

ESPECIAL



MINISTERIO
TRANSICIÓN
ECOLÓGICA
2020

Presentación

I INFORME ANUAL RECYCLIA

Tendencias en la industria
del reciclaje de RAEE
y pilas en España

Diciembre de 2020



Afi

recyclia



I INFORME ANUAL **RECYCLIA**

Tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España

Estudio realizado por



para





Luis Pérez Bermejo
Presidente de RECYCLIA

Es evidente que los dispositivos electrónicos ofrecen todo un universo de oportunidades de desarrollo en prácticamente todos los ámbitos sociales. Sin embargo, este nuevo entorno que la tecnología está creando exige también una reconsideración de nuestro actual sistema productivo y de nuestro modelo de consumo de "usar y tirar".

Dicho replanteamiento pasa obligatoriamente por crear un sistema económico circular en el que, finalizada su vida útil, estos dispositivos electrónicos dejen de ser vistos como un problema y sean tratados como un recurso valioso que permita evitar la sobreexplotación de materias primas, muchas de ellas críticas por su escasez, proteger el medio ambiente y nuestra salud, y crear empleo de calidad.

Para apoyar la transición e implantación de este nuevo modelo económico, resulta fundamental una mejor comprensión de los flujos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y de las pilas y baterías que los alimentan, así como de su gestión. Sólo así seremos capaces de aprovechar la oportunidad que representan para facilitar la implantación de un modelo de producción sostenible y que reduzca el consumo y el desperdicio de materias primas, agua y energía.

Con este objetivo, desde Recyclia hemos promovido este I Informe anual sobre tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España, que, por primera vez, presenta los principales indicadores socioeconómicos de un sector que ha sido capaz de consolidarse lentamente, pero con paso firme.

De hecho, este documento puede considerarse por sí mismo un hito en el proce-

so de consolidación de la labor pionera que los sistemas colectivos de gestión de residuos integrados en Recyclia (Ecofímica, Ecoasimelec, Eolum y Ecopilas) iniciamos hace dos décadas para lograr una economía sostenible y eficiente en el uso de los recursos.

Además, no podemos mostrarnos ajenos al momento en el que se publica este informe, diciembre de 2020, un año marcado por la lucha contra la pandemia de la COVID-19 y que deja tras de sí un escenario económico complicadísimo. Enfrentarlo obliga a concentrar esfuerzos en potenciar sectores que permitan diversificar las actividades que actualmente sustentan nuestra economía, crear un modelo industrial competitivo y no dependiente del exterior para abastecerse de materias primas y, por supuesto, sostenible, descarbonizado y eficiente.

En este sentido, el impacto socioeconómico incipiente de la gestión de residuos electrónicos y pilas verificado con este informe muestra, sin ningún género de dudas, el potencial de nuestro sector para convertirse en una de las palancas de la recuperación económica, al tiempo que permitiría avanzar en la incorporación de las agendas verdes europea y nacional, tan ambiciosas como urgentes.



José Pérez García
*Consejero Delegado
de RECYCLIA*

En Recyclia, entidad bajo cuya denominación agrupamos a las Fundaciones Ecopilas, Ecofimática, Ecoasimelec y Ecolum, llevamos más de dos décadas desarrollando una actividad, la del reciclaje de residuos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y de pilas, que nos ha proporcionado, además de experiencia, un profundo conocimiento y, consecuentemente, capacidad para investigar y desarrollar más y mejores prácticas en este ámbito.

Dos décadas en el entorno del reciclaje dan para mucho, entre otras cosas, para convertirte, a veces sin proponértelo, en un pionero del mercado. A modo de ejemplo, antes de que la propia legislación definiera y regulara los modelos para acometer el reciclaje, tanto en España como en Europa, en Recyclia ya habíamos empezado, no sólo a diseñarlos, sino también a ponerlos en marcha, convirtiéndonos así en un marco de referencia para desarrollar la legislación vigente, que también nos hemos atrevido a exportar a otros países, tanto de nuestro entorno como de Latinoamérica.

Ha sido precisamente esta inquietud en torno a esta actividad la que nos ha llevado, una vez más, a tratar de contribuir a su evolución, más aún en estos momentos en que la propia estrategia del Gobierno hace especial énfasis en la sostenibilidad con la creación de un ministerio, el de Transición Ecológica, para liderarla e impulsarla.

Por ello, y movidos por este afán, que, como apuntaba anteriormente, me atrevo a calificar de pionero, hemos acometido el trabajo de cuantificar la realidad y las

tendencias de la industria del reciclaje de RAEE y pilas en nuestro país por vez primera.

Ha sido un trabajo ímprobo, pero creemos que ha merecido la pena ya que permite a este sector disponer de un marco de referencia hasta ahora inexistente que tengo la certeza de que contribuirá a ampliar el conocimiento y a poner en valor una actividad, la del reciclaje, abocada a asumir un papel fundamental en la economía de nuestro país.

El informe que ahora tenemos el placer de poner a su disposición está dividido en cuatro partes fundamentales. La primera de ellas, dedicada a identificar la cadena de valor de nuestra actividad y a todos los agentes que participan ella. Una segunda que analiza la cantidad de residuos, tanto de aparatos electrónicos como de pilas generados en nuestro país a partir de las cantidades de estos productos puestos en el mercado, para cuantificar el impacto de nuestra actividad en la economía del país, en el tercer bloque de este informe.

Por último, y en la última de las secciones, hemos desarrollado la contribución del reciclaje a la modernización de nuestra actividad económica y también nos hemos atrevido a definir una serie de oportunidades que creemos pueden reforzar la capacidad competitiva de nuestra industria del reciclaje.

En definitiva, espero y también deseo que este informe le resulte atractivo, pero por encima de todo, que se convierta en una herramienta útil para que entre todos podamos crear un planeta más sostenible o, al menos tratar de contribuir a ello.

Índice

Resumen ejecutivo	11
Introducción	14
La cadena de valor del sector de reciclaje de RAEE y pilas	15
Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España	23
Peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España	32
Contribución a la sostenibilidad y a la modernización de la economía española	36
Conclusiones	49
Referencias bibliográficas	50
Agradecimientos	52
Anexo I – Categorías de aparatos eléctricos y electrónicos	53
Anexo II – Perfil de los productores de aparatos eléctricos y electrónicos	54
Anexo III – Tipología de pilas	55
Anexo IV – Nota metodológica sobre la estimación de la relevancia económica de la industria de reciclaje de RAEE y pilas	56

Índice de figuras, tablas y gráficos

FIGURAS

Figura 1 - Circuito de generación y gestión de RAEE	19
Figura 2 - Circuito de generación y gestión de pilas y baterías	22
Figura 3 - Ejes de actuación de la estrategia "España Circular 2030"	37
Figura 4 - Distribución de materias primas fundamentales en los AEE	39
Figura 5 - Fábricas de baterías y minas de extracción de materias primas para baterías	42

TABLAS

Tabla 1 - Materiales obtenidos del proceso de tratamiento y reciclaje de pilas y baterías	21
Tabla 2 - Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2019	23
Tabla 3 - Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2019 (kilotoneladas)	24
Tabla 4 - Recogida y gestión de RAEE en España, 2017 y 2018	26
Tabla 5 - Cantidad de RAEE reciclados en España, 2017 - 2018*	27
Tabla 6 - Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2019	29
Tabla 7 - Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2019	29

Tabla 8 – Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2019	30
Tabla 9 – Cantidad de residuos de baterías recicladas en España, 2017 – 2018 (toneladas)	32
Tabla 10 – Tipología de pilas, acumuladores y baterías, según su uso	55

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ejemplos de aparatos eléctricos y electrónicos, y su composición	16
Gráfico 2 - Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España, 2016 - 2019	25
Gráfico 3 - Evolución de la tasa de reciclaje de RAEE en España y en la UE, 2010 – 2018	28
Gráfico 4 - Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 – 2018	31
Gráfico 5 - Previsión de materias primas necesarias para baterías, para movilidad eléctrica y energías renovables, en 2030 (kilotoneladas)	44

Resumen ejecutivo

- La recogida, gestión y reciclado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), así como de pilas, acumuladores y baterías, involucra a un gran número de agentes económicos. Desde los fabricantes, importadores y distribuidores de los aparatos y pilas, los sistemas de responsabilidad ampliada del productor (como Ecoasimelec, Ecofímica, Ecolum y Ecopilas, pertenecientes a Recyclia), pasando por entidades públicas locales, plantas de tratamiento y reciclado, y otros operadores de la cadena de valor; hasta el conjunto de los ciudadanos, sin cuya colaboración y compromiso no es posible la adecuada recogida separada y reciclado de los residuos.
- La cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado no ha dejado de crecer en los últimos años. En 2019, se introdujeron en el mercado unos 734 millones de aparatos en España, equivalentes a más de 900 kilotoneladas, según datos del Ministerio de Industria. Ello supone un incremento del 25% interanual en términos de toneladas. Por su parte, las pilas, acumuladores y baterías introducidas en el mercado español se situaron en torno a los 600 millones de unidades y 182 kilotoneladas en 2019.
- La tasa de reciclaje de RAEE en España ha seguido una tendencia creciente y desde 2017 se sitúa por encima de la media de la Unión Europea, de acuerdo con los datos de Eurostat. Respecto a la recogida de residuos de pilas, acumuladores y baterías, cabe indicar que, en general, en los últimos años ha mantenido cierta estabilidad, aunque algunas categorías, como las pilas portátiles de litio, están llamadas a registrar incrementos notables a futuro. Prácticamente todas las pilas, acumuladores y baterías usadas que son recogidas se destinan al reciclaje.
- La actividad de las principales entidades dedicadas a la gestión y tratamiento / reciclado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como la de las que gestionan y reciclan las pilas, acumuladores y baterías, generó un VAB directo superior a los 350 millones de euros anuales en España. Una cifra que equivale al 5,9% del VAB del conjunto del sector de recogida, tratamiento y eliminación de residuos. Dicha actividad contribuye asimismo al mantenimiento de 5.900 empleos verdes (puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo), es decir, un 5,6% del empleo del sector de recogida, tratamiento y eliminación de residuos. Además, la aportación a las arcas públicas españolas de esta actividad de reciclaje de RAEE y pilas supera los 150 millones de euros.

► Al agregar al efecto directo de la industria de reciclaje de RAEE y pilas, los efectos indirecto (asociado a los suministros de otros sectores) e inducido (ligado al uso de las rentas – salarios y excedentes empresariales- generadas por los otros dos efectos en el conjunto de la economía), el VAB total supera los 955 millones de euros. Por cada euro de demanda final en el sector de reciclaje de RAEE y pilas, la economía genera 2,2 euros de valor añadido directo e indirecto. A su vez, la contribución total al empleo, se traduce en la generación y mantenimiento de más de 16.500 puestos de trabajo (equivalentes a tiempo completo).

Diversos materiales obtenidos del reciclado de RAEE y pilas (materias primas secundarias) pueden volver a introducirse en los procesos productivos, para la fabricación de nuevos productos o aplicaciones, promoviendo la sostenibilidad de los modelos de producción (también del consumo) y contribuyendo así al cumplimiento de los principios de la Economía Circular y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (el ODS 12 hace referencia a la producción y consumo responsables). Son además las materias primas secundarias las que otorgan valor al reciclaje y refrendan la importancia de gestionar adecuadamente los residuos. Desde un prisma medioambiental, para reducir la contaminación y hacer un uso más sostenible de los recursos naturales, evitando la sobreexplotación de materias primas vírgenes. Y también desde una perspectiva económica, para evitar la pérdida de materiales y recursos valiosos, además de buscar la sostenibilidad en los suministros, sobre todo de materias primas fundamentales, de las que ni España, ni tampoco en Europa, cuentan con dotación de fuentes primarias.

► El nuevo Plan de Acción de Economía Circular de la Comisión Europea incorpora medidas de gran importancia para la cadena de valor de la industria del reciclaje, como son el impulso de la reutilización y el fortalecimiento de los mercados de materias primas secundarias. Asimismo, la estrategia "España Circular 2030" busca el fortalecimiento del reciclaje, dentro de la aplicación del principio de jerarquía de los residuos. Cabe recordar además que España ha sido pionera, dentro de la UE, en la fijación de objetivos específicos para la reutilización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

► Los RAEE ya son el residuo de más rápido crecimiento a nivel global (WEF, 2019), a la par que contienen diversos materiales escasos y de elevado valor (metales preciosos, materias primas fundamentales y otros). La recuperación y reciclaje de estos materiales, conocida como minería urbana, ofrece diversas ventajas, que van desde la obtención de determinados metales que escasean en la naturaleza, hasta un menor impacto medioambiental. En este contexto, el refuerzo de la capacidad instalada para el reciclaje de determinados elementos con mayor potencial, en línea con el desarrollo de los mercados secundarios de materias primas y apalancándose en la investigación e innovación aplicadas, redundará en

una mayor resiliencia de la economía española.

► Por otro lado, las tendencias en materia de movilidad eléctrica y sistemas de almacenamiento energético pronostican una elevada demanda de baterías de iones de litio, cuyo potencial de crecimiento podría situarse por encima del 30% anual en los próximos diez años (Comisión Europea, 2020). La transición energética que han de acometer la UE y España (Pacto Verde Europeo y Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021 – 2030), también pasa por el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético como las baterías (tanto para movilidad como estacionarias). Estas contienen litio, cobalto y otras materias primas fundamentales sometidas a una creciente demanda. Con el impulso de los vehículos eléctricos y los sistemas de almacenamiento de energía, según las previsiones de la Comisión Europea, la demanda de litio puede multiplicarse por dieciocho, y la del cobalto por cinco, para 2030.

