007, lo que supone un incremento del 45%. Además, estas cifras son moderadas, ya que no incluyen el empleo relacionado con el procesamiento de materiales en ciertas instalaciones de fabricación, como la fabricación de pasta de papel o metales.

### *El empleo en el reciclaje en comparación con otras ecoindustrias de la UE*

La ecoindustria de la UE27 se estima que empleaba directamente a unos 2,8 millones de personas en 2004, llegando a 3,4 millones en 2008. El empleo creció un 7,0% en los años 2000-2008. En el mismo período, el crecimiento anual del empleo en el sub-sector del reciclaje (11%) sólo fue superado por el sub-sector de la energía renovable (17%) (Tabla 2.2).

**Figura 2.3 Personas empleadas en actividades de reciclaje en la UE (\*), Noruega y Suiza, por millón de habitantes, 2000-2007**



**Nota:** Las actividades incluidas lo son de acuerdo con la clasificación NACE Rev. 1.1 y consisten en la División 37 (Reciclaje) y la División 51.57 (Venta al por mayor de residuos y chatarra).

(\*) Faltan datos para algunos países entre los años 2000 y 2007. Los países cuyos datos faltan, figuran en CTE/CPS, 2011.

**Fuente:** Basado en datos de Eurostat, 2010a y 2010b.

**Tabla 2.2 Crecimiento del empleo en los sub-sectores de la ecoindustria europea en el período 2000 – 2008**

	<b>Empleo(2000)</b>	<b>Empleo (2008)</b>	<b>Empleo: tasa de crecimiento anual (%)</b>
Gestión de residuos	844.766	1.466.673	7,14
Abastecimiento de agua	417.763	703.758	6,74
Gestión de aguas residuales	253.554	302.958	2,25
Materiales reciclados	229.286	512.337	10,57
Otros	129.313	193.854	5,19
Energía renovable	49.756	167.283	16,37
Contaminación atmosférica	22.600	19.067	2,10
Biodiversidad	39.667	49.196	2,73
Suelo y aguas subterráneas	14.882	18.412	2,70
Ruido y vibración	4.176	7.565	7,71
<b>Total</b>	<b>2.005.764</b>	<b>3.441.102</b>	<b>6,98</b>

**Fuente:** Ecorys, 2009.

## 3 Satisfacer las necesidades de recursos de Europa a través del reciclaje

- Las actividades de reciclaje proporcionan insumos materiales a la economía, en sustitución de materias primas vírgenes y mejorando así la eficiencia de recursos en la producción.
- Actualmente, el reciclaje sólo abarca una pequeña proporción de la demanda de muchos recursos materiales de la UE.
- Si todos los residuos se reciclasen, se podría satisfacer entonces la demanda de una parte sustancial, pero no todo, del consumo de materiales de la UE.

Las actividades de reciclaje proporcionan insumos materiales a la economía, en sustitución de materias primas vírgenes y mejorando así la eficiencia de recursos en la producción. Pero, ¿qué proporción de la demanda de materiales de la economía de la UE se pueden satisfacer a través del reciclaje? ¿Y cuál es el porcentaje actual de materiales reciclados en el consumo de recursos?

### 3.1 El reciclaje puede aumentar en gran medida, pero no puede satisfacer toda la demanda

En la actualidad, la UE consume una enorme cantidad de recursos, con una proporción significativa importada del extranjero (AEMA, 2010). El reciclaje se está convirtiendo en una fuente cada vez más importante de insumos materiales, pero no existe una clara correlación entre el aumento de la recuperación de materiales a través del reciclaje y la reducción de las importaciones de recursos. Los materiales recuperados entran en el mercado libre como cualquier otro producto y pueden ser objeto de comercio, tanto dentro como fuera de la UE.

Si la calidad de un material recuperado es suficiente para considerar su rendimiento igual al del material virgen, es entonces cuando es posible comparar la cantidad recuperada con la demanda total de ese recurso. Esta correlación entre el consumo de un recurso y el reciclaje del correspondiente flujo del residuo puede analizarse en

términos físicos (peso) o económicos (valor). La Figura 3.1 muestra los indicadores físicos (peso) para nueve tipos distintos de residuos.

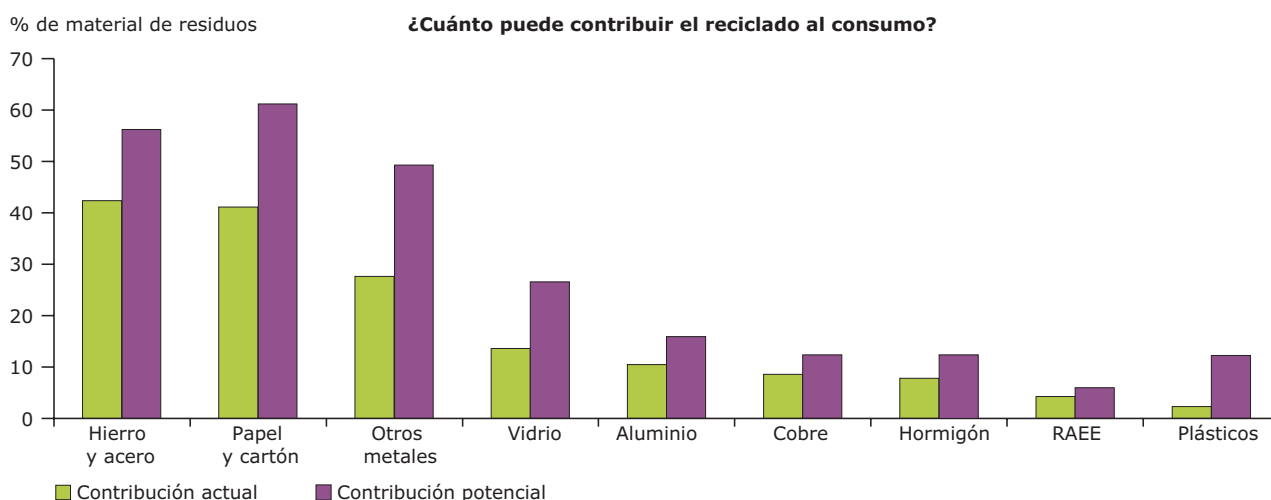
Las tasas actuales de reciclado proporcionan una indicación de la medida en que los materiales reciclables podrían satisfacer el consumo total de la UE de los recursos en la actualidad. Los cálculos asumen que la calidad de los materiales reciclados coincide completamente con las exigencias de calidad de la industria.

Como muestra la Figura 3.1, el reciclaje ya cubre una parte bastante grande del consumo de ciertos materiales de la UE. En peso, la cobertura actual es 41% para el papel y cartón, 42% para el hierro y el acero, 10% para el aluminio, 28% para otros metales<sup>(2)</sup>, 14% para el vidrio, 10% para el aluminio, 9% para el cobre, 8% para el hormigón, el 4% para los RAEE y 2% para los plásticos.

Los datos sobre la generación de residuos de la UE señalan la cantidad máxima que podría reciclarse. Suponer que todos los residuos se reciclan proporciona una indicación del potencial máximo de materiales reciclables para alcanzar las necesidades de su consumo. Por supuesto, este límite superior es teórico, porque en la práctica no todos los residuos pueden reciclarse. Aun así, dado que el reciclaje de la mayoría de los materiales está creciendo en la UE, es interesante examinar la hipotética contribución máxima del reciclado al consumo total de recursos de la UE. ¿Sería posible abarcar una proporción mucho más grande o incluso todo el uso de recursos de la UE, a través del reciclaje?

Como muestra la Figura 3.1, el papel y cartón reciclado y el hierro y acero reciclados podrían cubrir más del 55% de la demanda de estos recursos, mientras que el reciclaje de otros metales cubriría aproximadamente el 50% de la demanda. Estas cifras potenciales podrían aumentar considerablemente si mejoraran la infraestructura y las tasas de recogida. Sin embargo, el reciclaje no puede cubrir el 100% de la demanda de recursos de la UE. En parte, esto se debe a que la economía en crecimiento de la UE está acumulando bienes, por ejemplo en el sector de la construcción. Esta acumulación actúa como almacenamiento a largo plazo de materiales que no

(2) En esta figura, "otros metales" se refieren a la plata, oro, platino, plomo, antimonio, zinc, estaño, níquel, tungsteno, molibdeno, tantalio, magnesio, cobalto, bismuto, titanio, berilio, circonio, cromo, germanio, vanadio, galio, hafnio (celtio), indio, niobio (columbio), renio, talio y manganeso.

**Figura 3.1 Contribución actual y potencial del reciclaje (\*) para satisfacer la demanda de diversos materiales de la UE, 2006**

**Nota:** El cálculo del consumo de la UE se describe en detalle en CTE/CPS, 2011. El año de referencia para el hormigón es 2004.

(\*) Las cifras de la contribución actual y potencial están basadas en la infraestructura disponible en 2006. Los cambios futuros en las tasas de recogida, estructuras de reciclaje y condiciones de mercado mejoradas, pueden influir significativamente en las cifras de la contribución potencial.