► La Comisión Europea está llevando a cabo una adaptación del marco regulatorio de las baterías, para impulsar un reciclaje eficiente y promover la recuperación de materiales de las baterías. La futura Estrategia española de Almacenamiento Energético también contempla el uso prioritario de materias primas secundarias y el desarrollo de modelos de negocio que permitan valorizar los residuos de las baterías en España (actualmente elementos como el litio (Li-ion) y el cadmio han de reciclarse fuera).

► En este marco, resulta estratégico el impulso de la industria de reciclaje de baterías (implementación de sistemas de reciclaje económica y medioambientalmente sostenibles), así como de la actividad de preparación para la reutilización de las baterías de propulsión de vehículo eléctrico para darles un segundo uso estacionario. También es importante dedicar esfuerzos en materia de investigación e innovación, orientándolos hacia la sostenibilidad de las baterías.

En definitiva, son diversos los retos y oportunidades que se presentan para la industria del reciclaje de RAEE y pilas, con implicaciones en materia económica, social y medioambiental de gran alcance. En la propuesta de acciones a emprender para aprovechar las oportunidades y hacer frente a los retos, se incluyen una decena de iniciativas:

- Fortalecimiento de los sistemas de información y coordinación interterritorial.
- Planificación y visión estratégica dentro de la política industrial, para la modernización del modelo productivo.
- Impulso de la empleabilidad verde.

- Fomento de la I+D+i para mejorar la competitividad de la industria de reciclaje.
- Mejora de ciertos mecanismos de recogida de residuos.
- Desarrollo de mercados de materias primas secundarias en España.
- Cooperación para avanzar en materia de ecodiseño.
- Apuesta por actividades de elevado potencial vinculadas a la movilidad del futuro.
- Expansión de la actividad de preparación para la reutilización.
- Realización de campañas de sensibilización recurrentes en materia de reciclaje de RAEE y pilas.

Introducción

La generación de flujos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y de pilas (se incluyen también acumuladores y baterías), presenta un fuerte dinamismo. No en vano, los primeros son los residuos sólidos de más rápido crecimiento a escala mundial. Por tanto, es creciente la necesidad de dar un tratamiento adecuado a dichos residuos, así como fomentar una producción y consumo sostenibles.

El presente informe sobre las tendencias de la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España responde a una iniciativa pionera, para contribuir al conocimiento y poner en valor una actividad clave para la consecución de muchos de los retos a los que ha de hacer frente la economía española. Algunos de ellos, quizás apremiados por el impacto de la pandemia de la COVID-19. Así, los esfuerzos para la recuperación económica han de permitir a la industria del reciclaje exhibir su capacidad de contribución a la consecución los Objetivos de Desarrollo Sostenible y al avance de la Economía Circular, generando empleo verde, promoviendo la innovación y reforzando la competitividad industrial, con una visión de largo plazo.

En una primera sección del informe se caracteriza la cadena de valor, tanto de los RAEE como de las pilas, de cara a identificar la amplitud de las actividades y agentes que participan en el proceso de recogida y tratamiento de estos residuos en España. A continuación, se analizan los principales indicadores de generación de RAEE y pilas, partiendo de las cantidades puestas en el mercado de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de pilas y baterías, para dimensionar la actividad de la industria de reciclaje y su evolución reciente.

En una tercera sección, se incluye una estimación cuantitativa de la importancia económica, en términos de valor añadido bruto (VAB) y empleo, además de la contribución a las arcas públicas, de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas en España. Esta cuantificación permite asimismo aproximar el peso económico dentro del sector más amplio, de "recogida, tratamiento y eliminación de residuos; y valorización".

Por último, con carácter previo a la presentación de las conclusiones, se destaca la contribución de la industria de reciclaje de RAEE y pilas a la sostenibilidad y a la modernización de la economía española. Una contribución que pasa por la relevancia de la recuperación y tratamiento de materiales para su reincorporación, como materias primas secundarias, en las cadenas de valor, en una aplicación directa de los principios de circularidad. Además, se identifican una serie de oportunidades para llevar a cabo iniciativas que refuercen no solo la capacidad competitiva de la industria del reciclaje, sino que también favorezcan la transición hacia una economía más circular y resiliente. Se trata de iniciativas que involucran a los agentes de la cadena de valor de la industria, así como también a la Administración y al conjunto de la sociedad.

La cadena de valor del sector de reciclaje de RAEE y pilas

Los agentes económicos involucrados en la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos incluyen fabricantes e importadores de una gran variedad de productos (desde aparatos de intercambio de temperatura, hasta paneles fotovoltaicos, pasando por monitores y pantallas, o aparatos de informática y telecomunicación, entre otros¹), diferentes tipos de operadores que se encargan de la recogida de dichos residuos, y múltiples gestores que participan en el almacenamiento y tratamiento de los mismos

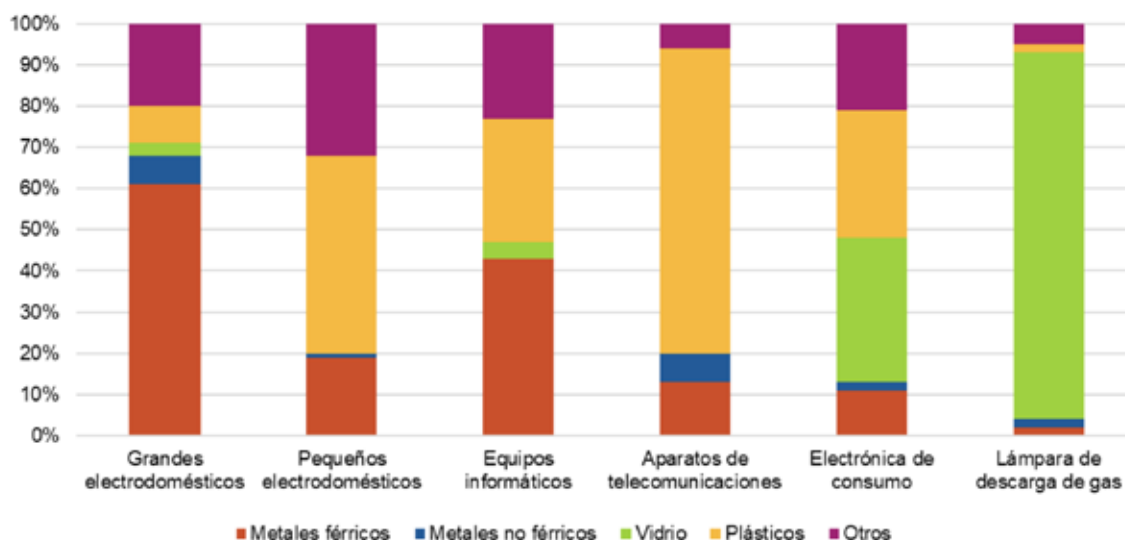
Hay que tener en cuenta que los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE)² contienen una gran diversidad de componentes de distinta naturaleza: desde piezas metálicas y de plástico, hasta tubos de rayos catódicos, pilas, baterías, pantallas de cristal líquido, cables, elementos electrónicos y eléctricos (incluyendo motores),

¹ En un contexto de frecuente lanzamiento de nuevos aparatos o dispositivos eléctricos y electrónicos al mercado, se está ampliando el catálogo de productos

² Los AEE hacen referencia a "todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1 000 voltios en corriente alterna y 1 500 voltios en corriente continua", de acuerdo con la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

una variedad de fluidos, e incluso cartuchos de impresión con chips, entre muchos otros elementos (véase Anexo I – Categorías de aparatos eléctricos y electrónicos).

Gráfico 1 - Ejemplos de aparatos eléctricos y electrónicos, y su composición



Fuente: Afi, Ministerio para la Transición Ecológica

En general, los materiales empleados son metales, tanto férreos como no férreos (incluyendo metales preciosos), así como polímeros, vidrio y otros (madera, cartón, etc.), con distinta presencia en función del aparato de que se trate. Pero los AEE también contienen algunos elementos peligrosos (mercurio, cadmio, fósforo, plomo, arsénico, aceites peligrosos, y gases como los clorofluorocarburos, hidroclorofluorocarburos e hidrofluorocarburos (presentes en los circuitos de refrigeración y en las espumas aislantes de ciertos aparatos)³, ya que pueden conllevar riesgos desde el punto de vista medioambiental y/o sanitario. Estos componentes peligrosos son eliminados en el proceso de “descontaminación”.

Dada la gran heterogeneidad de elementos presentes en los AEE, resulta especialmente importante la recogida separada de los RAEE, la adecuada gestión de las mencionadas sustancias peligrosas, así como el aprovechamiento de aquellos materiales más escasos y/o cuya extracción es más costosa, que son los que otorgan mayor valor a los RAEE.

³ Algunas de ellas son sustancias de uso restringido en los AEE (p. ej.: mercurio, plomo, cadmio y otras), según el Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

La cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas

Tras la puesta en el mercado de los aparatos eléctricos y electrónicos, aquellos aparatos usados que no pueden ser reutilizados como de segunda mano, entran en el circuito de gestión de los RAEE. Los productores de dichos aparatos (véase Anexo II – Perfil de los productores de aparatos eléctricos y electrónicos), en virtud de la "responsabilidad ampliada del productor" establecida en el marco normativo, son responsables de la aceptación y gestión de los residuos (tanto desde un punto de vista físico, como financiero), que pueden ejercer a través de sistemas individuales o colectivos.

La gestión de los residuos conlleva, a su vez, distintas actividades y la participación de diversos agentes, incluyendo el conjunto de la ciudadanía, cuya actuación es clave para la recogida efectiva de estos residuos. En este sentido, la concienciación y sensibilización sobre la importancia de la recogida y reciclado de RAEE resultan esenciales, así como también el uso de los contenedores y mecanismos de entrega de los aparatos usados, para que puedan llevarse a cabo adecuadamente las posteriores etapas. Estas se refieren fundamentalmente a la propia recogida separada de los RAEE, la posible preparación para la reutilización, la clasificación y el tratamiento específico de estos residuos. Cabe destacar también la mencionada figura de los sistemas de responsabilidad ampliada del productor (individuales o colectivos), encargados de la organización y coordinación de diferentes agentes, para velar por la recogida y reciclado de los RAEE en las distintas etapas del proceso.

- Recogida separada de RAEE para su depósito y almacenamiento⁴. En esta etapa están implicados los siguientes agentes, de cara a permitir la efectiva recogida separada, así como la trazabilidad de los RAEE recogidos:
 - Entidades Locales: han de contar con sistemas para la recogida separada de RAEE domésticos de los usuarios / hogares (sin coste), así como también podrán recoger RAEE domésticos de pequeños distribuidores. Para ello, pueden optar por: (i) la habilitación de instalaciones de almacenamiento o puntos limpios (fijos o móviles), u otros centros de almacenamiento temporal; (ii) una recogida puerta a puerta; (iii) otro sistema de recogida previsto por las ordenanzas locales; o (iv) el establecimiento de acuerdos con instalaciones de recogida autorizadas o con entidades de economía social.

⁴ Diferenciación entre RAEE domésticos y profesionales. Los primeros son los que proceden de hogares particulares o de fuentes comerciales, industriales, institucionales y de otro tipo que, por su naturaleza y cantidad, sean similares a los procedentes de hogares. Y los no domésticos, son RAEE profesionales.

- Distribuidores y establecimientos de venta de los AEE (incluidos los distribuidores de comercio electrónico), que están obligados a recoger los AEE usados en el momento de entrega de un aparato nuevo.
 - Gestores autorizados (empresas privadas que realizan recogida de RAEE, pudiendo ofrecer un servicio integrado de residuos).
 - Productores / fabricantes de AEE, a través de sus redes de recogida operadas mediante sistemas individuales o colectivos de responsabilidad ampliada del productor.
- Clasificación. Tras haber sido recogidos los RAEE y sometidos a una selección previa, son clasificados para su posterior tratamiento; a menos que sea viable la recuperación del aparato, en cuyo caso se llevaría a centros de preparación para la reutilización. Los distribuidores, gestores autorizados o redes de recogida de los productores son fundamentalmente los que destinan a dichos centros aquellos RAEE recogidos y que clasifiquen como reutilizables.
- Tratamiento específico de los RAEE⁵ en instalaciones apropiadas para la extracción de componentes y elementos de los aparatos, así como su tratamiento en función de la naturaleza, de acuerdo con los procedimientos técnicos establecidos⁶. Como resultado del tratamiento se obtendrán fracciones destinadas a reciclado, a valorización energética y a eliminación (estas últimas han de minimizarse). Las fracciones obtenidas de los procesos de reciclado son susceptibles de volver a usarse en la fabricación de nuevos productos, contribuyendo al cumplimiento de los principios de la Economía Circular.

⁵ En el Anexo XIII del RD 110/2015 sobre RAEE, se establecen los “Requisitos para los tratamientos específicos de los RAEE”.

⁶ En España existen unas 60 plantas de tratamiento específicas de RAEE, pudiendo gestionar más de una categoría de estos productos, según datos de la Subdirección General de Residuos, del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

Figura 1 - Circuito de generación y gestión de RAEE



Fuente: Afi, Ministerio para la Transición Ecológica, Cen-cenelec, Recyclia

Las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE pueden estar especializadas en este tipo de residuo o tener una actividad más diversificada, multi-residuo.

Para el desarrollo de las actividades indicadas, será además necesario el transporte de los RAEE o sus fracciones, entre las distintas instalaciones del circuito descrito, que es realizado por transportistas autorizados⁷.

Además, conviene destacar que las actividades de reparación y reutilización de

⁷ Nótese que no es necesaria tal autorización en el caso de operadores logísticos vinculados a la Distribución.