**Fuentes:** Eurostat, 2010c y 2010e; Prognos, 2009.

estarán disponibles para su reciclaje durante muchos años. Además, existen límites técnicos para el reciclado, que varían dependiendo del material, y la calidad de los materiales reciclados a menudo no corresponde completamente (aún) con la demanda. Como resultado, algunos materiales se consideran “eliminados del ciclo” en lugar de reciclados.

Las cifras actuales y potenciales que se presentan en la Figura 3.1 varían considerablemente entre los distintos tipos de residuos, por lo que es difícil obtener conclusiones generales. Sin embargo, algunas tendencias son evidentes:

- En general, existe un amplio margen para la mejoría. Para los nueve grupos de recursos, el reciclado potencialmente puede abarcar un mayor porcentaje del consumo total de la UE.
- El consumo de recursos de la UE es lo suficientemente grande para que el reciclado no pueda satisfacer la demanda total de la UE para cualquiera de los grupos de recursos. De hecho, excepto para el papel y el cartón, y para el acero y el hierro, el reciclaje cubriría menos de la mitad del consumo aunque se reciclasen el 100% de los residuos.
- El papel y el cartón, y el hierro y el acero son los recursos de residuos más utilizados.
- Los plásticos reciclados y los RAEE proporcionan la cobertura más baja de la demanda tanto actualmente como en el escenario de reciclado máximo. Para los plásticos esto se explica por la proporción de ellos que se reciclan debido al

complicado procedimiento de clasificación y a la menor calidad del material reciclado final. Además, el reciclado compite con la incineración ya que pueden recuperarse cantidades significativas de energía de los plásticos. En contraste, un porcentaje significativo de los RAEE recogidos se recicla, pero la cantidad recogida es relativamente baja. Esto se debe a las importantes exportaciones de material electrónico y eléctrico de segunda mano desde la UE, al aumento de las reservas de la UE de equipos electrónicos y eléctricos, así como a la falta de una infraestructura de recogida adecuada. En el caso de los metales raros en los RAEE, el uso disipativo puede reducir las tasas de reciclaje, lo que también puede contribuir a la baja cobertura de la demanda.

- La recuperación de aluminio también ha caído muy por debajo de la demanda a pesar de los altos niveles de reciclaje. Esto se debe simplemente a que el consumo es mucho mayor que la generación y reciclaje de residuos de aluminio. Este metal se está utilizando cada vez más en la construcción, es decir su almacenamiento aumenta.

### 3.2 Las nuevas tecnologías son esenciales para mejorar las tasas de reciclado

Las nuevas tecnologías de reciclado son claramente esenciales para la transición a una economía verde, la mejora de la eficiencia de los recursos y, potencialmente, también ofrecen oportunidades de negocio y un potencial de exportación para las empresas y economías innovadoras. Con esto en mente, la iniciativa de ecoinnovación de la UE (UE, 2011) ha aportado casi 200

millones de euros para financiar proyectos en el periodo 2008-2013 y el reciclaje es una de las principales áreas que reciben financiación.

Las tecnologías ambientalmente adecuadas incluyen una variedad de procesos de producción más limpia y de tecnologías de prevención de la contaminación, así como tecnologías al final de los procesos y de seguimiento. Pero las tecnologías no deben limitarse a las innovaciones científicas y técnicas. La transferencia de tecnología también incluye tecnologías blandas, como conocimientos, sistemas y modelos de gestión (PNUMA, 2009a).

En el Recuadro 3.1 se describen los progresos en el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para reciclar plásticos, papel y residuos de cartón, destacando algunos de los desafíos y éxitos.

### 3.3 También se necesitan medidas orientadas al consumo

Las nuevas tecnologías de reciclado pueden proporcionar enormes beneficios. En el contexto de las deliberaciones sobre la forma de lograr una economía verde, sin embargo, es importante reconocer los límites de la contribución potencial del reciclaje, así como las oportunidades que presenta.

Más reciclaje es posible y muy deseable. Pero dado que el reciclaje no puede cubrir el 100% de la demanda, la UE no puede convertirse en una sociedad ideal de circuito cerrado. Si queremos lograr patrones realmente sostenibles de consumo de recursos, entonces debemos aceptar que hay una necesidad de ir más allá de las soluciones tecnológicas e identificar las formas de controlar el consumo de materiales por la sociedad.

#### **Recuadro 3.1 Avances en el desarrollo de tecnologías de reciclaje de residuos de plástico, papel y cartón**

Se necesita una mayor variedad de tecnologías para reciclar el plástico de otros tipos de residuos. Las razones son las diferencias en la pureza de los residuos post-producción y post-consumo (Comisión Europea, 2008c) y las variadas necesidades de tratamiento para diferentes tipos de plástico (ACRR, 2004). Por ejemplo, las botellas de plástico de PET (politereftalato de etileno) no pueden reciclarse junto a envases de transporte de PEBD (polietileno de baja densidad).