AEE están llamadas a tener una importancia económica creciente⁸. Los productores, en España, ya tienen objetivos de "preparación para la reutilización". Además, la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos⁹, aboga por prevenir la generación de RAEE e impulsar la preparación para la reutilización de los aparatos, a partir de un diseño y fabricación que facilite la reparación, actualización, reutilización, desmontaje y reciclado. El fin último pasa por la minimización de la eliminación de RAEE, además de la recuperación de las materias primas secundarias de alto valor que contienen estos residuos.

Todo el proceso de reciclaje de RAEE responde al concepto de logística o cadena de suministro inversa¹⁰. Es decir, un aparato desechado por su propietario (residuo), ha de ser recogido y sometido a un desensamblado progresivo para aprovechar los diferentes componentes y materiales, reintegrándose en un proceso productivo. Son dichos materiales (materias primas secundarias) los que otorgan valor al proceso. En este sentido, resulta fundamental el seguimiento del residuo, tanto desde una perspectiva medioambiental, para reducir la contaminación, como económica, para evitar la pérdida de materiales y recursos valiosos.

En el caso de las pilas y baterías, el proceso es similar, existiendo una recogida diferenciada entre pilas / baterías usadas portátiles, industriales y de automoción (véase Anexo III – Tipología de pilas).

Las pilas usadas pueden ser depositadas por los consumidores en los contenedores habilitados para este tipo de residuos (por su parte, las baterías serán generalmente recogidas en el circuito de servicios profesionales, servicios técnicos, talleres de reparación o similares).

Tras la recogida de los contenedores, las pilas son transportadas a almacenes intermedios, para posteriormente destinarse a plantas de clasificación y/o reciclaje. En estas, se procede al desmontado y tratamiento (trituration / destilación) para la obtención de metales que podrán ser utilizados en nuevos procesos productivos. Así, los materiales obtenidos del reciclaje de baterías se pueden utilizar para la producción de nuevas baterías y pilas, contribuyendo a su circularidad.

⁸ La potencial generación de empleo asociado a la preparación para la reutilización de RAEE ya se estimaba en 4.700 empleos directos en el Proyecto Biodiversidad-Emplea verde 2007-2013.

⁹ Incorporada al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (que también contiene las novedades introducidas por la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

¹⁰ A New Circular Vision for Electronics Time for a Global Reboot. World Economic Forum. (2019)

Tabla 1 - Materiales obtenidos del proceso de tratamiento y reciclaje de pilas y baterías

Tipo de pila / batería	Materiales resultantes del reciclado
Pilas estándar	Grafito y bióxido de manganeso; cimiento metálico Hg, Cu, Ni, Zn y Cd; disolución de sulfato de zinc; y sales de manganeso.
Pilas botón*	Casquetes metálicos y mercurio
Baterías de "equipos TIC", smartphones, tabletas, ordenadores portátiles, etc.	Cobalto, níquel, cobre, hierro, aluminio, cadmio, titanio, litio, y otros.
Baterías de arranque de vehículos	Plomo (utilizable para producir nuevas baterías)

(*) Nótese que en las pilas botón de mercurio se recuperará este componente, aunque cada vez existen menos, ante la prohibición de incorporación de mercurio en las pilas. Por el contrario, se extiende el uso de pilas botón de litio primario.

Fuente: Afi, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Todo productor tiene que hacerse cargo de la recogida y gestión de las cantidades y tipos de pilas, acumuladores y baterías usados que haya puesto en el mercado, para su venta al usuario final en España, considerando todos los canales de venta (directa, electrónica, por correo o a través de máquinas automáticas). Para ello puede optar por alguna/s de las siguientes modalidades (según el art. 5.2 del RD 710/2015):

- Configuración de un sistema individual de responsabilidad ampliada (propio del productor).
- Participación en un sistema colectivo de responsabilidad ampliada.
- Establecimiento de un sistema de depósito, devolución y retorno, como modalidad de sistema individual de responsabilidad ampliada o dentro de un sistema colectivo.
- Contribución económica a los sistemas públicos de gestión implantados.

Figura 2 - Circuito de generación y gestión de pilas y baterías



Fuente: Afi, Ecopilas

Cifras clave del reciclaje de RAEE y pilas en España

La cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado, por los 3.171 productores que operan en España, no ha dejado de crecer en los últimos años, según datos del registro RII-AEE del Ministerio de Industria. La gran mayoría de dichos productores están establecidos en nuestro país (91,7% del total) y han optado por el sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP) para la gestión de los RAEE (96,6%).

En 2019 se pusieron en el mercado unos 734 millones de aparatos eléctricos y electrónicos, de los que más de la mitad (54%) son pequeños aparatos, y otro 26% son equipos de informática y telecomunicaciones de pequeña dimensión. No obstante, también son relevantes las cantidades anuales introducidas en el mercado de lámparas y grandes aparatos, ya que en ambos casos superan los 50 millones de unidades (véase desagregación completa por categorías en la Tabla 2).

Tabla 2 - Unidades de AEE puestos en el mercado en España, 2019

Categoría		Total (Mill. Uds)	Doméstico (Mill. Uds)	Profesional (Mill. Uds)
1	Aparatos de intercambio de temperatura	5,01	4,55	0,46
2	Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	10,16	9,61	0,55
3	Lámparas	68,78	68,78	0,00
4	Grandes aparatos	54,40	20,03	34,37
5	Pequeños aparatos	398,49	259,65	138,84
6	Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños	193,22	193,22	0,00
7	Paneles fotovoltaicos grandes	3,97	0,00	3,97
Total AEE		734,03	555,84	178,19

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-AEE).

Si bien el peso difiere sustancialmente entre los distintos AEE, ya que por ejemplo el peso de una lavadora equivaldría al de más de 350 teléfonos móviles, el año pasado se introdujeron en el mercado más de 900 kilotoneladas (kt) de AEE totales (véase detalle, por categorías, en la Tabla 3). Lo que da una referencia de los importantes volúmenes anuales de aparatos que, en el futuro, cuando lleguen al final de su vida útil (también diferente entre las distintas categorías de AEE) tendrán que ser gestionados.

Tabla 3 - Toneladas de AEE puestos en el mercado en España, 2019 (kilotoneladas)

Categoría		Total (Kt)	Doméstico (Kt)	Profesional (Kt)
1	Aparatos de intercambio de temperatura	198,16	169,10	29,06
2	Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas	47,92	44,08	3,84
3	Lámparas	5,50	5,50	0,00
4	Grandes aparatos	400,29	301,46	98,83
5	Pequeños aparatos	136,19	111,35	24,84
6	Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños	27,35	27,35	0,00
7	Paneles fotovoltaicos grandes	86,18	0,00	86,18
Total AEE		901,59	658,84	242,75

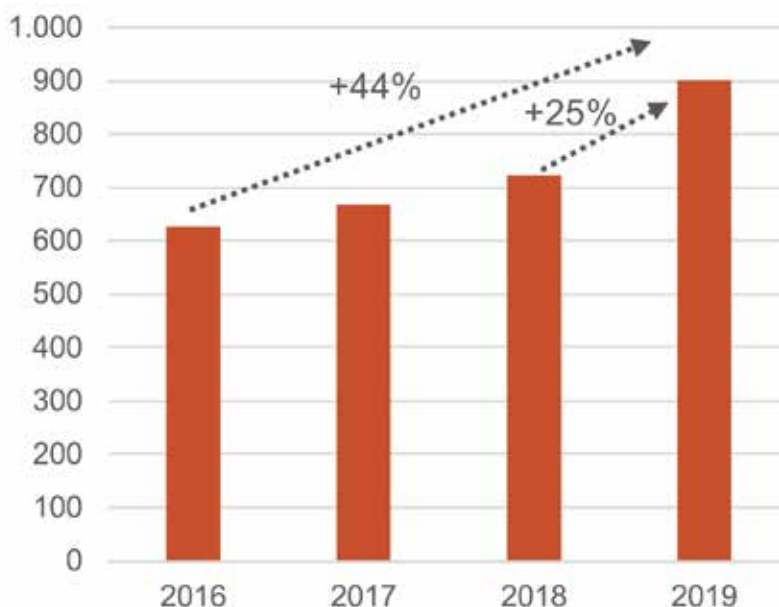
Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-AEE).

Las toneladas de AEE puestas en el mercado español han registrado un crecimiento del 25% interanual en 2019, y un incremento del 44% respecto a la cantidad de 2016. Esta tendencia refleja, por el lado de la oferta, el lanzamiento de nuevos dispositivos y aparatos y, con ello, la ampliación de las referencias que integran el universo de los AEE. Pero también el dinamismo de la demanda de aparatos eléctricos y electrónicos, al amparo de la creciente digitalización, los cambios en los hábitos de vida y los patrones de consumo. Así, por ejemplo, en 2019 cerca del 81% de los hogares españoles estaban dotados con algún ordenador, habiendo avanzado dicha tasa 3,8 puntos porcentuales en relación con la de 2016, según el INE¹¹. Además, la tendencia general apunta a que los productos y componentes electrónicos formen parte integrada de muebles, vehículos, edificios y otras infraestructuras¹². No obstante, los futuros desarrollos tecnológicos y modelos de producción y consumo sostenible determinarán la evolución de la cantidad de AEE puestos en el mercado.

¹¹ Sin embargo, el avance tecnológico también ha permitido que un dispositivo, como puede ser un smartphone, sustituya a varios otros: un reproductor de música, una cámara de fotos, un reloj digital y un GPS, entre otros.

¹² Parajuly, K. et al. (2019). "Future e-waste scenarios". StEP Initiative, UNU ViE-SCYCLE y UNEP IETC.

Gráfico 2 - Evolución de kt de AEE puestos en el mercado en España, 2016 - 2019



Nota: en 2018 se ampliaron las referencias de aparatos computados en los registros de AEE. La finalización del régimen transitorio del ámbito de aplicación del RD 110/2015 se produjo el 15 de agosto de 2018, por lo que se incluyen solo los nuevos AEE declarados en el cuarto trimestre de ese año.

Fuente: Afi; Ministerio para la Transición Ecológica; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

A partir de las cantidades de AEE puestas en el mercado, en concreto, tomando como referencia el peso de los aparatos introducidos en el mercado en el trienio anterior, el Ministerio para la Transición Ecológica fijó un objetivo mínimo¹³ de recogida separada de residuos de dichos aparatos (RAEE) de 430,6 kt para 2019, lo que equivale a 9,22 kg por habitante. Dicho objetivo se establece además en una proporción de 85% para RAEE doméstico (366,6 kt) y 15% para RAEE profesional (64,0 kt). En 2020, el objetivo de recogida es mayor, alcanzando las 489,4 kt.

Lo anterior se traduce en una creciente actividad para el conjunto de la industria del reciclaje de RAEE, de cara a satisfacer las necesidades de recogida y gestión de los residuos generados.

13 Equivale al 65% de la media del peso de los AEE puesto en el mercado en 2016 - 2018.

Los últimos datos disponibles sobre la actividad de recogida y gestión de los RAEE, incluyendo su tratamiento, recuperación y reciclado, se refieren al ejercicio de 2018, cuando el objetivo mínimo de recogida se situaba en 347,8 kt. Este objetivo se habría cubierto en un 92%, de acuerdo con los datos publicados por Eurostat sobre las toneladas de RAEE recogidas en 2018. Además, en este ejercicio se reciclaron cerca de 276,5 kt, es decir, un 16% más que en el año anterior.

Tabla 4 - Recogida y gestión de RAEE en España, 2017 y 2018

RAEE	2017		2018	
	Toneladas	Kg per cápita	Toneladas	Kg per cápita
AEE puesto en el mercado	667.367	14,32	722.636	15,44
RAEE recogido	287.210	6,16	320.622	6,85
Doméstico	262.463	5,63	279.100	5,96
Otras fuentes	24.746	0,53	41.522	0,89
RAEE tratado	280.338	6,02	326.250	6,97
RAEE recuperado	253.277	5,44	299.596	6,4
RAEE reciclado	238.680	5,12	276.496	5,91

Fuente: Afi; Eurostat.

Por categorías de RAEE, destaca el crecimiento, entre 2017 y 2018, de la cantidad reciclada de máquinas expendedoras (+137%), paneles fotovoltaicos (+135%) y herramientas eléctricas y electrónicas (+87%).

Tabla 5 – Cantidad de RAEE reciclados en España, 2017 - 2018*

RAEE reciclados	2017 (t)	2018 (t)	2018/17 (% var.)
Grandes aparatos	150.498	178.385	19%
Pequeños aparatos	22.210	21.831	-2%
Equipos de informática y telecomunicaciones	21.430	30.849	44%
Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos	29.644	28.447	-4%
Aparatos electrónicos de consumo	29.542	28.207	-5%
Paneles fotovoltaicos	102	240	135%
Aparatos de alumbrado	4.602	5.066	10%
Herramientas eléctricas y electrónicas	1.263	2.357	87%
Juguetes o equipos deportivos y de ocio	3.104	1.917	-38%
Productos sanitarios	1.016	1.144	13%
Instrumentos de vigilancia y control	805	837	4%
Máquinas expendedoras	1.575	3.733	137%

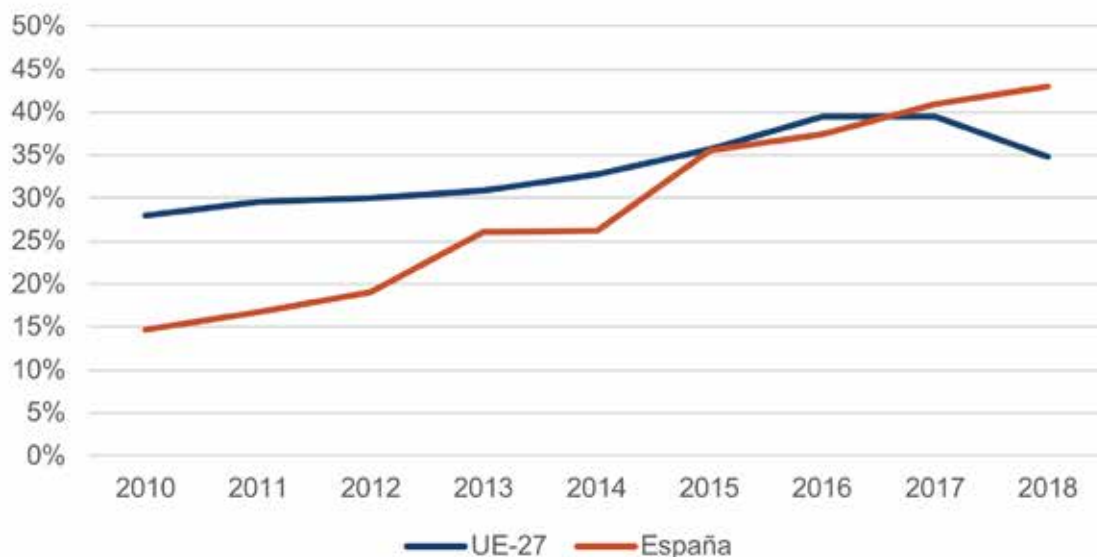
(*) Según la clasificación de RAEE en 10 categorías, vigente hasta 2018.