La clasificación de los residuos plásticos en la etapa preliminar es la actividad más importante en el circuito de reciclaje (Al.Salem *et al.*, 2009), elevando la calidad de los residuos mediante la agrupación por tipos y colores. Es muy importante pero costoso. Aunque en las últimas décadas han surgido técnicas automáticas de clasificación, aumentando las oportunidades para reciclar los residuos plásticos, la mayoría de las instalaciones de reciclado todavía se centran en la selección manual (Comisión Europea, 2008c).

La técnica automática de clasificación más comercialmente disponible es el detector de infrarrojo cercano. Utiliza un identificador espectroscópico para separar los plásticos de los no plásticos e identifica hasta diez clases diferentes de plástico. Posteriormente, aparatos ópticos permiten clasificar los plásticos por colores. Otras tecnologías separan los plásticos de otras fracciones de residuos y diferencian distintas densidades de plástico (Comisión Europea, 2008c), pero aún se necesita mejorar las tecnologías de clasificación.

La clasificación de los residuos de papel y cartón tiene una larga tradición. Estos residuos se clasifican y comercializan en más de 50 calidades diferentes. La clasificación de los residuos de papel y cartón sigue estando dominada por actividades manuales de clasificación y se espera que sea aún más intensiva en mano de obra a medida que la composición de los residuos de papel sea cada vez más heterogénea y contaminada (CostAction E48, 2010). Esto está relacionado con una mayor necesidad de revisar la calidad del papel recogido.

Sin embargo, las tecnologías también juegan un papel importante en la clasificación del papel y cartón. Antes de que aparecieran los sensores de calidad sin contacto hace unos años (especialmente cerca de la espectrometría de infrarrojo cercano), los métodos de control de calidad consistían especialmente en dispositivos de detección de pasta (CostAction E48, 2010). En el último par de décadas, se han desarrollado e introducido en el mercado innovaciones para el reciclado del papel, como dispersores de sistemas<sup>(3)</sup> y el fraccionamiento<sup>(4)</sup> de sistemas de bucles múltiples para el destintado por flotación (CostAction E48, 2010). Anteriormente, las fibras de los materiales recuperados se utilizaban principalmente para producir calidades marrones de papel y cartón, pero la introducción de nuevas tecnologías significa que se puede producir un papel de grano blanco, adecuado para el papel de prensa y revistas (CostAction E48, 2010).

<sup>(3)</sup> A menudo se incluye una unidad de dispersión caliente o dispersor en una línea de reprocesado de papel usado para reducir el tamaño de partículas de tinta que queden visibles (McKinney, 1995).

<sup>(4)</sup> El fraccionamiento es una operación unitaria para separar una corriente de fibras en dos o más flujos (fracciones) sobre la base de las propiedades de la fibra (CostAction E48, 2010).

## 4 Garantizar el suministro de metales raros y otros recursos críticos

- Algunos metales raros son críticos para las tecnologías emergentes como los sistemas de energías renovables.
- Se espera que la escasez de metales raros limite el futuro desarrollo económico y tecnológico.
- La mejoría del reciclado de metales raros puede constituir una importante fuente de insumos para la producción europea.

Durante el siglo XX, los usos que la sociedad hizo de los metales crecieron rápidamente, dando lugar a un cambio sustancial en las existencias de metales, pasando desde el subsuelo a aplicaciones humanas sobre el suelo. Junto a aplicaciones de infraestructuras colectivas, como el acero en los edificios y el aluminio en los aviones, los metales se utilizan cada vez más para tecnologías innovadoras. La demanda de metales es cada vez mayor, sobre todo en las economías emergentes y también en los países industrializados.

### 4.1 Un posible obstáculo para el desarrollo tecnológico

Las investigaciones indican que algunos tipos de materias primas, especialmente los llamados “metales críticos” pueden convertirse en un obstáculo para el desarrollo económico y tecnológico en el futuro cercano (PNUMA, 2009b). La mayor demanda de estas materias primas incrementará diversos riesgos ambientales, económicos y sociales. Asegurar el abastecimiento de materias primas es particularmente crítico para Europa, Japón y los EE.UU., que tienen reservas de materias primas limitadas en comparación con el consumo actual.