Fuente: Afi; Eurostat.

España ha venido incrementando la tasa de reciclaje de RAEE en los últimos años y desde 2017 se sitúa por encima de la media de la Unión Europea, según datos de Eurostat¹⁴. Así, en 2018 (último año disponible), dicha tasa alcanzó el 43%, colocándose 8,2 puntos porcentuales por encima de la UE-27.

¹⁴ La tasa de reciclaje de RAEE (%) resulta de multiplicar la “tasa de recogida” por la “tasa de reutilización y reciclaje”, determinadas en la Directiva de RAEE 2012/19 / UE. Por su parte, la “tasa de recogida” (%) equivale al volumen (kg) de RAEE recogido en el año de referencia, dividido entre la cantidad media (kg) de AEE comercializados en el trienio anterior. Y la “tasa de reutilización y reciclaje” (%) es resultado de dividir el peso (kg) de RAEE que entran en las instalaciones de reciclado y preparación para la reutilización, entre el peso (kg) de los RAEE obtenidos de la recogida separada (según la Directiva de RAEE), considerando que el total de RAEE recogidos es enviado a plantas de tratamiento y reciclaje.

Gráfico 3 - Evolución de la tasa de reciclaje de RAEE en España y en la UE, 2010 - 2018



Nota: datos UE-27, son estimación de Eurostat.

Fuente: Afi; Eurostat.

En relación con las pilas, acumuladores y baterías, el número de productores asciende a 1.467 y la cantidad puesta en el mercado en España superó las 182 kt en 2019, equivalentes a unos 600 millones de unidades, según datos del registro RII-PYA, del Ministerio de Industria. Al igual que en el caso de los AEE, la mayoría de los productores están implantados en España (91%), a la par que también goza de mayor proporción el uso del sistema colectivo de responsabilidad ampliada (aunque en algo menor medida que para los AEE).

En el segmento de pilas y acumuladores portátiles, se pusieron en el mercado español en 2019 más de 583 millones de unidades, que suponen cerca de 13.599 toneladas. La categoría mayoritaria es la de pilas estándar, que representan en torno al 69% del total, tanto en unidades, con más de 402 millones, como en peso, al superar las 9.350 toneladas (véase Tabla 6).

Tabla 6 – Pilas y acumuladores portátiles puestos en el mercado en España, 2019

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas botón.	117,32	204,26
Pilas estándar.	402,57	9.350,14
Acumuladores portátiles.	63,61	4.044,45
Total pilas y acumuladores portátiles	583,50	13.598,85

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

Por su parte, las pilas, acumuladores y baterías de automoción introducidos en el mercado el año pasado alcanzaron los 7,46 millones de unidades y cerca de 127.416 toneladas.

Tabla 7 – Pilas, acumuladores y baterías de automoción puestos en el mercado en España, 2019

Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas, acumuladores y baterías industriales con cadmio.	0,33	694,68
Pilas, acumuladores y baterías industriales con plomo.	2,54	31.716,17
Pilas, acumuladores y baterías industriales sin cadmio y sin plomo.	2,71	9.794,71
Total pilas, acumuladores y baterías industriales	5,58	42.205,56

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

El segmento de pilas, acumuladores y baterías industriales reportó 5,58 millones de unidades puestas en el mercado en 2019, equivalentes a casi 42.206 toneladas (véase Tabla 8). Tanto las de plomo, como las que no poseen ni cadmio ni plomo, superan los 2,5 millones de unidades introducidas en el mercado español en el año de referencia (45,6% y 48,5% del total, respectivamente). No obstante, en términos de peso, las primeras (las de plomo) responden por tres de cada cuatro toneladas.

Tabla 8 – Pilas, acumuladores y baterías industriales puestos en el mercado en España, 2019

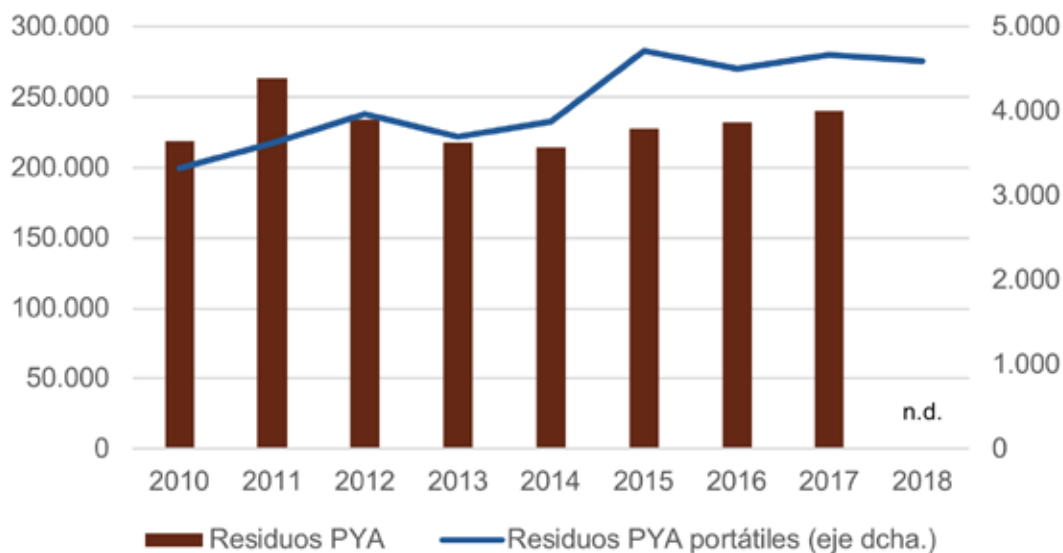
Categoría	Cantidad (Mill. Uds)	Peso (t)
Pilas, acumuladores y baterías industriales con cadmio.	0,33	694,68
Pilas, acumuladores y baterías industriales con plomo.	2,54	31.716,17
Pilas, acumuladores y baterías industriales sin cadmio y sin plomo.	2,71	9.794,71
Total pilas, acumuladores y baterías industriales	5,58	42.205,56

Fuente: Afi; Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (RII-PYA).

La evolución reciente de pilas y acumuladores portátiles apunta un incremento de las toneladas de pilas de botón puestas en el mercado del 3% interanual en 2019, según datos del Ministerio de Industria, dando soporte a su creciente presencia en distintos dispositivos y bienes de consumo. Cabe señalar además que, dentro de ellas, las de litio se han incrementado un 2,5% en el último año, superando las 105 toneladas en 2019. En paralelo, el peso de los acumuladores portátiles de Ion-Litio recargable, puestos en el mercado español en dicho año, experimentó un crecimiento del 7,2% interanual.

En relación con la recogida de residuos de pilas y acumuladores se observa cierta estabilidad en los últimos años. En el caso de las pilas y acumuladores portátiles se ha registrado una leve caída interanual, del 2%, en las toneladas recogidas en 2018 (último disponible).

Gráfico 4 - Evolución de toneladas de residuos de PYA recogidas en España, 2010 - 2018



Fuente: Afi; Eurostat, INE.

En la actualidad, los residuos de pilas y acumuladores recogidos se destinan prácticamente en su totalidad al reciclaje, contabilizándose solo una tonelada en vertido en 2017 (último dato disponible). En relación con la cantidad reciclada de residuos de baterías, cabe destacar que las de plomo supusieron 134kt recicladas en 2018, manteniéndose en niveles similares a los del año anterior. Por su parte, otras baterías, distintas de las de níquel-cadmio, y acumuladores, registraron un incremento cercano al 41% interanual, hasta alcanzar las 7,8 kt.

Tabla 9 – Cantidad de residuos de baterías recicladas en España, 2017 – 2018 (toneladas)

Residuos de baterías	2017	2018
Reciclado		
Baterías de plomo	133.177	134.059
Baterías Níquel - Cadmio*	--	--
Otras baterías y acumuladores	5.579	7.844

(*) Inexistencia de capacidad instalada en España para el tratamiento / reciclado de este tipo de baterías, que son recogidas de forma separada y enviadas fuera para su tratamiento/reciclado.

Fuente: Afi; Eurostat.

A futuro, resulta de interés analizar el impacto de la creciente incorporación al mercado de pilas / baterías de litio recargables y su importancia relativa dentro de las pilas portátiles, así como la generación de residuo y recogida para el reciclado de dichas baterías. También resultará útil analizar el crecimiento de los acumuladores portátiles (que gozan de mayor vida útil que las pilas estándar) y poder conocer el comportamiento de las baterías de vehículos eléctricos, dentro de la categoría de baterías industriales.

Peso económico del sector del reciclaje de RAEE y pilas en España

La importancia económica de las actividades del reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónico, así como de pilas, se puede cuantificar a través de su contribución al valor añadido bruto (VAB)¹⁵ y al empleo, así como a las arcas públicas españolas, aplicando la metodología input-output (véase Anexo IV – Nota metodológica sobre la estimación de la relevancia económica de la industria de reciclaje de RAEE y pilas).

Las principales empresas dedicadas al proceso de reciclaje de RAEE y pilas, incluyendo la recogida separada de residuos, su clasificación y tratamiento generan un VAB directo en España superior a los 350 millones de euros, lo que equivale al 5,9% del VAB del conjunto del sector de recogida, tratamiento y eliminación de residuos (Cnae 38).

¹⁵ Magnitud similar al PIB, ya que este se define por la suma de los valores añadidos del proceso de producción, por lo que se identifica con la suma del Valor Añadido Bruto (VAB) y los impuestos indirectos sobre los productos menos las subvenciones.

En términos de empleo¹⁶, dichas empresas que participan en el tratamiento de RAEE y pilas dan trabajo en nuestro país a unas 5.900 personas (puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo) de manera directa, lo que representa el 5,6% del empleo en el sector de recogida, tratamiento y eliminación de residuos.

La aportación económica del tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y de las pilas, al VAB y al empleo del sector es más de 10 veces superior a su peso en términos de volumen (toneladas), que ronda aproximadamente el 0,48% del total de residuos gestionados. Esta diferencia puede venir explicada por el mayor valor relativo de los materiales presentes en los RAEE y pilas, así como por una mayor complejidad y sofisticación de los procesos de tratamiento de dichos materiales, lo que repercute positivamente sobre su contribución económica (World Economic Forum, 2019).

Se observa además que la contribución de la industria del reciclaje de RAEE y pilas en términos de VAB es superior a su aporte en empleos, lo que pone de manifiesto la existencia de una mayor productividad relativa, en línea con la citada complejidad de algunas de las tareas que involucran el tratamiento de estos residuos.

Al impacto directo de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas hay que añadir la aportación derivada de la demanda de suministros a otros sectores (efecto indirecto), así como la asociada al uso de las rentas (salarios y excedentes empresariales) generadas por los efectos directo e indirecto en el conjunto de la economía (efecto inducido).

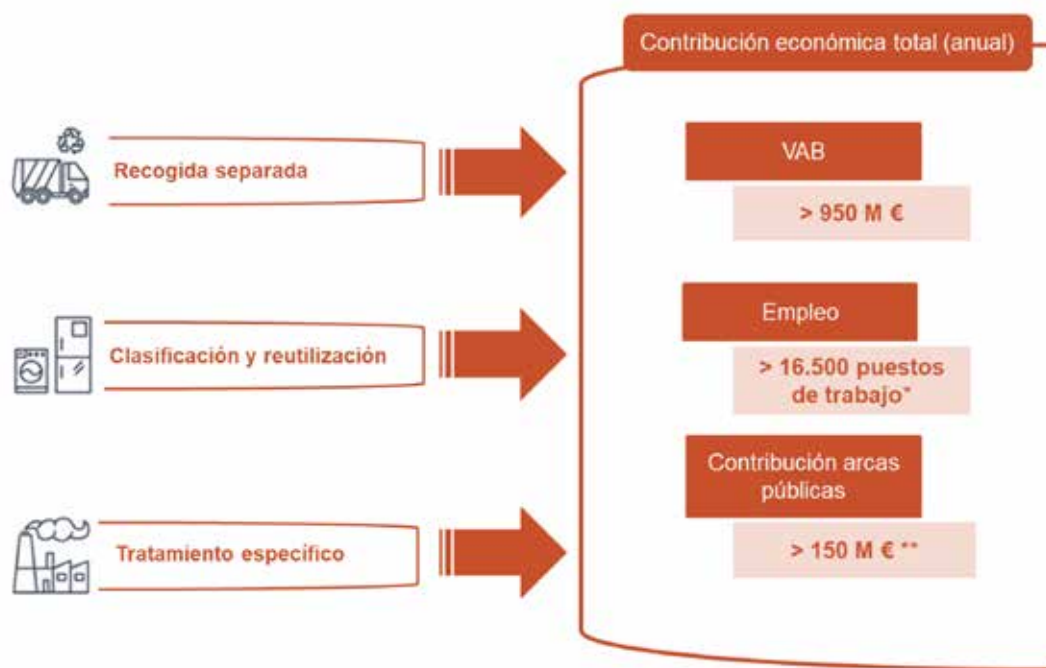
En este sentido, la suma de los efectos directo, indirecto e inducido ligados a la actividad de reciclaje de RAEE y pilas genera un VAB de más de 955 millones de euros, equivalente al 0,8% del PIB de España. Además, contribuye a la generación y mantenimiento de más de 16.500 empleos, lo que representa el 0,09% del total nacional.