Aunque a menudo se extraen en cantidades relativamente pequeñas, los metales raros tienen importantes impactos ambientales, sobre todo debido a su baja concentración mineral. El reciclaje puede reducir estos impactos mediante la generación de materias primas (secundarias) que pueden potencialmente compensar la mayor demanda de materias primas en el futuro. Como se reconoce cada vez más, la evolución hacia una economía verde, con su enfoque en sofisticadas tecnologías ambientales,

aumentará significativamente la demanda de ciertos materiales. Esto representa una presión adicional sobre los recursos naturales por encima y más allá del crecimiento general de la economía mundial (ISI/IZT, 2009). Obviamente, será necesario un mejor reciclaje, especialmente para aquellos materiales que carecen de sustitutos adecuados.

### 4.2 Catorce materias primas críticas para la UE

Las materias primas son esenciales para la economía de la UE. En 2010 un grupo *ad hoc*, trabajando para la Comisión y en estrecha cooperación con los Estados miembros y las partes interesadas, identificó 14 materias primas, muchas de ellas metales, que son muy importantes para la economía de la UE y muestran un alto riesgo de suministro (Tabla 4.1). La escasez de la oferta fue evaluada para una perspectiva de diez años.

### 4.3 Proyecciones de la demanda de materias primas y tecnologías emergentes

Un estudio realizado por el Ministerio Federal de Economía y Tecnología de Alemania analizó la demanda de materias primas procedentes de 32 tecnologías emergentes (ISI/IZT, 2009). El análisis proporciona importantes conocimientos sobre la interdependencia entre el cambio tecnológico y la demanda de materias primas.

El estudio comparó las demandas previstas de materias primas en las tecnologías emergentes en el año 2030 hasta la producción mundial total actual de materias primas específicas. Los resultados (Figura 4.1) proporcionan una indicación de los riesgos de suministro y de la necesidad de ampliar las capacidades de la minería y el reciclaje.

### 4.4 La necesidad de mejores procesos de recogida y reciclaje

La figura 4.1 muestra un riesgo importante para la seguridad del suministro. Para el galio, la demanda prevista de las tecnologías analizadas se eleva del

**Tabla 4.1 Materias primas críticas para la UE**

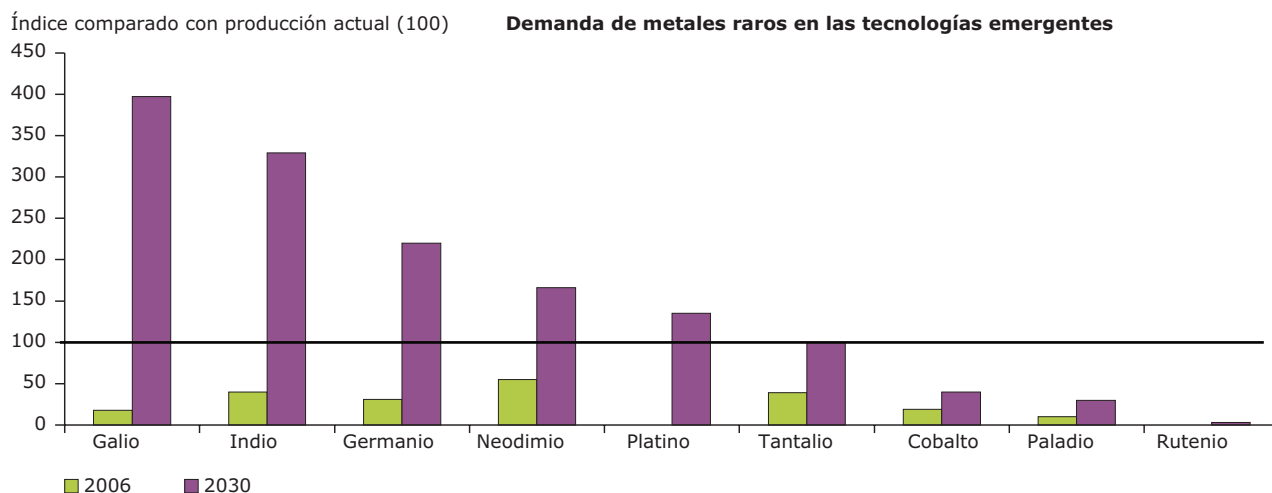
Material	Tecnología emergente (seleccionada)	Material	Tecnología emergente (seleccionada)
Antimonio	Micro-condensadores	Indio	Visores, fotovoltaica de capa fina
Berilio	Pantallas, fotovoltaicas de capa fina	Magnesio	
Cobalto	Energía nuclear, aplicaciones militares	Magnesio	
Fluorita	Baterías de litio, combustibles sintéticos	Niobio	Micro-condensadores, ferroaleaciones
Paladio: catalizadores, desalinación marina	Metales del grupo del platino	Platino	Pilas de combustible, catalizadores
Galio	Cable de fibra óptica, tecnologías ópticas de infrarrojos	Tantalio	Micro-condensadores, tecnologías médicas
Galio	Fotovoltaicas de capa fina, circuitos integrados, diodos emisores de luz blanca	Tierras raras: itrio, escandio y lantánidos	Muchos dispositivos tecnológicos, incluidos superconductores, coches híbridos, optoelectrónica, tecnología de tubos de rayos catódicos y rayos láser
Germanio	Cable de fibra óptica, tecnologías ópticas de infrarrojos	Tantalio	Micro-condensadores, tecnologías médicas
Grafito		Tungsteno	Aplicaciones automotrices, aeroespaciales, médicas, de iluminación