La aportación económica se traduce igualmente en ingresos para las arcas públicas, en concepto de impuestos y cotizaciones sociales. En efecto, cada año las empresas de la industria de reciclaje de RAEE y pilas contribuyen, de manera directa, en más de 150 millones de euros a la recaudación fiscal del Estado¹⁷.

¹⁶ Nótese que las referencias al empleo, se refieren a puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo.

¹⁷ No se contabiliza la recaudación derivada de los efectos indirecto e inducido.

Figura 1 – Contribución económica total de la actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas en España

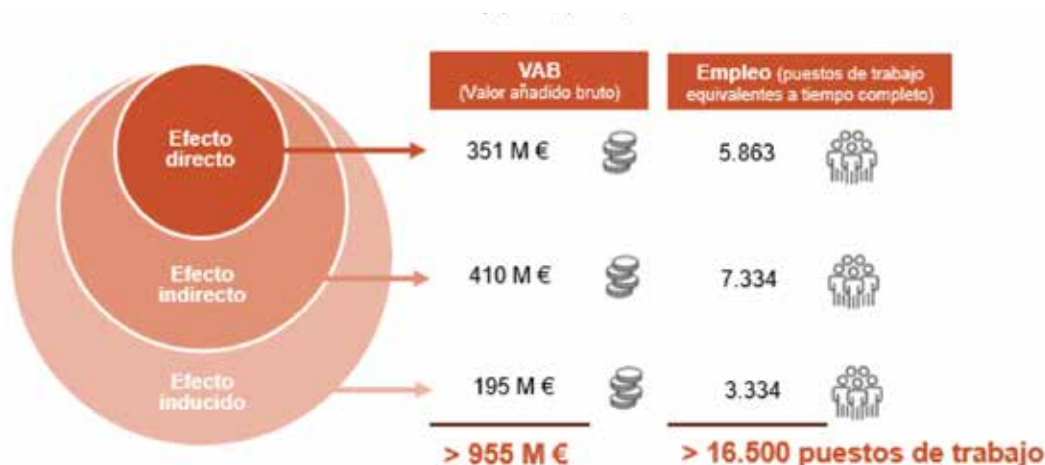


(*) Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. (**) Contribución derivada del efecto directo de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas. Se incluyen cotizaciones sociales.

Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil. Estimación aplicando la metodología Input-Output.

Por cada euro de demanda final en el sector de reciclaje de RAEE y pilas, la economía genera 2,2 euros de valor añadido directo e indirecto, y 2,7 euros si se tiene en cuenta el efecto inducido. En la Figura 2, se presenta el desglose de los efectos directo, indirecto e inducido de la industria de reciclaje en las magnitudes de VAB y empleo.

Figura 2 - Desagregación del peso económico de la actividad de las empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas, por tipo de efecto



Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil. Estimación aplicando la metodología Input-Output.

Por su parte, la aportación (efecto directo) al erario público se distribuye de la siguiente manera: 63 millones en concepto de cotizaciones sociales a la Seguridad Social, 41 millones de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), 39 millones de Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), y 9 millones de Impuesto de Sociedades. De ese modo, las Cotizaciones Sociales y el IVA son las partidas con mayor relevancia, aportando el 41,5% y el 26,9% del total, respectivamente.

Tabla 1 - Desglose de la contribución a las arcas públicas de la actividad de reciclaje de RAEE y pilas

Impuesto	Recaudación (millones EUR)
Cotizaciones Sociales	63
IVA	41
IRPF	39
Impuesto de Sociedades	9
Total	152

Fuentes: Afi, a partir de INE y Registro Mercantil.

Contribución a la sostenibilidad y a la modernización de la economía española

La aportación de valor de la actividad de reciclaje puede constarse a través de diferentes vías. Una vía fundamental radica en la propia esencia de esta actividad, que pasa por la transformación de los residuos en materiales o elementos, de tal forma que pueden volver a utilizarse en su finalidad original o en otro proceso productivo, promoviendo la sostenibilidad de los modelos de producción y la circularidad de los residuos. Con ello se evita la sobreexplotación de materias primas vírgenes y se promueve un uso más sostenible de los recursos naturales, así como también se vela por la sostenibilidad de los procesos de suministro en economías como la española (autosuficiencia de materias primas), que no cuentan con reservas de muchas de las materias primas empleadas para la fabricación de pilas y de aparatos eléctricos y electrónicos. Esto es especialmente relevante en el caso de las materias primas fundamentales, de elevado valor y riesgo de suministro.

La contribución del sector de reciclaje a la sostenibilidad y, en concreto, a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por Naciones Unidas en 2015 (dentro de la Agenda 2030), tendría una especial vinculación con el ODS 12, relativo a la producción y consumo responsables¹⁸. Así, entre las metas que incorpora este objetivo se incluyen: reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización; además de asegurar que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible (que estaría alineado con las acciones de sensibilización para el reciclaje de RAEE y pilas, promovidas por el sector).

Por otro lado, el avance en la transición hacia una Economía Circular¹⁹ es prioritario en la estrategia industrial de la Unión Europea y el Pacto Verde Europeo, y también para España. La Comisión Europea, tras diseñar en 2015 un primer Plan de Acción de Economía Circular, en marzo de 2020 definió un nuevo Plan que incorpora algunas medidas de gran importancia para la cadena de valor de la industria del reciclaje, como son el impulso de la reutilización y el fortalecimiento de los mercados de materias primas secundarias. En relación con la reutilización, cabe recordar que España ha sido pionera, dentro de la UE, en la fijación de objetivos específicos para la reutilización, dentro del marco normativo de RAEE.

¹⁸ Nótese que la contribución a la sostenibilidad de la industria del reciclaje de RAEE y pilas incluye a más Objetivos de Desarrollo Sostenible, como los ODS 3, 6, 8, 11 y 14.

¹⁹ Énfasis en el ecodiseño y en la evaluación del ciclo de vida de los productos.

Además, entre los sectores a los que se presta especial atención en dicho Plan y que integran el análisis del ciclo de vida de producto para promover su competitividad, se incluyen los de electrónica y de baterías, que también gozan de un carácter prioritario para las actividades de investigación e innovación (estas pueden dar lugar a patentes relacionadas con la gestión de residuos). No en vano, la economía circular constituye un ámbito destacado para la canalización de recursos del programa Horizonte Europa, para el periodo 2021 – 2027. Asimismo, las técnicas de reciclado, junto con las baterías, forman parte de los ámbitos de intervención en materia de clima, energía y movilidad (vinculados al cambio climático y la descarbonización) de la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027.

Permaneciendo en el ámbito nacional, se ha definido la estrategia “España Circular 2030”, que velará por el fortalecimiento del reciclaje, dentro de la aplicación del principio de jerarquía de los residuos. Y entre sus ejes de actuación se incluye la generación de productos (producción) que al final de su vida útil sean fácilmente reciclables, así como la gestión de residuos que permita alcanzar unas tasas elevadas de recuperación y reciclaje, además del uso de materias primas secundarias para favorecer la sostenibilidad de los recursos naturales e impulsar el consumo responsable. Ha de tenerse en cuenta, igualmente, que la investigación aplicada y la innovación son las que aportarán viabilidad al uso de materias primas secundarias, desde el punto de vista no solo técnico, sino también económico y medioambiental.

Figura 3 - Ejes de actuación de la estrategia “España Circular 2030”



Fuente: a partir de MITECO.

La adecuada implantación de los principios de economía circular en la industria electrónica y de RAEE es susceptible de crear nuevos puestos de trabajo en España, previéndose la generación de millones de empleos a nivel mundial, in-

cluyendo cada vez más empleos cualificados (WEF, 2019). Además, el sector del reciclaje y la gestión de residuos es uno de los que cuenta con potencial para la creación de empleo verde, a medida que se incrementan las tasas de reciclaje (OCDE, 2017).

Aprovechamiento del potencial que ofrecen las materias primas secundarias. Hacia un mayor desarrollo de la minería urbana en torno a los RAEE.

La generación de RAEE registra un elevado ritmo de crecimiento. A escala mundial se produjeron más de 53 millones de toneladas de RAEE en 2019 (12 millones en Europa, que lidera la generación de RAEE per cápita, con 16,2 kg/persona, frente a los 7,3 kg de media mundial) y podrían acercarse a los 75 millones en 2030 (Forti V. et al., 2020). Los RAEE ya son el residuo de más rápido crecimiento a nivel global (WEF, 2019).

Dichos RAEE contienen diversos materiales escasos y de valor (metales preciosos, materias primas fundamentales y otros). Así, por ejemplo, una tonelada de smartphones se estima que contiene cien veces más oro que una tonelada del propio mineral de oro; y el valor anual de los RAEE²⁰ triplicaría la producción del conjunto de minas de plata del mundo. El reciclaje de muchos de los componentes se configura, a la par, como reto y oportunidad para el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

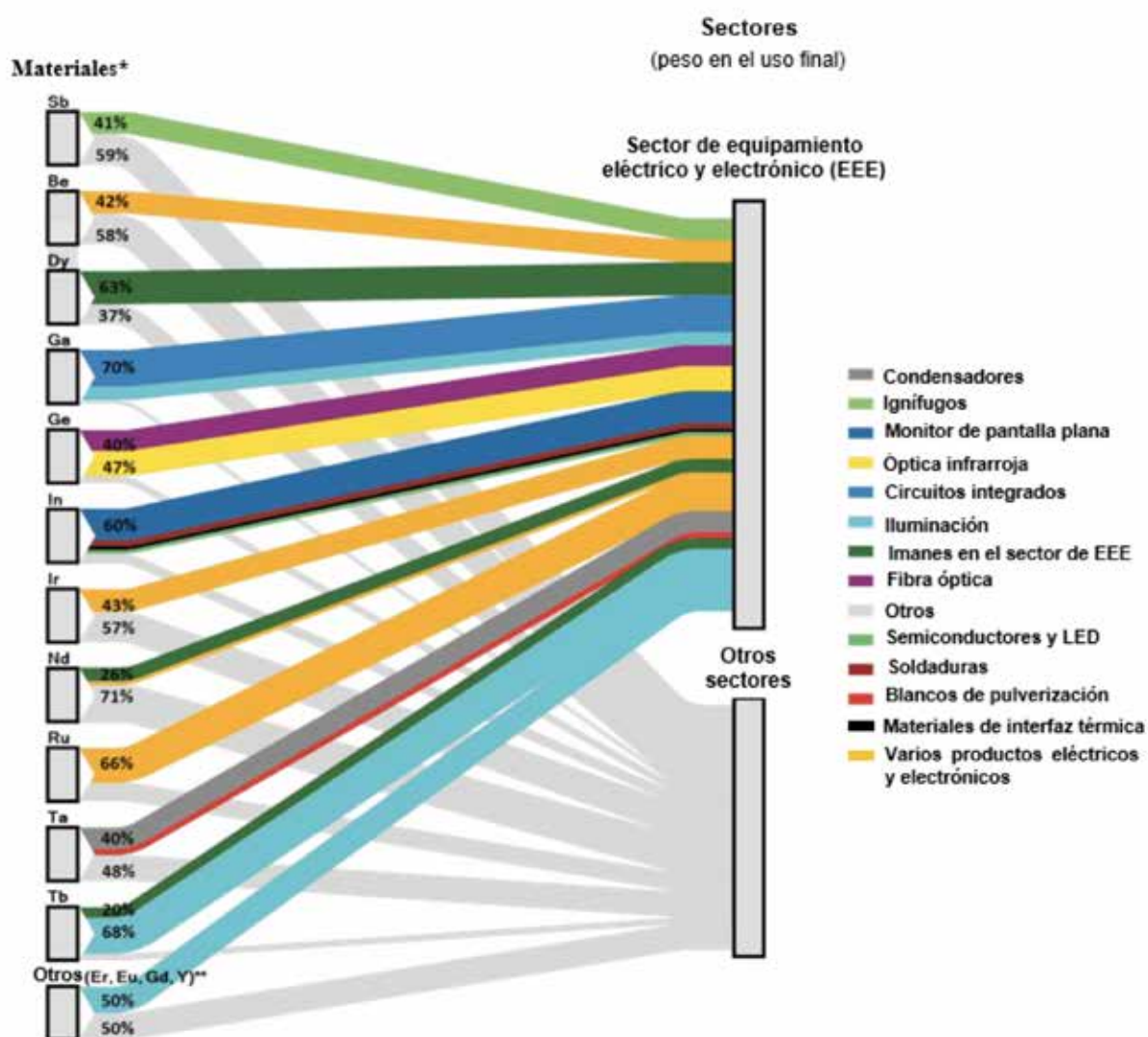
Tabla 1 – Composición de los RAEE generados en España en 2015

Elemento	Toneladas	% s/total
Hierro	397.073	76,7%
Aluminio	45.469	8,8%
Cobre	31.084	6,0%
Cromo	15.466	3,0%
Plomo	5.820	1,1%
Zinc	3.738	0,7%
Magnesio	2.098	0,4%
Cobalto	54	0,0%
Plata	12	0,0%
Oro	2	0,0%
Otros	16.628	3,2%

Fuente: Afi, a partir de Urban Mine Platform

²⁰ El valor las materias primas de los RAEE generados en 2019 en el mundo se situaría en torno a los 57 mil millones de dólares. (Forti V. et al., 2020).

Figura 4 - Distribución de materias primas fundamentales en los AEE



(*) Se incluye solo un subconjunto de materias primas fundamentales, utilizadas en el sector de equipamiento eléctrico y electrónico (EEE). Otras materias primas fundamentales asociadas a este sector serían: Ce, Co, fluorita, Hf, He, La, Mn, caucho natural, Pd, Pt, Pr, Rh, Sm, Si, W y V. (**) Cuota media para Er, Eu, Gd e Y.

Fuente: Comisión Europea (CRM assessment, 2017).

La recuperación y reciclaje de dichos materiales (minería urbana), presenta distintas ventajas: desde la posibilidad de extraer determinados metales que escasean en la naturaleza; a la reducción del impacto medioambiental respecto a la minería tradicional, gracias a las ganancias de eficiencia de los procesos de separación y tratamiento de residuos; o la disponibilidad y accesibilidad a los materiales desde el punto de vista geográfico (no sujeción a la localización y dotación de yacimientos naturales).

Si bien las tasas de reciclado de determinados materiales como el hierro, el aluminio o el cobre son relativamente altas²¹, en el caso de los metales preciosos o tierras raras la obtención de materias primas secundarias fruto del reciclado solo contribuye de manera marginal a satisfacer la demanda (menos del 1%). Ello se debe a que habitualmente la extracción primaria de estos materiales resulta más barata que su reciclado, teniendo en cuenta que se utilizan pequeñas cantidades de estos componentes en la producción de los aparatos eléctricos y electrónicos (Unión Europea, 2018). Las iniciativas de ecodiseño, junto con la tendencia de miniaturización de los componentes, ha reducido el peso y el tamaño de determinados elementos integrados en los aparatos eléctricos y electrónicos (por ejemplo, las placas de circuito, que contienen metales preciosos). Aunque algunas tendencias de demanda, como el creciente diámetro de las pantallas, apunta en la dirección opuesta, generando un mayor volumen de materiales de la minería urbana. A pesar del proceso de miniaturización, se espera que la recuperación de metales preciosos aumente en los próximos años (la recuperación del oro presente en las placas de circuito de las pantallas LCD es clave) (Comisión Europea, 2018).

Por otro lado, mientras el contenido de cobre de los AEE se ha venido reduciendo, como consecuencia de la disminución de los cables y las bobinas en las pantallas LCD; al contrario, la cantidad de acero y aluminio, muy presentes en los nuevos componentes, está aumentando.

A pesar de que existen limitaciones en cuanto al potencial, en el futuro cercano, de reciclado de materias primas fundamentales vinculadas a tecnologías TIC (Marscheider-Weidemann et al, 2016), el refuerzo de la capacidad instalada para el reciclaje de determinados elementos con mayor potencial (en línea con el desarrollo de mercados secundarios de materias primas y apalancándose en la investigación e innovación aplicadas), redundará en una mayor resiliencia de la economía española y menor dependencia de suministro de materias primas procedentes de terceros países.

²¹ El reciclaje de hierro, aluminio y cobre contribuyó a un ahorro neto de 15 millones de toneladas de CO₂ en 2019, equivalente a las emisiones derivadas de la obtención de materias primas secundarias sustituidas por materias primas vírgenes.

El reciclaje de baterías ante los retos de la transición energética y la movilidad eléctrica.

En el ámbito de las pilas y baterías, una destacada corriente viene marcada por las tendencias de la movilidad eléctrica (penetración de vehículos híbridos enchufables y vehículos eléctricos) y los sistemas de almacenamiento energético. Así, las baterías de iones de litio, dadas las ventajas que ofrecen en términos de potencia y rendimiento energético frente a las baterías de plomo, están consolidando su presencia en el mercado, integrándose tanto en los vehículos eléctricos, como en dispositivos electrónicos portátiles y en sistemas de almacenamiento de energía estacionarios. La demanda de dichas baterías se espera que crezca a tasas anuales superiores al 30% en la próxima década (Comisión Europea, 2020a).

La transición energética, en el marco del Pacto Verde Europeo y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021 – 2030), se configura con una de las palancas clave para la modernización, y recuperación del embate de la actual crisis, de la economía española. Dicha transición incorpora el desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético, como las baterías (para movilidad y estacionarias), para cuya producción es necesario litio, cobalto, níquel, grafito y otras materias primas. Si bien, entre las líneas de acción de la futura Estrategia española de Almacenamiento Energético²² se incluyen algunas medidas relativas a la economía circular. Así, se prevé un uso prioritario de materias primas secundarias, además del desarrollo de modelos de negocio que permitan valorizar los residuos de las baterías en el mercado español, ya que actualmente algunos de los elementos, como el litio (Li-ion) y el cadmio, han de reciclarse fuera de España.

Tabla 1 – Materias primas utilizadas en las baterías de iones de litio

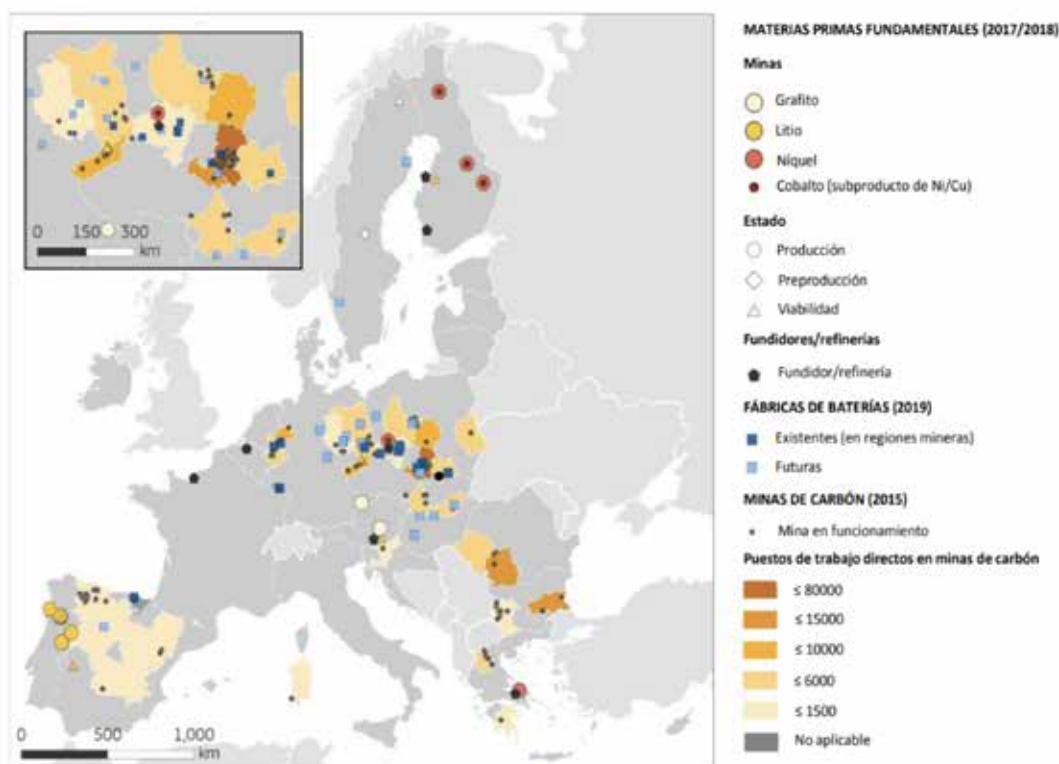
Materias primas fundamentales	Otras materias primas	Principales suministradores mundiales
Niobio ▲▲▲▲	Manganeso ▲	China 32%
Fósforo ▲▲▲▲	Estaño ▲	América Latina 21%
Cobalto ▲▲▲	Aluminio ▲	África 21%
Grafito natural ▲▲▲	Níquel ▲	Resto de Asia 11%
Litio ▲▲	Mineral de hierro ▲	Rusia 3%
Fluorita ▲▲	Cobre ▲	Resto de Europa 3%
Titanio ▲▲	Plomo ▲	Otros 1%
Metal de silicio ▲▲		EE.UU. 1%
		Japón 1%
		UE-27 1%

Nota: riesgo de suministro: alto (▲▲▲▲), moderado (▲▲▲), bajo (▲▲) y muy bajo (▲).

Fuente: Afi, a partir de Comisión Europea (2020a).

Hay que tener en cuenta que las baterías contienen varias materias primas fundamentales o críticas (definidas así por su relevancia económica y riesgo de abastecimiento) como son el cobalto, el grafito y, otra de reciente incorporación (en septiembre de 2020) por parte de la Comisión Europea a dicha categoría: el litio. Sin embargo, a escala europea, apenas se produce un 1% del conjunto de materias primas necesarias para la fabricación de las baterías. En el caso del litio, Chile cuenta con el 40% de la producción global de minas de este material y Australia con otro 29%; a la par que China concentra un 45% de las refinerías de roca dura de litio mundiales. No obstante, las expectativas a corto y medio plazo no reflejan incidencias en el suministro de litio para la producción de baterías (Comisión Europea, 2020a). En esta línea, mediante la Alianza Europea de Baterías, de la que forma parte España²³, se han canalizado inversiones (públicas y privadas) para garantizar el suministro interno. Dichas inversiones han de permitir, entre otros desarrollos, que el 80% de la demanda de litio europea, para la cadena de valor de las baterías, sea cubierta dentro de la UE en 2025.

Figura 5 – Fábricas de baterías y minas de extracción de materias primas para baterías



Fuente: Comisión Europea – JRC.

²³ En el marco de la Alianza, por ejemplo, en 2019, seis empresas españolas entraron en el Proyecto Importante de Interés Común Europeo (IPCEI), de innovación aplicada a baterías, según el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

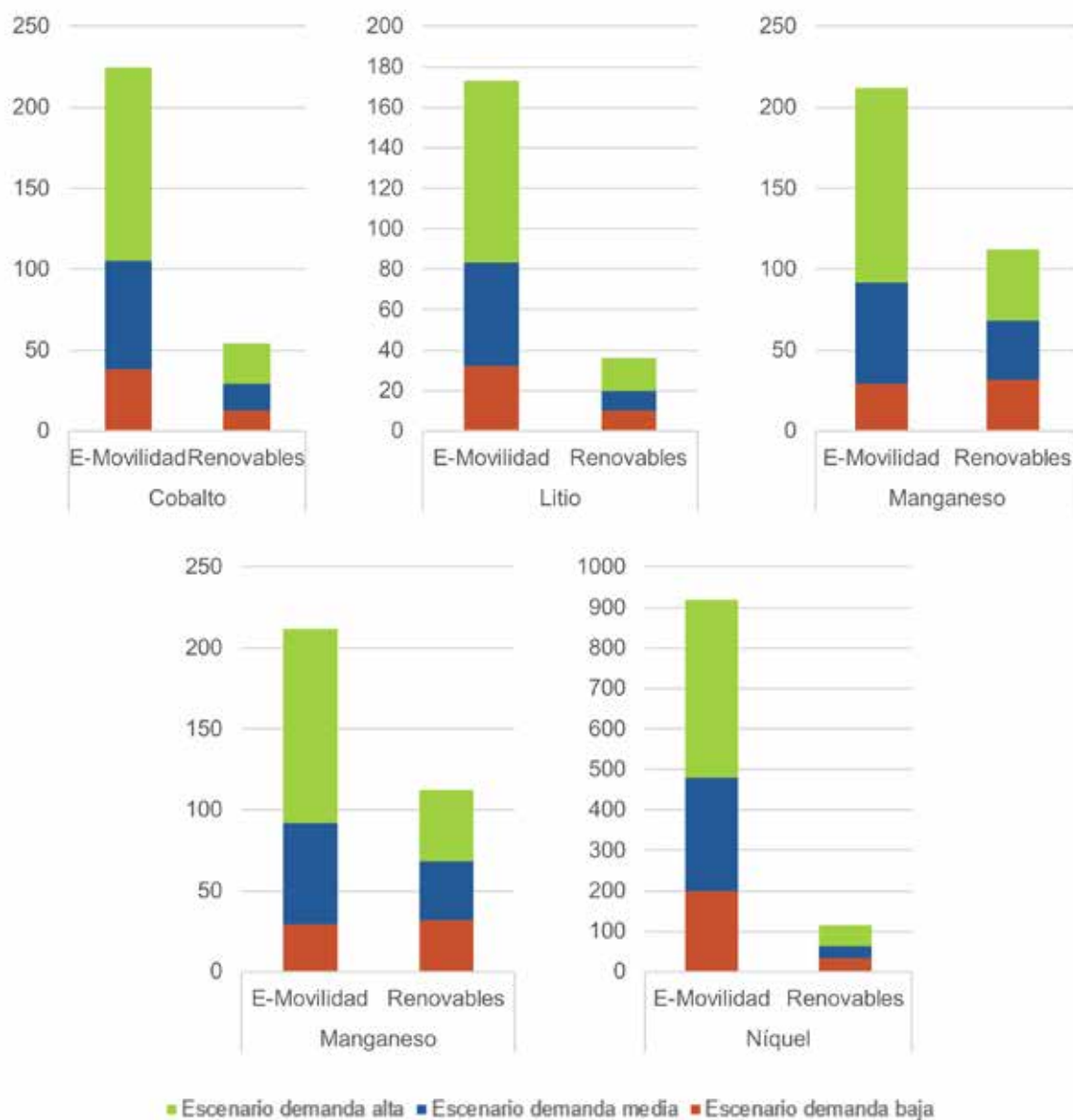
No obstante, en general, el riesgo para el suministro de materias primas en la cadena de valor de las baterías se identifica como alto. Y las previsiones de la Comisión Europea, de demanda de materiales como el litio y el cobalto, al abrigo del impulso de los vehículos eléctricos (evolución de la flota de vehículos eléctricos) y los sistemas de almacenamiento de energía, apuntan a que puede multiplicarse por dieciocho en el caso del litio, y por cinco el cobalto, para 2030. En un horizonte temporal más amplio, con la mirada puesta en 2050, los necesarios suministros se elevarían a cerca de sesenta y quince veces, las cantidades actuales de litio y cobalto, respectivamente. Estas perspectivas apelan a la acción, para evitar futuros problemas de suministro para atender la demanda.