**Nota:** Los metales del grupo del platino incluyen platino, paladio, iridio, rodio, rutenio y osmio.

Las tierras raras incluyen itrio, escandio y lantánidos (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio).

**Fuente:** Comisión Europea, 2010c.

**Figura 4.1 Demanda mundial de materias primas en determinadas tecnologías emergentes en 2006 y 2030 con relación a la producción mundial de cada material en 2006**



**Fuente:** Basado en ISI/IZT, 2009; y Elsner *et al.*, 2010.

18% de la producción mundial anual en 2006 a 397% en 2030 (es decir, cuatro veces la producción mundial en 2006). Del mismo modo, la demanda de indio en el año 2030 se prevé que iguale el 329% de la producción de 2006, para el germanio la cifra es del 220%, para el escandio es un 230%, para el neodimio es 166%, para el platino 135% y para el tantalio 100%.

La demanda de metales raros aumentará en gran medida en el futuro, especialmente en tecnologías emergentes como las energías renovables y tecnologías de la información. La UE carece de reservas geológicas de estos metales o sus reservas son muy limitadas, por lo que depende casi exclusivamente de las

importaciones. Por razones económicas, técnicas y geopolíticas multidimensionales, es probable que la escasez y restricciones de abastecimiento ocurran en el futuro cercano. Por lo tanto, el reciclado de metales raros o preciosos es especialmente importante si la UE quiere liderar el campo de las energías renovables, por ejemplo el de la energía solar y eólica.

En la actualidad, sin embargo, las tasas globales de reciclaje de metales raros son a menudo muy bajas. Para el galio, germanio, indio, neodimio y tantalio, las tasas de reciclado se estiman en menos del 1%. Para el rutenio, la tasa es de aproximadamente el 15%

mientras para el cobalto, paladio y platino, las tasas son del 60-70% (PNUMA, 2011b).

El primer paso para aumentar el reciclado de metales raros es recoger más residuos que contengan metales raros, por ejemplo RAEE. Sin embargo, recoger más RAEE no es una solución completa; los procesos de reciclado de RAEE también deben mejorar.

Hoy en día, una gran proporción de los metales raros utilizados en la fabricación se pierden. Esto se debe a que los RAEE terminan en los países en desarrollo que carecen de infraestructura de reciclaje suficiente,

o porque los RAEE se desmontan en Europa de forma no apropiada, las pérdidas se producen debido a la ineficiencia en el proceso de reciclaje final o el reciclado no es económicamente viable.

Aún quedan retos significativos en la mejora del diseño de productos para facilitar el desmontaje y la mejora de los procesos finales de reciclaje. En otras palabras, las mejoras en las tecnologías de clasificación y reciclado de residuos plásticos logradas durante los últimos veinte años (véase el Recuadro 3.1) tienen que ir acompañadas de mejoras en otras áreas de reciclaje, en especial las relacionados con los metales raros.



# Referencias

ACRR, 2004, *Good practices guide on waste plastics recycling - A guide by and for local and regional authorities*, Association of Cities and Regions for Recycling (<http://www.pvc.org/content/download/1003/7741/file/ACRRReport.pdf>) último acceso 22 julio 2011.

AEMA, 2010, *The European environment - state and outlook 2010: material resources and waste* ([http://www.eea.europa.eu/soer/europe/material-resources-and-waste/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/soer/europe/material-resources-and-waste/at_download/file)) último acceso 22 julio 2011.

AEMA, 2011, *Resource efficiency in Europe - Policies and approaches in 31 EEA member and cooperating countries*, Informe de la AEMA nº 5/2011 (<http://www.eea.europa.eu/publications/resource-efficiency-in-europe>) último acceso 17 noviembre 2011.

Al-Salem, S. M., Lettieri, P. y Baeyens, J., 2009, 'Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review', *Waste Management* 29: 2 625-2 643.

CCI, 2009, *Study on the selection of waste streams for end of waste assessment - final report*, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea.