La presión por el lado de la demanda para la fabricación de baterías de almacenamiento energético también encuentra soporte en el cambio climático. Así, si el calentamiento global alcanzase los 2° C hasta 2050, podría conllevar una demanda por encima del 1000% de las materias primas empleadas en las baterías (Banco Mundial, 2017).

En este contexto, el impulso de la industria de baterías y la del reciclaje de las mismas se perfila como estratégico (Comisión Europea, 2020a). También la preparación para la reutilización de las baterías de propulsión de vehículo eléctrico, de cara a darles un segundo uso estacionario en instalaciones eléctricas, de autoconsumo, o en las denominadas redes eléctricas inteligentes ("smart grids"), puede ser fuente de oportunidades en un mercado como el español. No en vano, la reutilización de baterías representa un sector emergente, y en 2030 podrían obtenerse en el mercado europeo 2,25 GWh a través del segundo uso de unas 105.000 baterías procedentes de vehículos eléctricos que dejen de utilizarse (Element Energy, 2019). Dicha reutilización también promoverá el almacenamiento energético y la expansión de energías renovables, previéndose unos menores costes relativos de las baterías de segundo uso para la producción de energía, además de una reducción de las emisiones de carbono.

Por otro lado, es importante promover las actividades de reciclado para recuperar y reutilizar para la fabricación de baterías algunos materiales como el cobalto, el litio, el manganeso y el níquel, en los que la demanda prevista supera la disponibilidad de estas materias primas en el mercado europeo. A su vez, para favorecer la recuperación y reciclaje es esencial apostar por el ecodiseño, introduciendo materias primas secundarias / material reciclado en los procesos de producción de nuevos productos.

Gráfico 5 - Previsión de materias primas necesarias para baterías, para movilidad eléctrica y energías renovables, en 2030 (kilotoneladas)



Fuente: Afi, a partir de Comisión Europea (2020a)

También son relevantes las iniciativas de investigación e innovación. En este sentido, se está investigando en la mejora de la densidad energética, la seguridad y la durabilidad de las baterías de iones de litio, a través de análisis sobre el metal de silicio, el titanio y el niobio, que son otras de las materias primas fundamentales que forman parte de dichas baterías. A futuro, será necesario orientar los esfuerzos de investigación también hacia la sostenibilidad de las baterías.

Existe la necesidad de implementar sistemas de reciclaje económica y medioambientalmente sostenibles, que tengan en cuenta tanto el consumo energético (coste de reciclaje), como el valor medioambiental (recuperación de materias primas). En esta línea, cabe señalar que la distinta naturaleza de las baterías de litio, respecto a las baterías portátiles tradicionales, exige una gestión diferente de los residuos, ya que, por ejemplo, las baterías de vehículos eléctricos, a diferencia de las tradicionales, deben desmontarse antes del proceso de reciclaje químico y el contenido de materiales de valor en el mercado es reducido (Eurobat, 2019). Más allá de que el litio es un elemento peligroso, que exige determinadas medidas para su adecuado tratamiento.

Por otro lado, desde la Comisión Europea se está impulsando una adaptación del marco regulatorio de las baterías, para promover la recuperación de materiales de las baterías (de todo tipo). El establecimiento de tasas de recogida, el grado de eficiencia del reciclaje y la recuperación de materiales, así como el contenido reciclado, son algunos de los aspectos a los que dará respuesta la nueva regulación que, lógicamente, tendrá su traslación a la esfera nacional.

Por último, cabe destacar que la Unión Europea está acometiendo importantes inversiones en la cadena de valor de las baterías, de cara a incrementar la capacidad: desde los 3 GWh actuales a los 40 GWh para 2021 – 2023 (Comisión Europea, 2020a)²⁴.

Oportunidades para la cadena de valor de la industria de reciclaje de RAEE y pilas en España.

Los retos a los que ha de hacer frente la economía española en los próximos años, para impulsar las transiciones verde y digital, avanzando en el desarrollo de la economía circular y reforzando la capacidad competitiva de la industria española, también se pueden traducir en oportunidades para la cadena de valor de la industria del reciclaje de RAEE y pilas.

Son varias las líneas de acción en las que se puede trabajar para mejorar las capacidades existentes y poner en valor una industria clave para acometer la transición hacia un sistema más circular e inclusivo. Las necesarias actuaciones requieren además de la implicación y compromiso no solo de los fabricantes de RAEE y pilas, y de los recicladores, sino también de las instituciones públicas y, en general, del conjunto de la ciudadanía.

²⁴ No obstante, serán empresas chinas, que cuentan con la tecnología, las que incrementen en gran medida su capacidad productiva de celdas de iones de litio (último componente de la cadena de valor). También se prevé una fuerte competencia dentro de la cadena, para acceder a materias primas fundamentales.

A continuación, se presentan una serie de líneas de acción, perfiladas a partir del análisis precedente, así como de la visión trasladada por expertos sectoriales. Para cada línea u oportunidad de actuación se identifican además los agentes involucrados. Muchas iniciativas requerirán una participación público-privada para su adecuada implementación.

Líneas de acción / Oportunidades				
Fortalecimiento de los sistemas de información y coordinación interterritorial. Gestión centralizada y eficiente de datos de flujos de residuos, sobre todo en el ámbito de los RAEE; sin carga burocrática excesiva para los operadores, para adecuada planificación y toma de decisiones. Uso de las nuevas tecnologías (soluciones de IA y otras) para volcado y monitoreo de información en plataforma electrónica. Implementación de mecanismos para la detección de operadores / flujos de materiales no integrados en el sistema / circuitos oficiales.	■	■	■	
Planificación y visión estratégica dentro de la política industrial, para la modernización del modelo productivo. Identificación de líneas de desarrollo industrial con alto potencial, que cubran déficit de capacidad instalada para el tratamiento / reciclaje de determinadas fracciones de residuos, frente a la demanda actual y/ o esperada. Promoción de proyectos tractores y nichos de negocio con potencial para la generación de las economías de escala necesarias. Apoyo a la innovación aplicada. Alineamiento con otras políticas y planes públicos, impulsados tanto a escala de la UE, como nacional (incluyendo España Circular 2030 y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030). Impulso de la colaboración público – privada, involucrando a centros tecnológicos y de investigación, agentes activos en la gestión de fondos para impulsar la innovación, así como expertos del ámbito académico en disciplinas como Ingeniería de Minas, entre otros. Refuerzo del sistema de apoyos enfocado a las necesidades específicas de los agentes del ecosistema de reciclaje de RAEE y pilas.	■	■	■	
Impulso de la empleabilidad verde. Creación de nuevos puestos de trabajo para el desarrollo de proyectos vinculados con la Economía Circular y la cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas (incluyendo actividades de ecodiseño, de preparación para la reutilización de aparatos, de diseño de campañas educativas, de manejo de nuevos equipos de reciclaje, etc.). Desarrollo de iniciativas de formación continua y especializada (políticas activas de empleo), que permitan dar una respuesta adecuada a las demandas de capital humano de la	■	■	■	■

Líneas de acción / Oportunidades				
industria y a los avances tecnológicos (incluyendo nuevos materiales y nuevos sistemas de gestión de los residuos), pero también garantizar la adaptación a los cambios regulatorios y el cumplimiento de las condiciones de seguridad en el ejercicio de las actividades de gestión y tratamiento de los residuos. Acompañamiento de sistemas de incentivos a la creación de empleo y las acciones de capacitación.				
Fomento de la I+D+i para mejorar la competitividad de la industria. Desarrollo de nuevas líneas de negocio y soluciones para el tratamiento / reciclaje de materiales que permitan mejorar la eficiencia y la circularidad (p. ej. en procesos para la recuperación de materias primas críticas, la reintroducción en el ciclo de producción de componentes de plástico, o el desarrollo de nuevos métodos de reciclaje de paneles fotovoltaicos para la recuperación de mayores cantidades de materiales). Innovación en procesos. Colaboración en el seno del sistema Universidad – centros de investigación – empresa. Captación y uso eficiente de fondos europeos (incluyendo los de Horizonte Europa 2021 – 2027) para la financiación de proyectos y actividades de I+D aplicados a la industria. Incorporación de líneas de investigación e innovación ligadas al reciclaje de RAEE y pilas entre las prioridades de las estrategias regionales para la especialización inteligente (RIS3).	■	■	■	
Mejora de ciertos mecanismos de recogida de residuos. Concepción global del punto limpio, velando por la adecuada separación y clasificación de los residuos (para facilitar los procesos de descontaminación y tratamiento) y gestión de todo el flujo de tratamiento de dichos residuos (especialmente, los peligrosos). Revisión de la localización y modelos operativos de algunos puntos limpios para favorecer su integración con otras iniciativas sociales y medioambientales, de cara a mejorar su desempeño. Adopción de buenas prácticas y mecanismos de evaluación.	■	■	■	■
Desarrollo de mercados de materias primas secundarias en España. Identificación de obstáculos y posibles soluciones para el desarrollo de mercados de materias primas secundarias de alto valor (níquel, cobalto, litio, tierras raras, etc.), obtenidas de RAEE y residuos de pilas, que refuercen la capacidad competitiva de España en el aprovisionamiento de materias primas críticas y contribuyan a promover la Economía Circular, así como la generación de actividad industrial. Política industrial (visión estratégica).	■	■	■	
Cooperación para avanzar en materia de ecodiseño. Impulso de iniciativas conjuntas entre fabricantes de AEE y recicladores para velar por la adecuación y eficiencia de los procesos de tratamiento de residuos. Configuración de grupos de trabajo. Identificación de nuevos proyectos susceptibles de mejorar la capacidad competitiva de la industria, apalancándose en la sostenibilidad. Desarrollo normativo en materia de ecomodulación.	■	■	■	

Líneas de acción / Oportunidades				
Desarrollo de mercados de materias primas secundarias en España. Identificación de obstáculos y posibles soluciones para el desarrollo de mercados de materias primas secundarias de alto valor (níquel, cobalto, litio, tierras raras, etc.), obtenidas de RAEE y residuos de pilas, que refuercen la capacidad competitiva de España en el aprovisionamiento de materias primas críticas y contribuyan a promover la Economía Circular, así como la generación de actividad industrial. Política industrial (visión estratégica).	■	■	■	
Cooperación para avanzar en materia de ecodiseño. Impulso de iniciativas conjuntas entre fabricantes de AEE y recicladores para velar por la adecuación y eficiencia de los procesos de tratamiento de residuos. Configuración de grupos de trabajo. Identificación de nuevos proyectos susceptibles de mejorar la capacidad competitiva de la industria, apalancándose en la sostenibilidad. Desarrollo normativo en materia de ecomodulación.	■	■	■	
Apuesta por actividades de elevado potencial vinculadas a la movilidad del futuro. Evaluación del posicionamiento y capacidad competitiva para albergar la producción y reciclaje de pilas de litio en España, así como la promoción de la industria de preparación para la reutilización de baterías de vehículo eléctrico en uso estacionario, ante unas previsiones que apuntan a un dominio del mercado de pilas por parte de las grandes baterías de litio y el almacenamiento local de energía ²⁵ . Atracción de inversiones. Desarrollo de proyectos de investigación en materia de durabilidad y sostenibilidad de las baterías. Acompañamiento por parte de la estrategia de política industrial.	■	■	■	
Expansión de la actividad de preparación para la reutilización. Búsqueda de corresponsabilidad de toda la cadena de valor. Adopción de estándares de reparación para la reutilización. Revisión de la concepción de los puntos limpios (localización / diseño / operativa) para favorecer los flujos de reparación y generar mayor sensibilización sobre el tratamiento adecuado de los residuos. Visibilización del impacto social positivo (colaboración con agentes del tercer sector / entidades sociales).	■	■	■	■
Realización de campañas de sensibilización recurrentes en materia de reciclaje de RAEE y pilas. Diseño y participación en campañas informativas y de sensibilización sobre la recogida selectiva y el reciclaje de RAEE y pilas con carácter recurrente (dado su impacto positivo a medio – largo plazo). Desarrollo de Iniciativas con colegios / centros educativos. Realización de campañas también por la Administración central, no solo acciones a escala local.	■	■	■	■

■ Agente implicado. ■ Liderazgo

			
Productores	Recicladores	Administración	Ciudadanía

Conclusiones

- Las toneladas de aparatos eléctricos y electrónicos puestas en el mercado en España en 2019 han registrado un crecimiento del 25% interanual, fijándose un objetivo mínimo de recogida separada de los correspondientes residuos equivalente a 9,22 kg por habitante. En el último bienio también se ha incrementado la tasa de reciclaje de RAEE en nuestro país, y se sitúa por encima de la media de la Unión Europea. Por su parte, la cantidad de pilas, acumuladores y baterías introducida en el mercado español superó las 182 kt en 2019. Su tasa de recogida muestra un patrón de relativa estabilidad, destinándose al reciclado la práctica totalidad de las toneladas recogidas. No obstante, habrá que dar seguimiento al comportamiento de ciertas categorías, como las pilas y baterías de litio, así como a las exigencias derivadas de la nueva regulación europea en materia de baterías.
- La actividad de las principales empresas dedicadas al reciclaje de RAEE y pilas contribuye a la generación de un VAB total superior a los 950 millones de euros, así como al mantenimiento de más de 16.500 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo en España (considerando los efectos directo, indirecto e inducido de dicha actividad). Asimismo, la gestión y reciclaje de ambos tipos de residuos aporta, de forma directa, más de 150 millones de euros anuales a las arcas públicas españolas.
- Las oportunidades de crecimiento de la industria de reciclaje de RAEE y pilas inciden en los distintos eslabones de la cadena de valor y están auspiciadas tanto por las prioridades y políticas de la UE y España, como por las tendencias del mercado. En esta línea, se apostaría por un fortalecimiento de la minería urbana, para la recuperación y reciclaje de materiales fundamentales, contenidos en los RAEE, que se definan como estratégicos atendiendo a las previsiones de crecimiento de la demanda y las capacidades existentes. Una actuación que conlleva esfuerzos en el plano industrial y en materia de investigación e innovación, reforzando la capacidad competitiva de la industria de RAEE española.
- El campo de actuación en el ámbito de la gestión y reciclaje de baterías también ofrece interesantes oportunidades, derivadas de los procesos de transición energética y la expansión de la movilidad eléctrica. La preparación para la reutilización y el reciclaje de las baterías de litio, así como la investigación e innovación en torno a la sostenibilidad de las baterías, representan áreas de actuación estratégica.