CIWMB, 2003, *Diversion Is Good for the Economy: Highlights from Two Independent Studies on the Economic Impacts of Diversion in California*, California Integrated Waste Management Board (<http://www.calrecycle.ca.gov/publications/Economics/41004002.pdf>) último acceso 5 octubre 2011.

Comisión Europea, 2001, *Comunicación de la Comisión al Consejo. Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible*, COM(2001) 264 final.

Comisión Europea, 2005, *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales*, COM (2005) 670 final.

Comisión Europea, 2008a, *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones relativa al Plan de Acción sobre Consumo y Producción Sostenibles y una Política Industrial Sostenible*, COM (2008) 397/3.

Comisión Europea, 2008b, *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. La iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa para generar crecimiento y empleo*, COM(2008) 699, SEC 2741 ([http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/document.cfm?action=display&doc\\_id=894&userservice\\_id=1](http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/document.cfm?action=display&doc_id=894&userservice_id=1)) último acceso 22 julio 2011.

Comisión Europea, 2008c, *Optimising markets for recycling - final report* ([http://ec.europa.eu/environment/enveco/waste/pdf/optimising\\_markets\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/waste/pdf/optimising_markets_report.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Comisión Europea, 2010a, *Comunicación de la Comisión Europea 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*, COM (2010) 2020 ([http://europa.eu/press\\_room/pdf/complet\\_en\\_barroso\\_\\_007\\_-\\_europe\\_2020\\_-\\_en\\_version.pdf](http://europa.eu/press_room/pdf/complet_en_barroso__007_-_europe_2020_-_en_version.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Comisión Europea, 2010b, *Documento de trabajo de los servicios de la Comisión - Documento de evaluación de la Estrategia de Lisboa*, SEC(2010) 114 final ([http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/lisbon\\_strategy\\_evaluation\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/lisbon_strategy_evaluation_en.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Comisión Europea, 2010c, *Critical raw materials for the EU Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials* ([http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report_en.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Comisión Europea, 2011, *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, el Consejo, el Comité Económico y Social Europeo y el Comité de las Regiones. Una Europa que utilice eficazmente los recursos - Iniciativa emblemática con arreglo a la Estrategia Europa 2020*, COM (2011) 21 ([http://ec.europa.eu/resourceefficient-europe/pdf/resource\\_efficient\\_europe\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/resourceefficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Consejo Europeo, 2000, "Consejo Europeo de Lisboa 23 y 24 de marzo 2000. Conclusiones de la Presidencia", ([http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_sen.htm](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_sen.htm)) último acceso 22 julio 2011.

Consejo Europeo, 2006, *Revisión de la Estrategia de la UE para un desarrollo sostenible (EDS UE) - Estrategia revisada*

(<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/06/st10/st10917.en06.pdf>) último acceso 22 julio 2011.

Consejo Europeo, 2010, *Gestión sostenible de los materiales y producción y consumo sostenibles: contribución clave para la eficiencia de Europa en materia de recursos- Proyecto de conclusiones del Consejo*, Diciembre 2010 17495/10 (<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/10/st17/st17495.en10.pdf>) último acceso 22 julio 2011.

COST Action E48, 2010, *The Future of Paper Recycling in Europe: Opportunities and Limitations*, Paper Industry Technical Association (PITA), Manchester, Reino Unido ([http://www.cost-e48.net/10\\_9\\_publications/thebook.pdf](http://www.cost-e48.net/10_9_publications/thebook.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

CTE/CPS, 2011, *Green economy and recycling in Europe*, documento de trabajo de CTE/CPS.

Dijkgraaf, E., Gijsbers, G., Maier, D. y van der Zee, F., 2009, *Investing in the future of jobs and skill - escenarios, implicaciones and options in anticipation of future skills and knowledge needs - sector report - electricity, gas, water and waste*, Comisión Europea DG Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión, informe VC/2007/0866, Lote 10.

Ecorys, 2009, *Study on the competitiveness of the EU eco-industry - Within the Framework Contract of Sectoral Competitiveness Studies ENTR/06/054 - Final Report Part 1*, ([http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/document.cfm?action=display&doc\\_id=5416&userservice\\_id=1&request.id=0](http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/document.cfm?action=display&doc_id=5416&userservice_id=1&request.id=0)) último acceso 20 julio 2011.

Elsner, H., Melcher, F., Schwarz-Schampera, U. y Buchholz, P., 2010, *Commodity Top News Nr. 33: Elektronikmetalle - zukünftig steigender Bedarf bei unzureichender Versorgungslage?*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ([http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity\\_Top\\_News/Rohstoffwirtschaft/33\\_elektronikmetalle.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/33_elektronikmetalle.pdf?__blob=publicationFile&v=2)) último acceso 22 julio 2011.