- Con carácter más general, se perfilan oportunidades para trabajar en el fortalecimiento de los sistemas de información y coordinación interterritorial, la mejora de algunos mecanismos de recogida de residuos, la expansión de la actividad de preparación para la reutilización de RAEE y la cooperación para avanzar en materia de ecodiseño. También se ha de buscar una modernización del modelo industrial actual, la generación de empleo verde, el fomento de la I+D+i, el desarrollo de mercados de materias primas secundarias, y el aprovechamiento del potencial asociado a la movilidad del futuro por parte de la industria de reciclaje de baterías. Todo ello, haciendo sin descuidar las iniciativas de sensibilización en materia de reciclaje de RAEE y pilas que sienten la base del compromiso de todos los ciudadanos con la recogida separada de estos residuos.
- La cadena de valor del reciclaje de RAEE y pilas está llamada a ejercer un rol relevante en la transición hacia una economía más circular y resiliente, en línea con las prioridades estratégicas europeas y de España, redefinidas con la crisis derivada de la pandemia de la COVID-19.
- Los agentes de la cadena de valor han de ser proactivos en la propuesta de iniciativas, susceptibles de ser financiadas con los fondos de Recuperación, para acometer inversiones que refuercen la competitividad de esta industria de reciclaje. En este sentido, también será relevante la apuesta por nuevas líneas de investigación aplicada y el desarrollo de proyectos innovadores.
- Los ámbitos de oportunidad son muy diversos, tanto en el campo de los RAEE como de las pilas / baterías. No obstante, se requiere de una adecuada reflexión estratégica, que permita identificar proyectos tractores e iniciativas con alto potencial, con una visión industrial y del modelo productivo integrada y de largo plazo. Así, la colaboración público-privada se antoja necesaria, de cara a definir una hoja de ruta sólida y priorizar las acciones que pueden reportar mejores rendimientos, tanto en términos económicos, como sociales y medioambientales.

Referencias bibliográficas

- Alves, P. et al. (2018). "Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility". JRC – Comisión Europea.
- Baldé, C.P. et al. (2017). "The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, flows and resources". UNU, ITU e ISWA.

Banco Mundial (2017). "The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future".

Cedefop (2018). "Skills for green jobs in Spain: an update".

Comisión Europea (2018). "Report on Critical Raw Materials in the Circular Economy".

Comisión Europea (2019). "El Pacto Verde Europeo". COM(2019) 640. Diciembre 2019.

Comisión Europea (2020a). "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study".

Comisión Europea (2020b). "Resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad". COM(2020) 474. Septiembre 2020.

Element Energy (2019). "Batteries on wheels: the role of battery electric cars in the EU power system and beyond".

Eurobat (2020). "Batteries Directive Review".

Forti V. et al. (2020). "The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential". UNU / UNITAR, ITU e ISWA.

ILO (2012). "The global impact of e-waste: Addressing the challenge".

International Telecommunication Union (ITU) (2018). "Successful electronic waste management initiatives".

Marscheider-Weidemann, F. et al (2016). "Raw materials for emerging technologies 2016". German Mineral Resources Agency (DERA).

MITECO (2020a) "Borrador de la Estrategia de Almacenamiento Energético".

MITECO (2020b). "Estrategia Española de Economía Circular. España Circular 2030"

OCDE (2017). "Employment Implications of Green Growth: Linking jobs, growth, and green policies".

Parajuly, K. et al. (2019). "Future e-waste scenarios". StEP Initiative, UNU ViE-SCY-CLE y UNEP IETC.

Unión Europea (2018). "Raw Materials Scoreboard 2018". European Innovation Partnership on Raw Materials.

World Economic Forum (2019). "A New Circular Vision for Electronics. Time for a Global Reboot".

Agradecimientos

La elaboración del presente estudio sobre las tendencias en la industria del reciclaje de RAEE y pilas en España ha contado con la estimable contribución de destacados expertos de esta industria. Es por ello que queremos trasladarles un sincero agradecimiento, por sus aportaciones y por compartir su visión sobre los principales retos y oportunidades sectoriales a través de las entrevistas realizadas a:

Alicia Torrero y Eduardo Perero, *directora y responsable técnico de CONAMA (Congreso Nacional de Medio Ambiente).*

Carmen Aláez, *adjunta a secretaria general de la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (FENIN).*

Esteban Marijuan-Requeta, *director general de Indumetal Recycling.*

Nicolás Molina, *responsable de área técnica de la Federación Española de Recuperación y Reciclaje (FER).*

José Rizo, *experto de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea (DG ENV B3).*

Luis Palomino, *secretario general de la Asociación de Empresas Gestoras de Residuos y Recursos Especiales (ASEGRE).*

Ramón Altadill, *director comercial de Electrorecycling.*

Anexo I – Categorías de aparatos eléctricos y electrónicos

Recuadro 1 - Principales categorías de AEE

- 1.** Aparatos de intercambio de temperatura (excepto: aparato eléctrico de intercambio de temperatura clorofluorocarburos (CFC), hidroclorofluorocarburos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC), hidrocarburos (HC) o amoníaco (NH₃); aparato eléctrico de aire acondicionado; y aparato eléctrico con aceite en circuitos o condensadores).
- 2.** Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm².
- 3.** Lámparas.
- 4.** Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm), incluidos, entre otros: electrodomésticos, aparatos de consumo, equipos de informática y telecomunicaciones, luminarias, aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes, equipos deportivos y de ocio, productos sanitarios, instrumentos de vigilancia y control, máquinas expendedoras y equipos para la generación de corriente eléctrica. Esta categoría no incluye los aparatos contemplados en las categorías 1 a 3 ni 7.
- 5.** Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm), incluidos, entre otros: electrodomésticos, aparatos de consumo, luminarias, aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes, equipos deportivos y de ocio, productos sanitarios, instrumentos de vigilancia y control, máquinas expendedoras y equipos para la generación de corriente eléctrica. Esta categoría no incluye los aparatos contemplados en las categorías 3 y 6.
- 6.** Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)
- 7.** Paneles fotovoltaicos grandes (con una dimensión exterior superior a 50 cm).

Fuente: RD 110/2015, de 20 de febrero, sobre RAEE (Anexo III)

Anexo II – Perfil de los productores de aparatos eléctricos y electrónicos

Recuadro 2 - Productores de AEE en España

Los productores, personas físicas o jurídicas, son los encargados de poner inicialmente en el mercado español los aparatos eléctricos y electrónicos, pudiendo encontrarse en alguna de las siguientes situaciones (según RD 110/2015):

- Estar establecido en España y:
 - √ Fabricar AEE bajo su propio nombre o su propia marca, o que los diseñe o fabrique y comercialice bajo su nombre o marca en el territorio español, o
 - √ Revender bajo su propio nombre o su propia marca AEE fabricados por terceros (no vendedores de AEE cuya marca del productor figura en el aparato), o
 - √ Dedicarse profesionalmente a la introducción en el mercado español de AEE procedentes de otro país.
- Estar establecido fuera de España y vender AEE por medios de comunicación a distancia directamente a hogares particulares o a usuarios profesionales en el mercado español. Puede nombrar a un representante autorizado en España. No obstante, si la empresa vende a un distribuidor establecido en España, y la empresa vendedora no es productor o no tiene un representante autorizado en el territorio español, el productor será el distribuidor.

Ha de tenerse en cuenta que una misma marca de AEE puede ser puesta en el mercado español por varios productores (cada uno será responsable de los apartados que introduzca en el mercado).

Todo productor (o su representante autorizado) ha de estar inscrito en el Registro Integrado Industrial (RII-AEE) y aportar información, con carácter trimestral, sobre los AEE puestos en el mercado español.

Si un fabricante de AEE localizado en España exporta toda su producción, entonces no será considerado productor de AEE en el mercado español.

Fuente: RD 110/2015, de 20 de febrero, sobre RAEE

Anexo III – Tipología de pilas

Tabla 10 - Tipología de pilas, acumuladores y baterías, según su uso

Portátiles	A	Pilas botón.
	B	Pilas estándar.
	C	Acumuladores portátiles.
	H	Otros tipos.
Automoción	D	Pilas, acumuladores y baterías de automoción.
	H	Otros tipos.
Industrial	E	Pilas, acumuladores y baterías industriales con cadmio.
	F	Pilas, acumuladores y baterías industriales con plomo.
	G	Pilas, acumuladores y baterías industriales sin cadmio y sin plomo.
	H	Otros tipos.

Anexo IV – Nota metodológica sobre la estimación de la relevancia económica de la industria de reciclaje de RAEE y pilas

La estimación de la relevancia de las actividades del reciclaje de RAEE y pilas en la economía española se ha realizado a través del análisis "Input-Output", una metodología desarrollada por el economista Wassily Leontief (Premio Nobel de Economía en 1973) y cuyo uso está muy extendido en este tipo de ejercicios de análisis sectorial. Las tablas Input-Output (TIO), elaboradas en España por el INE, son una representación simplificada de la estructura económica y permiten conocer los siguientes elementos:

I Las dependencias intersectoriales. Por un lado, permite conocer la cantidad de consumos intermedios que necesita cada sector de actividad para producir una unidad, así como el origen sectorial de esos consumos intermedios. En otras palabras, el efecto arrastre hacia atrás. Por otro lado, permite conocer la parte de la producción de cada sector que se dedica a responder a la demanda final, y la parte destinada a la demanda intermedia, es decir, la parte que se provee como consumos intermedios para la producción de otras actividades (el efecto arrastre hacia delante). Cabe además indicar que, si bien la economía evoluciona de manera ininterrumpida y está sujeta a cambios coyunturales constantes, la estructura productiva de un país tiende a registrar alteraciones con mayor lentitud. Por ello, las relaciones o dependencias intersectoriales reflejadas en las TIO presentan un carácter estructural.

II La modelización de shocks. El diseño de las TIO permite estimar el impacto que un shock de la actividad genera en la economía en general. Dicho shock puede provenir de variaciones en el consumo de los hogares, en la inversión, en el gasto público, en las exportaciones, o en las importaciones. Las TIO permiten conocer el impacto de dicho shock en cada una de esas partidas, así como los efectos en la generación de rentas (trabajo y capital). El detalle estadístico por sector permite la obtención de una desagregación sectorial de cada uno de los impactos estimados.

III Estimación de la relevancia económica de un sector. La información relativa a las dependencias intersectoriales, unida a los resultados de la modelización de shocks permite estimar la contribución de un sector productivo

en el total de la actividad económica. El análisis de las tablas Input-Output determina que el impacto de un sector en la economía será el resultado de un cúmulo de tres efectos interrelacionados entre sí:

- **Efecto directo:** impacto directo de las actividades de recogida y tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y de pilas.
- **Efecto indirecto:** impacto en los sectores que suministran bienes o servicios intermedios a las actividades afectadas por el impacto directo, para que estas puedan desarrollarse.
- **Efecto inducido:** resultado del giro de las rentas (salarios y excedentes empresariales) generadas por los impactos directo e indirecto en el conjunto de la economía

Estimación del peso del sector en la economía, a través del análisis Input-Output



Fuente: Afi

El impacto agregado de los tres efectos mencionados suele medirse en términos de: Valor Añadido Bruto (VAB), una magnitud similar al PIB (siendo este equivalente a la suma del VAB y los impuestos indirectos sobre los productos, menos las subvenciones), y empleo, cuantificado en número de ocupados equivalentes a tiempo completo.

Además, es posible calcular la aportación a la arcas públicas correspondiente a la actividad ejercida por la industria del reciclaje, aplicando los tipos medios de los siguientes impuestos y contribuciones: Impuesto de Sociedades, Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), Impuesto al Valor Añadido (IVA) y las Cotizaciones Sociales.

Por último, cabe indicar que para la estimación de la relevancia de las actividades de reciclaje de RAEE y pilas en la economía española se ha utilizado la cifra de negocios de los principales operadores de esta industria, incluyendo los sistemas de responsabilidad ampliada del productor, a partir de sus últimas cuentas anuales (base de datos del Registro Mercantil).



C Orense, 62. 28020 MADRID

T 91 417 08 90

F 91 555 03 62

recyclia@recyclia.es



www.recyclia.es

ecopilas) **ecofimática)** **ecoasimelec)** **ecolum)**