EREC, 2010, *RE-thinking, 2050*, European Renewable Energy Council.

Eurostat, 2010a, "Annual detailed enterprise statistics on manufacturing subsections DF-DN and total manufacturing (NACE Rev.1.1 D)" ([http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sbs\\_na\\_2a\\_dfdn&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sbs_na_2a_dfdn&lang=en)) último acceso 20 diciembre 2010.

Eurostat, 2010b, "Annual detailed enterprise statistics on trade (Nace Rev.1.1 G)" ([http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sbs\\_na\\_3b\\_tr&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sbs_na_3b_tr&lang=en)) último acceso 20 diciembre 2010.

Eurostat, 2010c, "Environmental data centre on waste" (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/database>) último acceso 20 diciembre 2010.

Eurostat, 2010d, 'EU27 trade since 1988 by CN8' ([http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-016890\\_QID\\_60911498\\_UID\\_-3F171EB0&layout=PERIOD,L,X,0;REPORTER,L,Y,0;PARTNER,L,Z,0;PRODUCT,L,Z,1;FLOW,L,Z,2;INDICATORS,L,Z,3;&rankName1=REPORTER\\_1\\_2\\_0\\_1&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&codeLab=L&wai=false&time\\_mode=FIXED>&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-016890_QID_60911498_UID_-3F171EB0&layout=PERIOD,L,X,0;REPORTER,L,Y,0;PARTNER,L,Z,0;PRODUCT,L,Z,1;FLOW,L,Z,2;INDICATORS,L,Z,3;&rankName1=REPORTER_1_2_0_1&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&codeLab=L&wai=false&time_mode=FIXED>&lang=en)) último acceso 20 diciembre 2010.

Eurostat, 2010e, "Prodcom - statistics by product" (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/database>) último acceso 20 diciembre 2010.

Eurostat, 2010f, "Eurostat-statistics" ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database)) último acceso 20 diciembre 2010.

Frost y Sullivan, 2009, *European waste recycling market: strong growth despite turbulent times*, presentación de Suchitra Padmanabhan (<http://w.on24.com/r.htm?e=179067&s=1&k=06CAD56F37900749E521961924600A7>) último acceso 5 octubre 2011.

ISI/IZT, 2009, *Rohstoffe für Zukunftstechnologien - Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage*, Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.

IUCN, 1980, *World conservation strategy - Living resource conservation for sustainable development*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland, Suiza.

McKinney, R. W. J., 1995, *Technology of paper recycling*, Blackie Academic and Professional, Londres.

PNUMA, 2009a, *A global green new deal - policy brief*, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente ([http://www.unep.org/pdf/A\\_Global\\_Green\\_New\\_Deal\\_Policy\\_Brief.pdf](http://www.unep.org/pdf/A_Global_Green_New_Deal_Policy_Brief.pdf)) último acceso 7 septiembre 2011.

PNUMA, 2009b, *Critical metals for future sustainable technologies and their recycling potential*, *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies*, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, París.

PNUMA, 2011a, *Background paper for the ministerial consultations, Green Economy*, Twenty-sixth session of the Governing Council/Global Ministerial Environment

Forum, Nairobi, Kenya, 21-24 February 2011 (UNEP/GC.26/17/Add.1).

PNUMA, 2011b, *Recycling rates of metals - a status report*, ([http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metals\\_Recycling\\_Rates\\_110412-1.pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Metals_Recycling_Rates_110412-1.pdf)) último acceso 22 julio 2011.

Prognos, 2009, *European atlas of secondary raw materials - 2006 status quo and potential*, Prognos, Berlín.

UE, 1999, Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos, DOCE L 182, 16.7.1999, p. 1-19 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999L0031:ES:NOT>) último acceso 20 julio 2011.

UE, 2000, Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil, DOCE L 269, 21.10.2000, p. 34-43 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0053:ES:NOT>) último acceso 20 julio 2011.

UE, 2003, Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), DOCE L 37, 13.2.2003, p. 24-39 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:ES:NOT>) último acceso 20 julio 2011.

UE, 2004, Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases, DOCE L 365, 31.12.1994, p. 10-23 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31994L0062:ES:NOT>) último acceso 20 julio 2011.

UE, 2011, "Environment - eco-innovation" ([http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/about/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/about/index_en.htm)) último acceso 25 julio 2011.

WCED, 1987, *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, Anexo al documento A/42/427 de la Asamblea General de Naciones Unidas – Desarrollo y Cooperación Internacional: Medio Ambiente (<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>) último acceso 22 julio 2011.

